



Eucalyptus Online Book & Newsletter



OS EUCALIPTOS E AS LEGUMINOSAS Parte 01: *Acacia mearnsii*

Celso Foelkel

www.celso-foelkel.com.br

www.eucalyptus.com.br

www.abtcp.org.br

Fevereiro 2008

Empresas patrocinadoras:

BOTNIA



ARACRUZ

INTERNATIONAL  PAPER



KSH



SUZANO
PAPEL E CELULOSE

OS EUCALIPTOS E AS LEGUMINOSAS

Parte 01: *Acacia mearnsii*

Celso Foelkel

CONTEÚDO

- INTRODUÇÃO
- AS ACÁCIAS
- A *Acacia mearnsii* NO BRASIL
- SILVICULTURA DA *Acacia mearnsii* NO BRASIL
- DIFICULDADES E OPORTUNIDADES NO REFLORESTAMENTO COM *Acacia mearnsii* NO BRASIL
- COMERCIALIZAÇÃO DE TORAS E DE CAVACOS DE MADEIRA DE *Acacia mearnsii*
- CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA MADEIRA DE *Acacia mearnsii*
- USO DA MADEIRA DE *Acacia mearnsii* PARA FABRICAÇÃO DE CELULOSE E PAPEL
- UTILIZAÇÃO DA *Acacia mearnsii* PARA FINS DE BIOMASSA ENERGÉTICA
- PROCESSOS SIMBIÓTICOS COM *Acacia mearnsii*
- PLANTIOS MISTOS DE EUCALIPTOS E DE ACÁCIAS
- *Acacia mearnsii* COMO PLANTA INVASORA
- CONSIDERAÇÕES FINAIS
- REFERÊNCIAS DA LITERATURA E SUGESTÕES PARA LEITURA

OS EUCALIPTOS E AS LEGUMINOSAS

Parte 01: *Acacia mearnsii*

Celso Foelkel

www.celso-foelkel.com.br

www.eucalyptus.com.br

www.abtcp.org.br

INTRODUÇÃO



As leguminosas formam uma das maiores famílias botânicas, com ampla distribuição pelo nosso planeta. São cerca de 18.000 espécies, uma grande parte delas de valor comercial ou com algum tipo de utilidade para o homem ou para os animais. As leguminosas se caracterizam por terem frutos na forma de vagem, fava ou legume. Por essa razão, são também conhecidas por Fabaceae. São aceitas pelo menos três sub-famílias no grupo: Papilionoideae, Faboideae e Mimosoideae.

As leguminosas variam desde plantas de pequeno porte como as culturas agrícolas de soja, feijão, ervilha, alfafa, lentilha e grão de bico até

as plantas de dimensões arbóreas como as acácias (*Acacia mangium* e *Acacia mearnsii*) e bracatinga (*Mimosa scabrella*). Todas essas últimas árvores são da sub-família Mimosoideae ou Mimosaceae. Além disso, há uma grande quantidade de vegetais arbustivos na família, como os algarrobos (*Prosopis spp.*), aromos, cássias, crotalárias e muitas outras espécies muito conhecidas na América Latina.

Quase todas as espécies de leguminosas apresentam uma simbiose radicular com espécies de bactérias conhecidas como rizóbios. Essas bactérias são fixadoras de nitrogênio do ar, por isso, agregam uma fantástica qualidade às culturas agrícolas. Muitas leguminosas são utilizadas como fonte de adubação verde nitrogenada. Isso porque as plantas das leguminosas recebem dessas bactérias o nitrogênio na forma de íons e o incorporam em suas partes como folhas, flores, cascas, etc. Com isso, enriquecem-se desse importante nutriente. As conseqüências agrícolas e econômicas dessa simbiose são notáveis. Os frutos e sementes dessas leguminosas são muito ricos em proteínas e em amino-ácidos, enquanto a cultura demanda pouca ou nenhuma adubação nitrogenada.

As plantas de leguminosas possuem ainda uma rara beleza estética, com suas florações intensas e belas, bastante procuradas pelas abelhas e vespas melíferas. Diversas dessas plantas são utilizadas em paisagismo e jardinagem.

Temos ainda diversas leguminosas arbóreas nativas do Brasil, capazes de produzir madeiras de lei e com isso, colaborarem para o crescimento econômico regional: pau-Brasil, pau-ferro, jacarandá, guapuruvu, sucupira, angelim, sibipiruna, canafístula, araribá, barba-timão, etc.

