



# PinusLetter

**PinusLetter nº 41 – Janeiro de 2014**

**Uma realização:**



Autoria: **Celso Foelkel**

---

**Organizações facilitadoras:**



**ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel**



**BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel**



**IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**

---

## Empresas e organizações patrocinadoras:



**Fibria**



**ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel**



**ArborGen Tecnologia Florestal**



**Ashland**



**BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel**



**Celulose Irani**



**CENIBRA – Celulose Nipo Brasileira**



**CMPC Celulose Riograndense**



**Eldorado Brasil Celulose**



**Klabin**



**Lwarcel Celulose**



**Pöyry Silviconsult**



**Stora Enso Brasil**

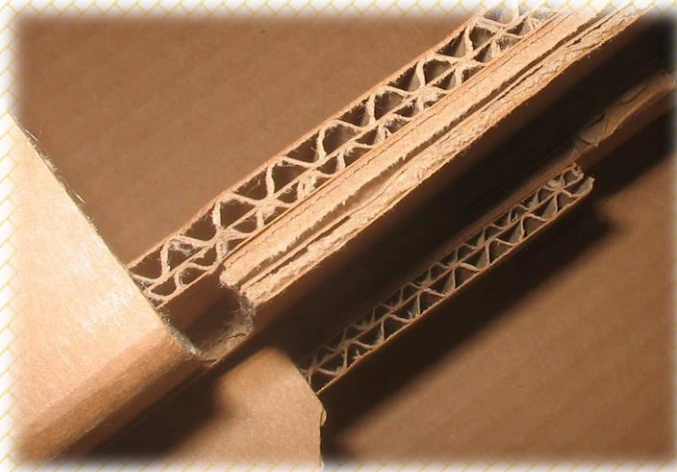


**Suzano Papel e Celulose**





## Artigo Técnico por Celso Foelkel



### Reciclagem de Papéis Contendo Fibras Longas de *Pinus*

Os papéis contendo fibras longas de *Pinus* são os papéis mais reciclados no Brasil. Dentre eles destacam-se: o papel jornal ou de imprensa, o papelão ondulado e o papel kraft natural de sacos multifoliados de utilização industrial.

No momento atual, quando os aspectos ambientais emergem cada vez com maior importância, uma indústria, que se baseia na redução da geração de lixo que seria disposto em aterros e recicla grande parte desses materiais como matérias-primas, só pode e deve ser valorizada em seus aspectos de sustentabilidade. Em função das razões ambientais e da crescente oferta de produtos a reciclar, o papel reciclado aumenta em importância e popularidade e buscam-se mais oportunidades para que as fibras papelarias tenham mais chances de serem convertidos em novas folhas de papel. Entretanto, o papel usado não precisa ser necessariamente reconvertido em papel. Há inúmeras utilizações em outros tipos de produtos, inclusive os com cunho artesanal ou doméstico.



A reciclagem do papel é tão antiga como a própria fabricação do papel. Como as folhas do papel são facilmente hidratadas e as fibras são liberadas e convertidas facilmente em pasta celulósica pela imersão e agitação na água, desde que o papel passou a ser fabricado, ele com certeza começou também a ser reciclado.

Atualmente, existem diversas forças motrizes que impulsionam a reciclagem do papel, entre elas a economia que se consegue nos custos pela redução no uso de insumos (água, energia, fibras virgens). Entretanto, cada vez são mais valorizados os aspectos ambientais e sociais. Ambientalmente, são ressaltados os menores impactos na utilização de recursos naturais e a redução na geração de lixo pela sociedade. Socialmente, são inúmeras as oportunidades de geração de postos de trabalho em toda a cadeia de suprimento do papel reciclado. Embora muitos deles sejam de trabalho simples e de baixíssimo nível de qualificação, a reciclagem do papel oferece a muitas pessoas oportunidades honestas para obter uma remuneração para seu sustento e de suas famílias, especialmente em situações onde essas oportunidades são cada vez mais escassas para essas pessoas com menor qualificação profissional. Por essas razões, a reciclagem do papel tem tido uma contribuição bastante positiva para o balanço socioambiental no planeta. Além disso, na maioria das vezes, a reciclagem do papel acaba por gerar produtos que também podem ser de novo reciclados, como o próprio papel reciclado, produtos de polpa moldada, etc.

Na indústria global do papel, o consumo de fibras secundárias (recicladas) já supera a utilização de fibras virgens (aquelas que são obtidas por processos de fabricação a partir da polpação da madeira). Em 2009, o consumo mundial de fibras papeleiras foi da ordem de 370 milhões de toneladas. Desse total, cerca de 210 foram originadas da reciclagem do papel e o restante foi composto por pastas de alto rendimento (30 milhões), polpas kraft (120 milhões), polpas de não-madeira (8 milhões) e outros tipos de fibras (sulfito, pastas semi-químicas, etc.). Dentre as polpas kraft, a predominância foi para as polpas branqueadas (90 milhões), com nítida vantagem para as celuloses de fibras curtas brancas (60 milhões). A produção de polpas de fibras curtas não-branqueadas tem sido desprezível, mas para o caso de fibras longas é bastante significativa para fabricação de papéis para embalagem (30 milhões). No caso das fibras longas, a produção de celuloses branqueadas e não-branqueadas ocorreu em valores similares (30 milhões para cada tipo). Portanto, depois das fibras recicladas, as fibras curtas branqueadas são as polpas mais consumidas no planeta. A partir desses dados, percebe-se que a taxa de participação de fibras recicladas no total das fibras papeleiras aproxima-se rapidamente a 60%, com um crescimento anual constante e seguro. Esse consumo de fibras recicladas cresce em média 3% ao ano, enquanto o crescimento de todos os tipos de papel em anos recentes tem sido em média de 1,9%. Esses números são excelentes, mesmo se levando em conta a queda de produção e de oferta de papel jornal para ser reciclado - um fenômeno que tem impactado a oferta desse tipo de fibras a reciclar.

Ainda que sejam atingidas excepcionais taxas de reciclagem (acima de 80%) em países como Coréia do Sul, Alemanha e Japão, a situação brasileira ainda é modesta e abaixo da média global. Muitos papéis acabam sendo perdidos por causa dos ineficientes sistemas de coleta seletiva e pela falta de conscientização de grande parte da população para separação do lixo doméstico.

A taxa de utilização de papéis reciclados no Brasil atingiu em 2012 o valor de 45.7%, sendo que nessas estatísticas da BRACELPA (Associação Brasileira de Celulose e Papel) não estão incluídos os usos do papel velho ("wastepaper") para fabricação de outros produtos como fibrocimento, polpa moldada, telhas ecológicas, compósitos cimentícios, queima para geração de energia, compostagem, etc.

A fórmula utilizada para essa taxa de reciclagem (TR) do papel para se fabricar papel reciclado é a seguinte:

$$TR = 100 \times (\text{Quantidade anual de papel sendo utilizado como matéria-prima fibrosa pela indústria do papel}) / (\text{Quantidade anual de papel produzida por essa indústria})$$

Outra taxa muito apreciada pelos estatísticos é a taxa de coleta (TC) do papel, que mostra a seguinte fórmula:

$$TC = 100 \times (\text{Quantidade anual de papel coletada pelos aparistas}) / (\text{Quantidade anual de consumo aparente de papel})$$

Com essa segunda taxa, é possível se ajustar o número à realidade do consumo de papel nos países, pois há papéis que são exportados ou como papel ou como embalagem e serão, portanto, reciclados em outros países; bem como existem papéis importados que foram fabricados em outros países e serão reciclados no país importador.

De acordo com dados oficiais da BRACELPA, o Brasil produziu em 2012 um total de 10,2 milhões de toneladas de todos os tipos de papel. Pouco mais de 50% desse total (5,2 milhões de toneladas) foram de papéis de embalagem, os mais reciclados do País. A produção doméstica de papel jornal foi de 131 mil toneladas, mas as importações foram de 387.000 – portanto, o consumo aparente do papel jornal foi de aproximadamente 520.000 toneladas. Já a produção dos papéis usados para produção de papelão ondulado (papel miolo, papel *kraftliner* e papel *testliner*) foi de 4,22 milhões de toneladas, enquanto a produção de papéis para sacos multifoliados de uso industrial foi de 352.000 toneladas. Portanto, 88% dos papéis de embalagem produzidos no País foram para fabricar papelão ondulado e sacos industriais de papel. Entretanto, uma fração que varia entre 7 a 15% do papel *kraftliner* total produzido vem sendo anualmente exportada (total produzido em 2012 foi de 1,71 milhões de toneladas). Já o papel miolo (produção de 1,81 milhões de toneladas) e o papel *testliner* (700.000 toneladas) vêm sendo quase que integralmente consumidos internamente.