Dentre as leguminosas de forte interesse silvicultural para a produção de madeira para o Brasil destacam-se as espécies *Acacia mearnsii* (acácia negra), *Acacia mangium* e *Mimosa scabrella*. As três já estão sendo plantadas em povoamentos florestais e com isso, fornecendo madeira para algumas regiões brasileiras. A bracatinga e a acácia negra são mais abundantes no sul do país (estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina). Já a *Acacia mangium* está tendo seu potencial avaliado para diversas regiões de norte a sul do país. Trata-se, essa última, de uma espécie comercial tropical de alta rusticidade e com uma geração rápida de madeira para diversos usos industriais e energéticos.

Nesses capítulos do **Eucalyptus Online Book** que chamamos de **“Os Eucaliptos e as Leguminosas”** debateremos a complementaridade para a produção de florestas plantadas de eucaliptos e de diversas dessas leguminosas. Entendemos que muito melhor do que comparar eucaliptos e leguminosas com a idéia de escolher um ou outro dos gêneros envolvidos, o ideal é encontrar soluções de integração entre eles através de ciência e de novas tecnologias florestais. Isso porque há inúmeras vantagens dessa prática de plantar eucaliptos e leguminosas e não apenas uns ou outras. As principais razões são de origem ambiental, social e econômica, ou seja, de forte foco na sustentabilidade florestal.

Apesar de até o momento os eucaliptos mostrarem um estágio de melhoramento genético florestal muito mais avançado e com isso, mostrarem muito maior produtividade, essas leguminosas oferecem amplo campo para ganhos de produtividade em quantidade e qualidade de madeira e de outros produtos associados (tanino, carbono, carvão vegetal, etc.). A produtividade atual em madeira das acácias e da bracatinga no Brasil são similares aos incrementos que se conseguiam com os eucaliptos na década dos 1970's. Naquela época apenas se engatinhava na hibridação e clonagem e a maioria dos plantios eram feitos com sementes de áreas de produção de sementes e alguma coisa com sementes de pomares de sementes, ainda não clonais. Ou seja, nesses 30 a 40 anos de eucaliptocultura saímos de uma produtividade de 20 a 25 m³/ha.ano para cerca de 40 a 55. Será que não teríamos igual competência para esses ganhos também com nossas amigas acácias e bracatinga? Essas três essências florestais possuem potencial para ritmos de crescimento bem maiores que os atuais. Pode-se ainda melhorar a forma das árvores e se resolverem problemas crônicos de fitossanidade florestal, como o caso da gomose da acácia negra. Por isso, a sinergia entre os eucaliptos e as leguminosas deve ser buscada e não a competição entre essas essências florestais.

Vejo com surpresa a preocupação que alguns empresários brasileiros mostram em relação à *Acacia mangium*, que vem sendo plantada intensamente na Indonésia para produção de celulose. Percebo que estão olhando mais para a competição entre eucalipto e acácia e muito pouco para o potencial de utilização dessas árvores aqui no Brasil também. Algo a ser conscientizado, pesquisado e trabalhado melhor.

Temos hoje no Brasil um enorme domínio de tecnologias florestais e industriais para os eucaliptos. Muito provável sejamos líderes mundiais nesses particulares. Entretanto, essa situação de conforto e de projeção que temos hoje era muito diferente desse estado-da-arte há cerca de 30 a 40 anos atrás. Fomos capazes de agregar muito conhecimento e muita tecnologia na eucaliptocultura. Fomos inclusive competentes para colocar a celulose de eucalipto como uma das mais procuradas nos mercados mundiais, quando sua participação nos mesmos era muito pequena nos anos 60's. Por isso, acredito que possamos conseguir mesmos sucessos com novas tecnologias a desenvolver e aplicar às acácias e à bracatinga. O problema é que madeira, celulose, carvão vegetal são produtos comoditizados. Desenvolver novos mercados toma tempo, trabalho e dinheiro. Será que haveria interesse dos industriais e acadêmicos brasileiros para fazer isso? No caso da *Acacia mangium* lá na Indonésia, há forte determinação para isso. Há até mesmo um relativo sucesso conseguido em pouco tempo. O curioso é que sempre há interesse dos papeleiros por alguma fibra nova com potencial de diferenciação. Por isso, porque não começar a pensar mais fortemente nisso aqui também? O problema é que na mente de muitos, a preocupação sempre se volta para competir esses materiais ou essas fibras. Acaba-se se deixando de lado o potencial, sem se

mirar as vantagens das sinergias florestais e industriais que se poderia ganhar. Coisas de ser humano. Acredito que tudo seja questão de estudar, pesquisar, operacionalizar e estrategiar com muita determinação e competência. Podemos estar a construir futuros alternativos importantes.