Os dados de aparas para reciclagem mostrados pela BRACELPA (2011) indicam que foram coletadas naquele ano cerca de 4,35 milhões de toneladas de todos os tipos de aparas de papel. Desse total, 62% eram constituídas de resíduos de papelão ondulado, 7% de papel kraft e 4% de jornais. Portanto, as aparas de jornal corresponderam a 170.000 toneladas; as de papel kraft foram de 305.000 toneladas, enquanto as de papelão ondulado atingiram 2,7 milhões de toneladas em 2011. Ressalte-se que do papel kraft reciclado, nem tudo corresponde a sacos industriais de papel, já que o papel kraft é usado também em outros tipos de embalagem. O total de papel kraft natural produzido atinge em média 550.000 toneladas.

Retirando-se a exportação de papel *kraftliner*, sobram cerca de 4 milhões de toneladas de papéis que são os três componentes vitais para se fabricar papelão ondulado. Com esses papéis a indústria de papelão consegue produzir 3,6 milhões de toneladas de chapas, caixas e demais artefatos de ondulado. As diferenças em relação à soma dos três papéis usados na composição do papelão se devem às perdas de refilos na fabricação de caixas, produtos refugados, etc. São aparas de pré-consumo que também serão recicladas.

Considerados esses dados todos apresentados, pode-se notar que a reciclagem do papelão ondulado no País tem atingido taxas ímpares no mundo da reciclagem, com valores próximos a 75%. Esses números já foram ligeiramente maiores, quando o



Brasil não exportava tantas frutas, carne de gado e de frango - todos produtos embalados em caixas de papelão e que serão possivelmente reciclados nos países destino das exportações.

As taxas de reciclagem do papel jornal não são tão significativas, já que uma substancial fração do jornal usado se destina à fabricação de produtos de polpa moldada (caixas de ovos, bandejas e suportes, etc.). No caso do papel saco kraft industrial, a taxa de reciclagem não é elevada, pois a indústria do papel tem dificuldades em aceitar os resíduos de cimento, alimentos e produtos químicos que invariavelmente contaminam esses sacos após serem esvaziados. Esses sacos acabam sendo reciclados para fabricar outros produtos, tais como fibrocimento, compósitos cimentícios, tijolos, telhas ecológicas, etc.

O papelão ondulado, os sacos industriais de papel kraft e o papel jornal são riquíssimos em fibras longas celulósicas de *Pinus*. Portanto, pode-se afirmar com toda segurança que as fibras celulósicas de *Pinus* são as que atingem as maiores taxas de reciclagem para reconversão a papel no Brasil. Além disso, o jornal e os sacos kraft participam em outras cadeias de reciclagem, o que conduz a uma relevância ainda maior para as fibras de *Pinus*. Ambientalmente, isso é absolutamente notável, pois o papel e o papelão correspondem a percentuais entre 35 a 45% do volume do lixo seco coletado nos processos de coleta seletiva nos grandes centros urbanos do País.

Pode-se dizer que no caso do papelão ondulado e do papel jornal já se estabeleceu uma cultura popular de separá-los e destiná-los à reciclagem. Resta conseguir passar esses conceitos e práticas para outros tipos de papel, como outros papéis de usos doméstico, industrial e empresarial (escritórios). Entretanto, é preciso ficar claro que nem todo papel conseguirá encontrar caminhos que levem à reciclagem: papel manteiga, papel vegetal, papel carbono, papéis adesivos, rótulos de papel, fotografias, papéis impressos imobilizados em bibliotecas e papéis higiênicos e de uso sanitário ou hospitalar.

A reciclagem do papel também costuma gerar resíduos sólidos (fibras perdidas e lodo de cargas minerais). Torna-se cada vez mais comum se destinar esses resíduos para compostagem ou para utilizações de reciclagem também (fabricação de cimento, tijolos, etc.). Também é possível se queimar restos de papel em caldeiras de biomassa, associados a outros combustíveis (lenha de madeira, casca de árvores, etc.).

Portanto amigos, os valores computados para aparas de papel recicladas pela indústria do papel não correspondem a todas as fibras e a todos os papéis usados e que participam em processos de reciclagem. Na verdade, as taxas de reuso do papel são bem maiores quando se introduzem as outras destinações dadas às aparas. As estatísticas são omissas para apontar isso tudo – talvez as instituições desconheçam esse fato, ou não estão sendo questionadas para encontrarem as reais taxas de reutilização das aparas de papel.

Outro dado importante a ser conhecido é que a quantidade de aparas consumida pela indústria do reciclado de papel necessariamente não corresponderá às quantidades de fibras secundárias que serão obtidas após desagregação, depuração e lavagem da massa. Existem perdas devido a diferenças de umidade, fibras e refilos perdidos, remoção de cargas minerais e contaminantes, etc. Somadas, essas perdas podem atingir valores entre 10 a 30%, dependendo do tipo de aparas e do processo industrial disponível para usá-las e processá-las. As maiores perdas ocorrem para as aparas de papel branco (ricas em cargas minerais) e para as aparas mistas (muito contaminadas).

As reciclagens do papelão ondulado, dos sacos kraft multifoliados e do papel jornal exigem muita tecnologia e cuidados especiais para serem bem-sucedidas. Isso porque sempre existem muitas impurezas contidas nessas aparas, tais como: resíduos dos produtos embalados, válvulas de escape do ar dos sacos industriais, plásticos e folhas laminadas com plástico, tintas fortes de impressão, grampos e barbantes de amarração, colas, presença de resinas de resistência a úmido, impurezas diversas que contaminam o papel ao longo de sua disposição, coleta e destinação à reciclagem, etc.

Além disso, as exigências da legislação são rígidas, principalmente para as embalagens celulósicas que conterão alimentos, seja por contato direto (rações, farinhas) ou indireto (caixas de ovos e frutas que serão descascadas). Esses papéis não podem conter resíduos de substâncias tóxicas e perigosas à saúde de pessoas e animais, não devem conter microbicidas de alta periculosidade, além de compostos que alterem o gosto, sabor e aparência do alimento. Também devem ser tratados termicamente para eliminação de agentes microbiológicos patogênicos. Em geral, procura-se ajustar a temperatura da secagem do papel para que o tratamento térmico de desinfecção seja oferecido na própria fabricação do papel.

Essas legislações variam conforme países e regiões, tipo de papéis e tipo de alimentos que conterão (alimentos secos ou líquidos, alimentos que serão descascados, etc.). Uma coisa é certa: o papel, seja reciclado ou de fibras virgens, não deverá transferir problemas para os alimentos que embalar.

É bastante comum a mistura de fibras virgens às fibras recicladas para a fabricação de inúmeros tipos de papéis. Em primeiro lugar, as fibras virgens (do mesmo tipo) agregam maior qualidade aos produtos sendo fabricados já que são mais limpas e possuem maiores resistências do que as fibras secundárias recicladas. Em segundo lugar, porque a reciclagem do papel não é um motor que possa ser alimentado somente com fibras recicladas. Faz-se necessária uma reposição das perdas de fibras que acontecem no uso dos papéis pela sociedade. Também se faz necessário restaurar a qualidade do material fibroso sendo utilizado. A reciclagem sucessiva das mesmas fibras celulósicas vai enfraquecendo e fragilizando as fibras, que sofrem ações de enrijecimento, colapsamento, desfibrilamento, rupturas e quebras da parede celular, etc. Acredita-se que as fibras longas do *Pinus* suportem bem até 3 a 4 ciclos de reciclagem, tornando-se mais uma carga de enchimento após esse número de ciclos. Os problemas que surgem com essa "destruição paulatina das fibras" são conhecidos e temidos: queda da resistência da folha úmida e seca, dificuldades de desaguamento e drenagem, acúmulo de lixo iônico, acúmulo de finos secundários e fibrilas, maiores paradas da máquina e perda incontável de produtividade.

Por outro lado, os papeleiros já descobriram que as misturas de fibras virgens e recicladas podem levar a interações muito interessantes em termos de melhoria de algumas propriedades do papel e de desempenho das máquinas de fabricar esse papel. Dentre as propriedades intrínsecas do papel que podem ser assim trabalhadas estão: resistências ao rasgo e tração, volume específico aparente, porosidade e absorção de água. Já o desaguamento e a drenagem da massa podem ser melhorados pela adequação da receita de fibras. Também se conseguem ganhos em termos de limpeza dos sistemas de água, secagem das folhas, consumo de vapor e eletricidade, redução de quebras de folha, produtividade, etc.

As fibras longas do *Pinus* brasileiro não são tão resistentes como as obtidas de madeiras de coníferas do hemisfério norte. As madeiras das plantações de rápido crescimento possuem maiores proporções de madeira juvenil e de lenho inicial em relação ao lenho tardio. Essas fibras possuem paredes mais finas e diâmetros mais



largos. Por isso, são mais facilmente fragilizadas, colapsadas e desfibriladas do que as fibras de paredes mais espessas. Isso se deve às ações mecânicas e físico-químicas que as fibras recebem na refinação, bombeamento, secagem, etc.

Conseqüentemente, a reciclagem das fibras longas de *Pinus* exige tecnologias e conhecimentos adequados de quem as realiza para se conseguir maior efetividade. Uma tecnologia que é pouco utilizada consiste no fracionamento de fibras, onde se podem separar fibras mais longas e intactas de fibras mais destruídas pela reciclagem. Também é possível se reduzir o teor de finos primários (parênquimas) e secundários (pedacinhos e fibrilas de fibras que estão em processo de destruição). Com isso, podem-se destinar cada fração ao tipo de papel mais indicado para receber a mesma. As fibras mais integrais podem ser usadas para fabricação de papel saco kraft ou para papel capa de primeira do papelão (*kraftliner*). As fibras mais desintegradas podem ser direcionadas ao papel miolo, onda ou *fluting* do ondulado.

Enfim, as tecnologias existem e muito conhecimento para fazer bom uso dessas fibras recicladas também existe. Por isso, o sucesso conquistado pela reciclagem do papel a nível mundial. Definitivamente, uma vantagem incontestável do papel, que é um produto natural renovável, reciclável, biodegradável e obtido no Brasil em sua maioria de fibras certificadas de florestas plantadas. Até mesmo as fibras recicladas podem obter selos de certificação de origem da madeira, através da certificação da cadeia-de-custódia.

Outra forma de se melhorar a reciclagem do papel é através da otimização da cadeia de suprimento do reciclado do papel, envolvendo a separação, coleta seletiva, beneficiamento, armazenamento, entrega das aparas aos usuários. O ciclo do reciclado começa com a separação do papel na origem e não apenas no sucateiro ou aparista. A conscientização do catador de papel também é vital para se melhorar a qualidade das aparas brasileiras.

Controles simples em relação ao teor de umidade, teor de contaminações/impurezas e presença de materiais proibitivos poderiam ajudar a azeitar e baratear essa cadeia de suprimento. Em geral, as especificações das aparas de papel contendo fibras de *Pinus* são baseadas nesses três indicadores de qualidade.

Por impurezas entendam-se as contaminações com metais, tintas fortes, cordas, vidros, areia, pedras, plásticos, madeira, óleo, grampos, barbantes, resíduos do produto que foi embalado com o papel (cimento, fertilizantes, etc.), etc.

Por materiais proibitivos entendam-se outros materiais fibrosos ou não que são inadequados para a destinação da apara em questão: papéis com resistência a úmido, papel vegetal, papel couchê, papel fumigado, papel laminado com plástico, caixas longa-vida, rótulos de papel, produtos de polpa moldada, etc.

Conforme a origem, existem dois tipos de aparas de papel para reciclagem:

- Aparas de pré-consumo: são as recolhidas nas empresas de convertedores e usuários industriais do papel (gráficas, fábricas de caixas, etc.). Consistem de refilos, produtos desclassificados, material rejeitado ou danificado, etc. Em geral, são caixas de papelão que não foram usadas, encalhes de jornais e revistas, bobinas que estão danificadas, papel molhado, etc.

- Aparas de pós-consumo: são os restos do papel usado pela sociedade, seja nos lares, comércio e indústria. São coletadas pelos catadores e comercializadas pelas cooperativas ou aparistas.

A otimização dessa cadeia de suprimento implica em desenvolver cultura em relação à separação e seleção na origem, onde o papel começaria na verdade a sua rota de reciclagem. Isso poderia ser conseguido mesmo antes da lata de lixo seco. Para isso, não apenas o cidadão em seu lar, mas os lojistas, os trabalhadores em escritórios e fábricas, os donos de gráficas, e praticamente todos que tomam contato e podem agir precisam saber seu papel e seus efeitos na reciclagem do papel. Enfim, estamos começando com isso, há muito a ser ainda conquistado. Uma lástima apenas que essa cadeia de suprimento costuma receber pressões de forças poderosas que não têm tanto interesse na sustentabilidade como um todo, mas sim na vertente econômica da mesma.

As aparas no Brasil são classificadas de acordo com normas técnicas editadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Essas classificações são primariamente baseadas nos teores de umidade, impurezas/contaminações e materiais proibitivos. Para o caso específico do papel jornal, papéis tipo kraft natural e aparas de papelão ondulado existem diversos grupos de qualidade e preços de mercado. Quanto mais limpa e seca a apara, maior o seu valor.

Os teores máximos de umidade variam entre 10 a 15%, os de impureza entre 0 a 10% e o de material proibitivo entre 0 a 3%. Por exemplo, uma apara Kraft I é mais seca e pura que uma apara Kraft II. Quanto pior for a qualidade da apara, maiores serão as perdas na sua utilização e pior será o produto dela derivado.

As aparas de papelão ondulado levam também em conta a presença de caixas de melhor qualidade, contendo capas de papel *kraftliner*. Já as aparas que contenham a chamada “caixa amarela de papelão” são características de fibras de baixas resistências por terem sofrido inúmeros ciclos de reciclagem.

Os aparistas também podem desenvolver tipos especiais de aparas a pedido do comprador, desde que a relação benefícios/preços seja adequada aos dois lados na negociação. Em geral, isso ocorre para aparas mais limpas e secas, quase sempre de pré-consumo ou selecionadas em lojas de departamento, supermercados ou escritórios comerciais e gráficas.

As aparas contendo fibras de *Pinus* têm destinos variados na fabricação do reciclado de papel. Vejamos:

- As aparas de jornal não costumam serem recicladas para fabricar novos jornais no Brasil. Apesar disso ser comum no Hemisfério Norte, no Brasil o único fabricante de papel jornal baseia sua produção em fibras virgens de celulose de *Pinus*. Por isso, as aparas de jornal são destinadas a fabricação de papéis para revistas, embalagens de pior qualidade, papéis de uso sanitário e camadas internas de papel cartão. Também é grande a destinação para produtos de polpa moldada.
- As aparas brasileiras de papel kraft não mostram muitos sacos multifoliados de uso industrial, apesar de conterem sacolas de papel kraft usadas pelo comércio e outros tipos de papel kraft natural utilizado para embalagem. A principal razão são as contaminações com fertilizantes, cimento e alimentos que possam manter em seu interior.

- As aparas de papelão ondulado de mais alta qualidade são procuradas pelos fabricantes de papel *kraftliner* (que as usam em misturas com fibras virgens) e pelos de papel cartão multicamadas. Entretanto, a maior parte do papelão ondulado reciclado se destina à fabricação do papel miolo e do papel *testliner*, componentes da fabricação da própria chapa ondulada de papelão. As aparas de pior qualidade são usadas para produção do papel miolo para se fabricar a onda do papelão. As de qualidade média encontram seu uso para fabricação da capa de segunda (*testliner*).

Existem diversas tendências que têm afetado a reciclagem dos papéis de embalagem, sendo que uma delas tem sido a tendência para a redução contínua a gramatura dos papéis de embalagem. O usuário da embalagem quer gastar menos com a embalagem - por isso, pretende reduzir cada vez mais o peso da embalagem em seus produtos. Nos anos recentes, essa redução de gramatura atingiu entre 10 a 15%, conforme o tipo de papel e os produtos que embala. Com menores gramaturas, mais produtos estarão sendo embalados com mesmo peso total de papel de embalagem. Essa tendência tem estimulado a inovação tecnológica no setor, mas também acaba por reduzir a oferta de peso de aparas a reciclar. Dentre as inovações estão os novos modelos de ondas e de papelão multicamadas. A busca por fibras mais resistentes (virgens ou fracionadas) e a incorporação de resinas de resistência a seco e a úmido também são fatores costumam impactar no processo de reciclagem.

Essa redução de gramatura também tem afetado a fabricação do papel jornal, que perdeu cerca de 10% de peso básico em menos de uma década.

### Reciclagem do papel jornal



Papel jornal ou de imprensa

A reciclagem do papel dos jornais é uma das práticas de reciclagem mais praticadas nos lares de todos os cidadãos do nosso planeta. Todas as pessoas desse mundo costumam guardar alguns jornais velhos para usar o papel em atividades diárias de sua vida, tais como: forrar gavetas e prateleiras, embalar frutas e ovos, acender o



fogo na lareira ou churrasqueira, fazer recortes e brinquedos artesanais, etc. Em lares mais carentes, o papel jornal serve de papel higiênico e até mesmo de cobertor. Trata-se sem dúvidas, de um dos papéis mais apreciados pela humanidade.

Graças a essa cultura de guardar jornais velhos e revistas também impressas em papel jornal, o manuseio e a reciclagem desse papel tem sido uma prática limpa, eficiente e eficaz. Existem dezenas de utilizações domésticas, industriais e artesanais para o papel dos jornais usados. Quando se fala em reciclar o papel jornal, todos imaginam dezenas de usos para ele, e poucos imaginam o retorno do jornal para ser reconvertido em jornal de novo. A reciclagem papelreira do papel jornal conduz à produção de inúmeros tipos de papéis de uso na vida da população de menor poder aquisitivo: toalhas, papel sanitário, guardanapos, papel de embrulhar pão, etc. Os papéis do jornal podem ainda terem suas fibras individualizadas, destintadas, branqueadas, e assim, converterem-se em pastas mecânicas destintadas de adequadas qualidades para a indústria papelreira. Essas pastas podem ser utilizadas isoladas ou em misturas com outros tipos de polpas de melhores qualidades. Apesar desses usos mais nobres, quase sempre as pastas mecânicas destintadas do papel jornal mostram algumas imperfeições técnicas, tais como: maior teor de pintas, tonalidade acinzentada devido aos residuais de tintas, menor alvura, maior reversão da alvura e amarelecimento da cor, menor maciez e baixas resistências.

O papel dos jornais usados tem encontrado inúmeros mercados alternativos para ser reciclado. Até mesmo algumas utilizações inusitadas são relatadas em algumas situações, como o caso de ser usado como componente alimentício na ração de gado ruminante, em função de ser fibroso e possuir altíssimo conteúdo lignocelulósico. Entretanto, esse uso esbarra na necessidade de se remover os pigmentos de tinta, que algumas vezes são perigosos para a saúde dos animais.

Na Europa, o principal uso de reciclagem do papel jornal consiste na fabricação de novas folhas de papel para impressão de jornais. Em alguns países de clima frio, o jornal velho contribui para a produção de calor, já que se queima com facilidade e oferece poder calorífico interessantemente alto: 15 a 18 GJ/tonelada tal qual. Sua queima é completa, trata-se de produto natural de florestas renováveis e, com isso, colabora de forma positiva para o balanço do teor de gases de efeito estufa na atmosfera. São conhecidos até mesmo casos em que se obtiveram financiamentos baseados em créditos de carbono para trocar combustíveis fósseis por papéis de jornal presentes em receitas na composição de péletes energéticos.

No Brasil, um uso muito comum para o jornal velho é ele ser convertido em matéria-prima para produtos de polpa moldada. A polpa moldada é geralmente produzida a partir de fibras de qualidades variadas, quase sempre de aparas de papel. Os fabricantes de polpa moldada destinam as aparas de papel jornal para os produtos de menor resistência, mas alta rigidez (como caixas de ovos, bandejas de frutas, etc.). Já para os moldes de maior resistência (embalagens de produtos eletrônicos, calços industriais, etc.) costumam utilizar aparas de papelão ondulado ou de papel kraft natural.

Como a qualidade dos moldes fibrosos é bastante afetada pela composição fibrosa, existe bastante rigor na seleção das aparas de papel para cada tipo de produto moldado. Não é apenas o tipo do papel das aparas que interessa, mas principalmente são importantes: presença de contaminantes e materiais proibitivos, facilidade de drenagem e de secagem da massa fibrosa e resistência e rigidez do molde. As pastas devem ser avaliadas quanto à composição e classificação fibrosa, rigidez, grau de refinação, drenabilidade, índice de retenção de água, etc. Em geral,

a massa fibrosa representa quase a totalidade do peso do molde, porém, costuma-se adicionar alguns corantes, desinfetantes aprovados pela legislação, amaciante de fibras e ligantes.

Com o crescimento da importância das biorrefinarias integradas na fabricação da celulose e papel, existem muitas perspectivas favoráveis para a utilização do papel jornal como material lignocelulósico. Lembrem-se de que o papel jornal é constituído basicamente de fibras de alto rendimento onde a presença dos componentes da madeira é quase que integral. Portanto, o jornal usado é e sempre será visto como uma alternativa para alimentar como matéria-prima as biorrefinarias no setor de celulose e papel. Por ser um produto desfibrável, seco e constituído quase de madeira integral, pode ter muito sucesso nos processos baseados nas rotas térmicas; porém, outros processos, como hidrólise ácida seguida de fermentação para produção de etanol lignocelulósico também pode ser considerada também uma alternativa futura.

### **Reciclagem do papelão ondulado**



Aparas de papel e papelão  
Fonte: Ronaldo Thibes - ABTCP, 2011

O papelão ondulado é uma das embalagens mais populares e preferida por grande parte da população, que enxerga nele uma opção mais natural para embalar em comparação ao plástico e ao isopor. A sustentabilidade da cadeia produtiva do papelão ondulado é sempre valorizada, tanto pelos próprios fabricantes do papelão, como em especial pelas lojas de departamento e cadeias de supermercados. Todos sempre se referem ao papelão como um material renovável, reciclável e na maioria das vezes, certificado. A embalagem mostra excelente relação benefício/custo, é versátil e consegue exercer multi-funções. É comum que a embalagem de papelão sirva de prateleira, pálete, chapa para impressão de propagandas, etc. Os supermercados inclusive as reutilizam para empacotar as compras de seus clientes, em uma rota de reciclagem imediata e logo após seu uso primário.



Por ser um material limpo e de fácil coleta, acabou-se por ser criada uma lógica e uma cultura de reciclagem bastante efetivas para os resíduos de papelão. Existe assim uma cadeia de suprimento já em plena atividade, envolvendo o comércio, os catadores individuais, as cooperativas de reciclagem, os sucateiros, os aparistas e os usuários das aparas de papelão ondulado. Além disso, trata-se de um material que existe em enormes quantidades, em especial nos grandes centros urbanos. Isso acaba por incentivar a criação de pequenas fábricas de reciclagem de papelão próximas às cidades mais populosas do País.

A taxa de reciclagem dos produtos do papelão ondulado é altíssima, como já vimos, próxima a 75%. Entretanto, argumentam os dirigentes da ABPO – Associação Brasileira do Papelão Ondulado, que esse nível poderia muito bem ser mais elevado com alguns ajustes na cadeia de suprimento, em especial relacionadas às fontes de oferta de resíduos de produtos de papelão.

Os principais usuários para as aparas de ondulados são as próprias fábricas de papelão ondulado, que as utilizam para fabricação do papel miolo, da capa *testliner* e em receitas na capa *kraftliner*. Outros grandes usuários são os fabricantes de papel cartão multicamadas, para construção da camada marrom escura do cartão. Os cartões são fabricados com camadas sobrepostas de papel que se aderem basicamente pela compressão na máquina de papel. Forças eletrostáticas de ligação e uso de ligantes (amido) ajudam que essas camadas não se delaminem. As camadas internas costumam ser mais grosseiras e fabricadas com aparas de papel jornal, papelão ondulado ou outros tipos de aparas de papel. As camadas externas podem ser brancas ou marmorizadas, fabricadas com fibras virgens ou recicladas.

Também os fabricantes de papel kraft natural (não-branqueado) costumam usar em sua composição aparas de ondulados do tipo I, que são aquelas que contêm caixas de primeira qualidade, com alta presença de papel *kraftliner* na sua constituição.

Percebe-se do exposto, que a maior parte da indústria brasileira de papéis de embalagem se apoia fortemente na utilização de aparas de ondulados. Quase a metade das fibras celulósicas consumidas por essa indústria é derivada de reciclados do papelão ondulado (2,7 milhões de toneladas). O restante costuma ser de polpa kraft não branqueada (sacos e *kraftliner*) que são também obtidos a partir de fibras de *Pinus*, em sua maioria de origem direta da polpação da madeira. Alguma quantidade de fibras branqueadas costuma estar presente em certos tipos de embalagens celulósicas: embalagens longa-vida, papelão ondulado com capa externa marmorizada em branco ("mottled white"), cartões com face externa branca para impressão ("white top liner") e alguns sacos e embalagens em coloração branca ou a cores.

Apesar dessa enorme vantagem e oportunidade que a reciclagem do papelão oferece, as avaliações financeiras mostram que as fábricas integradas que se valem de fibras virgens kraft obtidas do *Pinus* costumam apresentar margens de contribuição mais atrativas do que as de papel reciclado. Essa incógnita tipicamente brasileira se deve a fatores bem conhecidos: escala maior de produção das fábricas integradas de celulose e papel kraft; alto custo das aparas em função de cadeia de suprimento complexa e repleta de intermediários, problemas de logística e de atendimento de mercados altamente fragmentados, que exigem especializações efficientíssimas.

As estatísticas reveladas para a reciclagem do papelão não levam em conta as demais utilizações menores das aparas dos ondulados. Algumas vêm crescendo de forma muito significativa. As principais estão localizadas na indústria da construção



civil. Cada vez mais essa indústria tem buscado alternativas mais ecológicas para seus produtos, trocando matérias-primas problemáticas por fibras celulósicas de papel reciclado. É o caso da gradual substituição das fibras de asbesto por fibras celulósicas nos produtos de fibrocimento (telhas, caixas d'água, tubulações, etc.).

Diversos fabricantes de fibrocimento já conhecem e utilizam fibras longas do *Pinus*, sendo que essas são originadas de dois materiais principais: os próprios sacos de cimento consumidos pela fábrica de fibrocimento; aparas de sacos kraft ou de papelão ondulado. São fibras baratas, menos problemáticas, inofensivas à saúde das pessoas e que se deterioram na natureza sem inconvenientes.

Além dos produtos de fibrocimento, outros compósitos fabricados com fibras longas celulósicas de aparas de papéis e papelões vêm sendo pesquisados com intensidade e alguns deles com sucesso comercial:

- Tijolos e bloquetes de solo argiloso contendo fibras celulósicas;
- Compósitos cimentícios contendo fibras de celulose e com formatos de blocos, divisórias, vedações, bloquetes, forros, etc.;
- Telhas ecológicas fabricadas com aparas de papelão ou de papel kraft que são onduladas, secas e depois recebem um acabamento superficial com emulsão asfáltica ou betumem.
- Inúmeros produtos de artesanato em papel e papelão reciclado em milhares de oficinas de papel artesanal ou papel-arte existentes no País.

Recomendamos e insistimos que leiam dois trabalhos referenciados em nossa seção de literatura, ao final desse texto. Um deles é uma monografia de conclusão do curso em Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró – RN, escrita pela formanda Jéssica Fernandes Batista, em 2013. O texto, as fotos, as cuidadosas entrevistas e o estilo redacional compõem um interessante e excelente achado da literatura técnica sobre a reciclagem do papel para usos na construção civil - uma preciosidade. Ela nos mostra intrigantes utilizações do papelão ondulado na construção de protótipos de casas e abrigos, na construção de edifícios com tubos de papelão, além de dar detalhes interessantíssimos do reciclado de ondulados para fabricação de compósitos com terra, com cimento e na utilização para produção de fibras ecológicas.

O outro texto de pesquisa que recomendamos para leitura é tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo do Dr. Márcio Albuquerque Buson na UnB – Universidade de Brasília, sobre um criativo processo de produção de uma espécie de tijolo composto por terra e fibras de celulose, que não necessita de queima para curar. O autor denominou o produto de *krafterra* e trabalha para converter esse produto e seu processo em realidades comerciais valorosas.

## Reciclagem dos sacos de papel kraft para utilizações industriais



A produção brasileira de papel kraft para sacos atingiu 352 mil toneladas em 2012. Sacos multifoliados de altíssima qualidade são produzidos no País a partir do processamento kraft para obtenção de fibras celulósicas de *Pinus* ou de bambu. O papel pode ou não receber uma microcrepagem para dar a ele uma característica de expansibilidade, aumentando sua resistência a forças aplicadas de forma estática ou dinâmica (impactos).

Os principais usos para esses sacos são: embalagem de cimento, cal, fertilizantes, argamassas, farinhas, rações, produtos químicos em geral. Os produtos embalados podem estar na forma de pós ou granulados secos. Em geral, os sacos são construídos para embalar entre 20 a 50 kg, contendo entre 1 a 4 folhas. A gramatura das folhas individuais varia entre 60 a 120 g/m<sup>2</sup>. Os sacos de folha única são menos usados, mas também têm seus mercados. Costumam ser fabricados com papel kraft de maiores gramaturas para compensar o menor número de folhas.

Quase todos os ensaios realizados e relatados na literatura indicam que as folhas dos sacos já utilizados ainda mantém a integridade de sua resistência e qualidade. Ou seja, mesmo embalando e tomando contato com cimento, cal, fertilizantes e químicos agressivos, as fibras conseguem se manter com boas resistências e com excelente potencial para reciclagem.

No Brasil, cerca de 40% do papel tipo sacos kraft de uso industrial embalam cimento. O País é grande produtor de cimento – cerca de 50 milhões de toneladas ao ano. As estatísticas recentes mostram que o consumo de sacos para embalar cimento atinge facilmente valores acima de um bilhão de sacos por ano. Cada saco de cimento de 50 kg pesa aproximadamente 135 a 150 gramas em papel – logo, o residual de sacos usados após a retirada do conteúdo cimentício atinge aproximadamente 150.000 toneladas de papel a esperar ações de reciclagem.

Os fabricantes de cimento têm preferência pelos sacos de papel em relação a outros tipos de embalagem. Isso se deve a três razões: porosidade do papel; flexibilidade e resistência da folha; aspectos ambientais favoráveis da embalagem de papel. Eles costumam embalar cimento em três tipos de sacos, contendo 25, 40 ou 50 kg de produtos por saco.

A reciclagem do saco de cimento é bastante problemática. As fábricas de papel reciclado gostam das fibras desses sacos, mas têm pavor dos residuais presentes de cimento. Esse cimento se incrusta em seus equipamentos e causa pesadelos para os circuitos de água das fábricas. Alguns países colocam inclusive restrições para a reciclagem desses sacos para fabricar reciclados de papel. Isso porque o cimento é cáustico e pode causar problemas para a saúde das pessoas quando presentes nos papéis de uso comum.

As legislações ambientais mais avançadas também não permitem que os sacos de cimento sejam dispostos em aterros sanitários, em lixões, em bota-foras domiciliares ou mesmo jogados pelo cidadão comum em terrenos baldios. Há que se cuidar para que os percolados não atinjam o solo, a água subterrânea e tampouco os cursos d'água superficiais.

Dessa maneira, o saco de cimento passa a ser um problema para quem o gera na forma de um resíduo sólido. De forma similar, conforme o conteúdo, isso é válido também para sacos de fertilizantes, de produtos químicos e outros usos dessa embalagem. Em geral, muitos acabam incinerando os sacos para evitar problemas com a fiscalização.

Por isso mesmo, papéis de excepcional qualidade fibrosa acabam sendo desviados da rota da reciclagem, onde poderiam ser absorvidos com sucesso e convertendo-se em matérias-primas valiosas para a sociedade.

A indústria da construção civil é a que mais convive e busca soluções para seus sacos de cal e cimento. Novos conhecimentos e utilizações vêm sendo criativamente desenvolvidas com sucesso ambiental, social e econômico. Em passado recente, não havia interesse para solucionar esse problema, já que a legislação e a fiscalização não eram rigorosas. Hoje, os aspectos ambientais estão incentivando as pesquisas e elas surgem em inúmeras empresas e universidades. Esses estudos focam a aplicabilidade industrial do saco kraft em processos de reciclagem que não são necessariamente na reconversão a papel. Algumas dessas utilizações já se converteram em sucesso comercial e outras estão em via de expansão em suas bases de negócios.

Em geral, a própria indústria geradora do resíduo saco kraft contaminado acaba separando de forma adequada os sacos e busca em primeiro lugar seu uso dentro do mesmo tipo de indústria. Por essa razão, os grandes sucessos que a indústria da construção civil vem atingindo com a reciclagem desse resíduo. Dentre as principais utilizações para os sacos de papel multifoliados se destacam algumas, que também podem ser atingidas pelo uso de aparas de papelão ondulado (puras ou em mistura com fibras dos sacos kraft):

- Reforço de matrizes frágeis de argamassas e concreto, para lhes dar resistência à deformação plástica, suportando assim mais as cargas instantâneas de alto impacto;
- Fabricação de pré-moldados de concreto contendo fibras celulósicas;
- Produção de compósitos cimentícios utilizando teores variados de fibras dos sacos de papel desagregados em processos úmidos. Os principais produtos são blocos, bloquetes, acabamentos diversos, vedações, etc.
- Fabricação de produtos de fibrocimento (telhas, caixas d'água, tubos, etc.);



- Fabricação de fibrocompósitos de terra estabilizada com cimento e prensada sem necessidade de se queimar para cura (Exemplo: produto *kraftterra* do Dr. Márcio Buson);
- Fabricação de fibrotijolos de argila que se mostram menos erosivos e mais leves;
- Fabricação de telhas ecológicas com acabamento asfáltico;
- Fabricação de placas de forro consideradas ecológicas (Exemplo: Forro *Forreco*, um desenvolvimento da equipe do SENAI de Bauru/SP com o uso do próprio residual de cimento contido nos sacos);
- Fabricação de paredes secas ("dry wall") na forma painéis de gesso acartonado, protegidos por duas chapas de cartão fabricado com papel reciclado.

Em todas essas utilizações, os criadores desses produtos demonstram melhorias de qualidade com o uso de fibras celulósicas dos sacos kraft. Os principais ganhos são de redução de peso, melhoria de algumas resistências (atrito, deformação), maior estabilidade, maior capacidade isolante (térmica e/ou acústica), maior flexibilidade, etc. Entretanto, os pesquisadores recomendam atenção e cautela para não se excederem os níveis críticos de adição de fibras, que variam caso a caso. Esses valores dependem tanto da qualidade das matérias-primas, como do próprio processo e especificações dos produtos sendo fabricados. Caso esses limites sejam ultrapassados, a durabilidade e a resistência dos produtos e mesmo das construções podem ser afetadas.

Enfim, os avanços estão acontecendo rapidamente na indústria da construção civil, na busca de materiais mais sustentáveis e capazes de fabricarem residências e obras mais baratas e com menores impactos ambientais. É bem possível que essa indústria possa utilizar outros tipos de aparas de sacos que estejam embalando outros produtos além de cimento, cal e argamassas. Resta saber se outras indústrias, como as de fertilizantes, alimentos e produtos químicos também não irão se mobilizar para pesquisar usos para esses seus resíduos. Isso pode ser inclusive feito em parceria com as fábricas do setor de celulose e papel, que são diretamente interessadas nessas fibras contidas nos sacos de embalagem e em terem produtos que causem mínimos impactos para seus clientes.

Afinal amigos, esse é o fantástico mundo da reciclagem do papel – onde muita coisa boa acontece e muito mais virá a acontecer para beneficiar a sociedade humana e os recursos naturais do nosso planeta.

### **Referências e sugestões para leitura e navegação:**

A literatura técnica não é muito rica em artigos e textos sobre reciclagem de papéis de fibras longas, por isso, o que lhes trazemos consiste em uma seleção de peças importantes que servem para abrir portas para aqueles que se interessarem sobre o tema. Se lhes interessar mais referências, naveguem em um bom buscador da web para encontrarem outras publicações. Vocês vão notar que existem muitos artigos de caráter mais informativo e dedicado aos cidadãos comuns, incentivando-os a coletar papéis e os reservar para a reciclagem. Entretanto, textos técnicos

bem elaborados não são muito disponíveis, o que indica que existe ainda muito potencial para pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos nessa área.

É muito importante que vocês naveguem logo e façam os devidos *downloading's* dos materiais de seu interesse nas nossas referências de links. Muitas vezes, as instituições disponibilizam esses valiosos materiais por curto espaço de tempo; outras vezes, alteram o endereço de referência em seu website. De qualquer maneira, toda vez que ao tentarem acessar um link referenciado por nossa newsletter e ele não funcionar, sugiro que copiem o título do artigo ou evento e o coloquem entre aspas, para procurar o mesmo em um buscador de qualidade como Google, Bing, Yahoo, etc. Às vezes, a entidade que abriga a referência remodela seu website e os endereços de URL são modificados. Outras vezes, o material é retirado do website referenciado, mas pode eventualmente ser localizado em algum outro endereço, desde que buscado de forma correta.

**Papelão ondulado. Ficha técnica.** CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Acesso em 15.01.2014:

[http://www.cempre.org.br/ft\\_papel\\_ondulado.php](http://www.cempre.org.br/ft_papel_ondulado.php)

**Processing newsprint (ONP) for recycling.** Mississippi Department of Environmental Quality. Acesso em 15.01.2014:

[http://www.deq.state.ms.us/MDEQ.nsf/page/Recycling\\_Newsprint?OpenDocument](http://www.deq.state.ms.us/MDEQ.nsf/page/Recycling_Newsprint?OpenDocument) (em Inglês)

**Pulpa moldeada de papel reciclado.** Vídeo Youtube. Canal Ecoempaquês. 7,04 min. Acesso em 15.01.2014:

<http://www.youtube.com/watch?v=6rjKMmOxg10> (em Espanhol)

**Recycling cement sack papers.** J.M. Neves. UNEP Working Group on Cleaner Production in the Pulp and Paper Industries. Acesso em 15.01.2014:

<http://infohouse.p2ric.org/ref/10/09225.htm> (em Inglês)

**Reciclagem de sacos de cimento.** IG. 3R Locação. Acesso em 15.01.2014:

[http://www.3rlocacao.com.br/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=86&Itemid=180](http://www.3rlocacao.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=180)

**Reciclagem de sacos de cimento.** Setor Reciclagem. Acesso em 15.01.2014:

<http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=751>

**Onduline. Telhas ecológicas de fibras celulósicas.** Acesso em 15.01.2014:

<http://www.onduline.com.br/index.asp>

<http://www.onduline.com.br/videos/videos.html> (Vídeos com detalhes do processo de fabricação)

**Forreco.** Forro ecológico criado pelo SENAI a partir de sacos de cimento. Vídeos YouTube. Acesso em 15.01.2014:

**BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel.** Acesso em 15.01.2014:

<http://www.bracelpa.org.br/>

<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/461> (Relatórios estatísticos)

<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/rel2012.pdf> (Estatísticas 2012)

**ABPO – Associação Brasileira do Papelão Ondulado.** Acesso em 15.01.2014:

<http://www.abpo.org.br/>

**Artesanato com papel jornal reciclado.** C. Foelkel. PinusLetter nº 40. (2013)

[http://www.celso-foelkel.com.br/pinus/PinusLetter40\\_ArtesanatoPapelJornal.pdf](http://www.celso-foelkel.com.br/pinus/PinusLetter40_ArtesanatoPapelJornal.pdf)

**Estudo do papel como material na construção civil – revisão de literatura.** J.F. Batista. Monografia de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 59 pp. (2013)

<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/270/TCC%20-%20BCT/TCC%20Jessica%20Fernandes.pdf>

**Resíduos industriais e sua destinação final: análise e proposta para o principal resíduo de uma fábrica de pré- moldados de concreto.** A.P. Souza; R.L. Silva; W.R.E. Banna; L.M.O. Rosa; N.R. Duarte. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 07 pp. (2013)

[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STP\\_185\\_056\\_23027.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_185_056_23027.pdf)

**Avaliação das propriedades geotécnicas de um solo argiloso e outro arenoso com adição de fibras de papel kraft.** D.R.L. Mogrovejo. Dissertação de Mestrado. UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. 225 pp. (2013)

<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000912789>

**Obtenção e caracterização de compósitos cimentícios reforçados com fibras de papel de embalagens de cimento.** M.A. Silva. Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. 107 pp. (2013)

[http://www.posmat.cefetmg.br/galerias/arquivos\\_download/Dissertaxo\\_Mestrado\\_-\\_Myrtes.pdf](http://www.posmat.cefetmg.br/galerias/arquivos_download/Dissertaxo_Mestrado_-_Myrtes.pdf)

**Resíduos da construção civil: reaproveitamento do kraft e utilização do marketing verde.** L.W.G. Souza; E.T. Silva; R.P. Silva Junior. VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 08 pp. (2012)

<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/5267/2204>



**O mercado de papelão ondulado e os desafios da competitividade da indústria brasileira.** A.C.F. Vidal. BNDES Setorial 35: 05 – 46. (2012)

[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3501.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3501.pdf)

**Reciclado Celulósico 2012.** M. Zanuttini (Editor). Red Iberoamericana para la Revalorización del Reciclado Celulósico. Website RIADICYP - Red Iberoamericana de Docencia e Investigación en Celulosa y Papel. (2012)

[http://www.riadicyp.org.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=117&lang=es](http://www.riadicyp.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=117&lang=es)  
(em Espanhol ou Português)

e  
<http://www.riadicyp.org.ar/images/stories/Libro/Reciclado/cap1.pdf> (Capítulo I: Aspectos generales - M.A. Zanuttini. 24 pp. – em Espanhol)

e  
<http://www.riadicyp.org.ar/images/stories/Libro/Reciclado/cap7.pdf> (Capítulo VII: Controle da qualidade de papéis com fibras recicladas – M.L.O. Almeida; M. Zanuttini – 34 pp. - em Português)

**Papéis para sacos kraft de embalagem com alta resistência contendo fibras celulósicas de *Pinus*.** E. Foelkel; C. Foelkel. PinusLetter nº 33. (2011)

[http://www.celso-foelkel.com.br/pinus\\_33.html#quatorze](http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_33.html#quatorze)

**Produtos de fibrocimento derivados de fibras de *Pinus*.** E. Foelkel; C. Foelkel. PinusLetter nº 32. (2011)

[http://www.celso-foelkel.com.br/pinus\\_32.html#cinco](http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_32.html#cinco)

**Polpa moldada.** E. Foelkel; C. Foelkel. PinusLetter nº 31. (2011)

[http://www.celso-foelkel.com.br/pinus\\_31.html#quatorze](http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_31.html#quatorze)

**Redução dos resíduos industriais e geração de energia de baixo carbono.** R. Thibes. Seminário de Eficiência Energética. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 23 slides. (2011)

[http://www.abtcpblog.org.br/blog15/RonaldoThibes\\_Jaepel19052011.pdf](http://www.abtcpblog.org.br/blog15/RonaldoThibes_Jaepel19052011.pdf)

**Papéis reciclados e papéis de fibras virgens: a necessária complementação tecnológica e ambiental.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 26. (2010)

[http://www.eucalyptus.com.br/newspt\\_mar10.html#quatorze](http://www.eucalyptus.com.br/newspt_mar10.html#quatorze)

**Fibrocimento.** L.V. Artigas. Materiais de Construção III. UFPR - Universidade Federal do Paraná. – TC 034. Apresentação em PowerPoint: 47 slides. (2010)

[http://www.dcc.ufpr.br/wiki/images/0/0d/TC034\\_fibrocimento.pdf](http://www.dcc.ufpr.br/wiki/images/0/0d/TC034_fibrocimento.pdf)

**Papelão ondulado. Parte 1 - Definições, histórico, benefícios, reciclagem e mercados.** E. Foelkel; C. Foelkel. PinusLetter nº 20. (2009)

[http://www.celso-foelkel.com.br/pinus\\_20.html#dois](http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_20.html#dois)

**Fibras curtas de eucalipto para novas tecnologias em fibrocimento.** G.H.D. Tonoli. Tese de Doutorado. USP - Universidade de São Paulo. 150 pp. (2009)

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-18022010-142936/pt-br.php>

**Kraftterra. Desenvolvimento e análise preliminar do desempenho técnico de componentes de terra com a incorporação de fibras de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimento para vedação vertical.** M.A. Buson. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. 149 pp. (2009)

[http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=6508](http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=6508)

**Influência do teor de fibras recicladas nas propriedades físico-mecânicas do papel.** A.C. Nascimento; J.V. Moreira; R.G. Marques; K.C. Iarosz. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. 05 pp. (2009)

<http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/uploads/media/98421921.pdf>

e

<http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/viewFile/16/53>

**Crerios de sustentabilidade para elementos construtivos – um estudo sobre telhas “ecológicas” empregadas na construção civil.** M.L.S. Lessa. Dissertação de Mestrado UFBA - Universidade Federal da Bahia. 153 pp. (2009)

[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=172465](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=172465)

e

[http://www.meau.ufba.br/site/system/files/2009\\_Mara\\_Lessa.pdf](http://www.meau.ufba.br/site/system/files/2009_Mara_Lessa.pdf)

**Divisórias em gesso acartonado. Sua utilização na construção civil.** J.A. Morato Júnior. Monografia de Conclusão de Curso. Universidade Anhembi Morumbi. 74 pp. (2008)

<http://engenharia.anhembi.br/tcc-08/civil-28.pdf>

**Influencia de la materia prima en la operación de moldeado de pulpas y en las propiedades del producto final.** G.B. Gavazzo; C.A. Pavlik. 5º CIADICYP - Congreso Iberoamericano de Investigación em Celulosa y Papel. 10 pp. (2008)

[http://www.riadicyp.org.ar/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=483%3AInfluencia-de-la-materia-prima-en-la-operacion-de-moldeado-de-pulpas-y-en-las-propiedades-del-producto-final&id=29%3Atrabajos-presentados&Itemid=100036&lang=es](http://www.riadicyp.org.ar/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=483%3AInfluencia-de-la-materia-prima-en-la-operacion-de-moldeado-de-pulpas-y-en-las-propiedades-del-producto-final&id=29%3Atrabajos-presentados&Itemid=100036&lang=es) (em Espanhol)

**Kraftterra - arquitetura de terra como possibilidade para a reciclagem de sacos de cimento.** M.A. Buson; R.M. Sposto. II Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. 02 pp. (2007)

[http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007\\_artigo\\_096.pdf](http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_096.pdf)

**Reciclagem química do jornal para a produção de membranas de acetato de celulose pelo processo de acetilação homogêneo.** D.S. Monteiro. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 76 pp. (2007)

<http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/774/1/ReciclagemQuimicaJornal.pdf>

**A embalagem de papelão ondulado no Brasil.** P.S. Peres. Exporcelpa Sul 2006. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 15 slides. (2006)

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/A%20Embalagem%20de%20Papel%20A6o%20Ondulado%20no%20Brasil-Autor%20Paulo%20Sergio.pdf>

**Aspectos produtivos e análise do desempenho do fibrocimento sem amianto no desenvolvimento de tecnologia para telhas onduladas.** G.H.D. Tonoli. Dissertação de Mestrado. USP – Universidade de São Paulo. 154 pp. (2006)

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-11052006-145210/publico/5077583ME.pdf>

**Incorporação de resíduos de embalagens pós-consumo provenientes das agroindústrias na fabricação de bandejas de polpa moldada.** F.C. Grach. Dissertação de Mestrado. UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. 55 pp. (2006)

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89503/241123.pdf?sequence=1>

**Waste management options for discarded newspaper in the Helsinki Metropolitan Area. Life cycle assessment report.** H. Dahlbo; J. Laukka; T. Myllymaa; S. Koskela; J. Tenhunen; J. Seppälä; T. Jouttijärvi; M. Melanen. Finnish Environment. Report 752. 153 pp. (2005)

<http://www.seeds4green.org/sites/default/files/FE752.pdf> (em Inglês)

**Three-dimensional engineered fiberboard: opportunities for the use of low valued timber and recycled material.** J.F. Hunt; D. Harper; K.A. Friedrich. 38th International Wood Composites Symposium. 12 pp. (2004)

[http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2004/fpl\\_2004\\_hunt003.pdf](http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2004/fpl_2004_hunt003.pdf) (em Inglês)

**The influence of type and refinement of the cellulose pulp in the behavior of fiber cement with hybrid reinforcement- a regression analysis application.** E.M. Bezerra; H. Savastano Jr. 17th ASCE Engineering Mechanics Conference. 08 pp. (2004)

[http://www.usp.br/constrambi/producao\\_arquivos/the\\_influence\\_of\\_type.pdf](http://www.usp.br/constrambi/producao_arquivos/the_influence_of_type.pdf) (em Inglês)

**Caracterização do compósito cimentício com adição de particulados de madeira – espécie de *Pinus*.** L. Senff. Dissertação de Mestrado. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. 123 pp. (2004)

[http://www.tede.udesc.br/tde\\_arquivos/11/TDE-2005-04-05T11:07:40Z-11/Publico/Luciano%20Senff.pdf](http://www.tede.udesc.br/tde_arquivos/11/TDE-2005-04-05T11:07:40Z-11/Publico/Luciano%20Senff.pdf)

**Estudo da durabilidade de compósitos reforçados com fibras de celulose.** A.C. Silva. Dissertação de Mestrado. USP - Universidade de São Paulo. 145 pp. (2002)

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05112002-172710/publico/Aluizio.pdf>



**A reciclagem e a produção de papéis para embalagens.** F.C. Razzolini. Fórum ANAVE 2002. Apresentação em PowerPoint: 37 slides. (2002)

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Reciclagem%20papel%20e%20a%20Prod%20Papeis%20Embalagens%20ANAVE%202002.pdf>

**Cartões multifolhados: efeito da interação de fibras virgens e recicladas.** F.L. Neves; J.M. Neves. I CIADICYP. 09 pp. (2000)

[http://www.riadicyp.org.ar/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=29%3Acartoes-multifolhados-efeito-da-interacao-de-fibras-virgens-e-recicladas&id=2%3Aapapel&Itemid=100008&lang=es](http://www.riadicyp.org.ar/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=29%3Acartoes-multifolhados-efeito-da-interacao-de-fibras-virgens-e-recicladas&id=2%3Aapapel&Itemid=100008&lang=es)

**Reciclagem de papel em Campo Grande - MS e em outros locais.** J.M. Escandolhero; A.M. Souza; S.C. Hess. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES/AIDIS. 18 pp. (2000)

<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-065.pdf>

**Fabricación de productos en pulpa moldeada: un caso de estudio.** G.B. Gavazzo; R. Lanouette; J.L. Valade. 1º CIADICYP - Congreso Iberoamericano de Investigación em Celulosa y Papel. 11 pp. (2000)

[http://www.riadicyp.org.ar/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=24%3Afabricacion-de-productos-en-pulpa-moldeada-un-caso-de-estudio&id=2%3Aapapel&Itemid=100008&lang=es](http://www.riadicyp.org.ar/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=24%3Afabricacion-de-productos-en-pulpa-moldeada-un-caso-de-estudio&id=2%3Aapapel&Itemid=100008&lang=es) (em Espanhol)

**Telhas onduladas a base de cimento Portland e resíduos de *Pinus caribaea*.** L.L. Pimentel. Dissertação de Mestrado. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. 67 pp. (2000)

<http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000219675>

**A feasibility study of the recycling of newsprint in the lower mainland of British Columbia.** J.I Johansson. Tese de Mestrado. University of British Columbia. 106 pp. (1971)

[https://circle.ubc.ca/bitstream/handle/2429/33429/UBC\\_1972\\_A4\\_5%20J63.pdf?sequence=1](https://circle.ubc.ca/bitstream/handle/2429/33429/UBC_1972_A4_5%20J63.pdf?sequence=1) (em Inglês)

**Newsprint as a feedstuff for beef cattle.** D.A. Dinius; R.R. Oltjen. Journal of Animal Science 33(6): 1344 – 1350. (1971)

<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.journalofanimalscience.org%2Fcontent%2F33%2F6%2F1344.full.pdf&ei=72bWUuP9MZTqkAfqpoG4DA&usg=AFQjCNEBuYtXJmqWucunWnGlbGec8CmAzA&bv m=bv.59378465,d.eW0> (em Inglês)

**Avaliação da reciclabilidade de papéis sack kraft.** M.L. Souza; R. Antes; R.S. Oliveira; S.M. Sommer. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (s/d = Sem referência de data)

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/42-ABTCP.pdf>

**Avaliação da reciclabilidade de papéis sack kraft.** M.L. Souza; R. Antes; R.S. Oliveira; S.M. Sommer. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 17 slides. (s/d = Sem referência de data)

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/43-ABTCP.pdf>

**Papéis para sacaria.** A.C.M. Coelho; A. Souza. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 12 pp. (s/d = Sem referência de data)

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/44-ABTCP.pdf>

**Evaluation & improvement of surface properties of newsprint manufactured from recycled fibers.** Y.V. Sood; P.C.P.S. Tyagi; R. Neethikumar; A. Pandey; Nisha; I. Payra; R. Tyagi; T. Johri; S. Marwah. Central Pulp and Paper Research Institute. 78 pp. (s/d = Sem referência de data)

<http://www.dcpulppaper.org/gifs/report10.pdf> (em Inglês)

**Economic analysis of options for managing biodegradable municipal waste. Final report.** D. Hogg; E. Favoino; N. Nielsen; J. Thompson; K. Wood; A. Penschke; D. Economides; S. Papageorgiou. Eunomia Research & Consulting. 202 pp. (s/d = Sem referência de data)

[http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/pdf/econanalysis\\_finalreport.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/pdf/econanalysis_finalreport.pdf) (em Inglês)

---

**PinusLetter** é um informativo técnico, com artigos e informações acerca de tecnologias florestais e industriais e sobre a Sustentabilidade das atividades relacionadas ao **Pinus** e a outras coníferas de interesse comercial

Coordenação e Redação Técnica - **Celso Foelkel**

Editoração - **Alessandra Foelkel**

**GRAU CELSIUS:** Tel.(51) 9947-5999

Copyrights © 2010-2014 - [celso@celso-foelkel.com.br](mailto:celso@celso-foelkel.com.br)

---

A **PinusLetter** é apoiada por uma rede de empresas, organizações e pessoas físicas.

Conheça-os em [http://www.celso-foelkel.com.br/pinusletter\\_apoio.html](http://www.celso-foelkel.com.br/pinusletter_apoio.html)

---

As opiniões expressas nos artigos redigidos por **Celso Foelkel** e por outros autores convidados e o conteúdo dos websites recomendados para leitura não expressam necessariamente as opiniões dos patrocinadores, facilitadores e apoiadores.

---

Caso você queira **conhecer mais sobre a PinusLetter**, visite o endereço <http://www.celso-foelkel.com.br/pinusletter.html>

---

**Descadastramento:** Caso você **não queira continuar recebendo a PinusLetter**, envie um e-mail de cancelamento para [foelkel@via-rs.net](mailto:foelkel@via-rs.net)

---

---

Caso esteja interessado em **apoiar ou patrocinar** a PinusLetter, envie uma mensagem de e-mail demonstrando sua intenção para [foelkel@via-rs.net](mailto:foelkel@via-rs.net)

---

Caso queira se cadastrar para passar a receber as próximas edições da **PinusLetter** - bem como do **Eucalyptus Online Book & Newsletter**, clique em **Registrar-se**

---

Para garantir que nossos comunicados cheguem em sua caixa de entrada, adicione o domínio **@abtcp.org.br** ao seu catálogo de remetentes confiáveis de seu serviço de mensagens de e-mail.

---