No primeiro desses capítulos sobre as leguminosas, discorrerei sobre a *Acacia mearnsii*, espécie utilíssima no Brasil, África do Sul e Austrália. Na segunda parte desse tema, em outro capítulo de nosso livro, falarei sobre a *Acacia mangium* e sobre a *Mimosa scabrella*.

Espero sinceramente que meus argumentos sejam fortes o suficiente para pelo menos atrair a atenção de empresários e de governos para o potencial dessas leguminosas para a silvicultura brasileira. Elas podem perfeitamente atingir ritmos de crescimento bem superiores aos atuais 15 a 25m³/ha.ano, bem como suas madeiras podem ser melhoradas ainda mais para inúmeras finalidades, entre as quais celulose e papel, chapas de fibras, painéis de madeira, aglomerados, móveis, carvão vegetal, etc.

Vocês poderão se questionar porque quem sempre tem demonstrado o maior carinho pelos eucaliptos se entusiasma tanto também pelas leguminosas!!!! Primeiro, porque vislumbro a chance de plantações florestais mais sustentáveis, pois teremos a chance de alternar ou fazer rotações de plantações, melhorando o uso das terras florestais. Todo agrônomo como eu sou sabe que alternar usos para uma mesma área de solo é a melhor forma de perpetuar sua capacidade produtiva. Os agricultores também conhecem isso muito bem. Manter uma área sempre com a mesma cultura ou tipo de floresta, sem descanso algum, acaba por "enfraquecê-la", por esgotar alguns de seus componentes químicos, físicos e biológicos. Para repô-los, só às custas de insumos agrícolas caros e com maiores impactos ambientais. As práticas agrícolas, apoiadas pela ciência, recomendam que alternemos culturas e que de tempo em tempo, permitamos que o solo "descanse" para recuperar seu potencial produtivo.

As plantações de eucaliptos também consistem em uma forma de agricultura intensiva nas áreas onde essas florestas são plantadas de forma homogênea. Apesar dos conhecimentos que já desenvolvemos para garantir a sustentabilidade da capacidade produtiva do sítio, manter uma mesma área com a mesma espécie ou gênero por longos anos pode significar um risco à produtividade e ao próprio solo. Já vimos exemplos no passado com o café, pastagens e agora acompanhamos com atenção as grandes áreas plantadas com as culturas da soja e da cana-de-açúcar. Os eucaliptos, a cana e a soja são absolutamente necessárias para a sociedade humana, nós precisamos delas para nossa vida e felicidade. Quanto a isso, não temos dúvidas. Entretanto, a ciência sempre recomendou alternar culturas, fazer rotação das mesmas em faixas de culturas ou outras formas de alternância para melhor uso do solo. É algo a ser incluído em nossas pesquisas e desenvolvimento de conhecimentos. Se precisamos de madeira para fins industriais e para uso pelos cidadãos, porque não produzi-la de diversos

gêneros de árvores, ao invés de uns poucos e sempre plantados em mesmas áreas florestais.

Há na agroecologia muitas coisas a aprender. A silvicultura de precisão tem nos ensinado muito, porém as ciências florestais podem passar a incorporar conceitos novos de agroecologia em seus fundamentos. Dentre esses conceitos novos para a silvicultura de plantações florestais recomendo focar três deles:

- Rotação de culturas: significa alternar o uso da terra com culturas de características distintas (exemplo: eucaliptos e leguminosas), capazes de inclusive complementar a qualidade do solo. Isso pode ser feito com talhões alternados desses gêneros, ou com plantações florestais em faixas de cultura. Nas reformas, após um tempo de uso com um determinado gênero florestal, pode-se alternar o uso para outro gênero e assim por diante.
- "Descanso" ao solo de forma programada: significa deixar de usar o cultivo florestal sobre o solo por um período de tempo, deixando que ele vegete conforme a natureza determinar, em função do banco de sementes e da micro-vida que ele possui.
- Plantios mistos: trata-se de algo como usar agrossilvicultura, mas só com árvores. Consiste por exemplo, em se plantar linhas com eucaliptos e linhas com outro gênero florestal (acácia ou bracatinga em nossas considerações nesse trabalho). Teremos duas culturas mescladas na mesma área florestal. Na colheita das árvores elas podem ser extraídas separadamente ou misturadas. Ao se plantar leguminosas com eucaliptos, em plantações mistas, favorecemos os eucaliptos já que as leguminosas oferecem o nitrogênio ao solo (ciclagem de nutrientes). Já os eucaliptos, por crescerem mais rápido, estimulam o crescimento das leguminosas, que aumentam seu ritmo de crescimento para não serem dominadas. Há muitos estudos realizados com plantios mistos de eucaliptos e acácias, mostrando vantagens para essa prática. Quanto à qualidade da madeira, teremos uma madeira mais heterogênea, não temos dúvidas disso. Porém, dependendo do uso, ela se comportaria bem: celulose e papel, lenha, carvão, chapas. A produção de muitos bens industriais se baseia em misturas de madeiras. No hemisfério norte, a produção de celulose kraft a partir de florestas naturais encontra-se sempre com essa situação. Mesmo em muitas empresas de celulose kraft no Brasil, a alimentação da fábrica se apoia em um "mix" pré-estabelecido de madeiras de eucaliptos de diferentes idades e densidades. Quase todas as empresas possuem misturas de madeiras de *Eucalyptus urograndis*, *E. saligna*, *E. grandis*, *E. globulus*, *E. dunnii*, *E. urophylla*, etc.

Trabalhei por 19 anos na empresa Riocell S/A, uma fábrica de celulose kraft de eucalipto no Rio Grande do Sul, Brasil. Atualmente, a fábrica pertence à Aracruz Celulose S/A. Ali, por cerca de 20 anos, a empresa

produziu celulose kraft branqueada de mercado que continha aproximadamente 25% em volume de madeira de acácia negra (ou cerca de 30% em peso, devido à maior densidade básica da madeira de acácia negra). A madeira de acácia negra (*Acacia mearnsii*) é abundante no mercado de madeira no Rio Grande do Sul, sendo que toda essa madeira é produzida por empresas de tanino e acacicultores locais. A Riocell não plantava acácia negra, comprava a madeira no mercado local. Afinal, essa madeira era e é ainda disponível em relativa quantidade nesse estado brasileiro.

Gostaria de fazer dois registros interessantes sobre esse meu período na Riocell, relatar duas situações singulares para a vantagem da acácia negra, quer seja florestal ou industrial:

1. Todos os florestais da empresa sabiam muito bem que quando plantavam eucaliptos em solos que tinham sido anteriormente cultivados com acácia negra, os rendimentos do eucalipto eram excepcionalmente melhores. A floresta crescia mais rápido, era mais vigorosa, sadia e produtiva. Havia então sempre um interesse por buscar esse tipo de terras, no processo de aquisições de propriedades rurais. A riqueza da microbiologia do solo, o teor maior de nitrogênio, a melhor estruturação e porosidade, o maior teor de carbono orgânico, tudo isso é muito apreciado pelas novas florestas de eucalipto plantadas sobre essas áreas.
2. Alguns clientes de celulose de mercado que importavam a polpa branca para fabricar papéis "tissue" exigiam um certificado expedido pela área de qualidade, garantindo que o teor de fibras de acácia estavam dentro de um valor mínimo. A preferência por essa polpa mista era pelas facilidades de drenagem e desaguamento que as fibras da acácia negra agregavam à folha de papel. Na fabricação de papel "tissue", com máquinas muito velozes, é importante a drenagem e a consistência da folha de papel na saída da seção úmida. Em ambos os casos, as fibras de acácia ajudavam a melhorar essas características de performance industrial.

A empresa Riocell deixou de consumir madeira de acácia negra comprada nos mercados locais devido a um desbalanceamento na sua produção de madeira de eucalipto. Com um plano de forte expansão à sua frente nos inícios dos anos 90's, a empresa promoveu as plantações e o fomento do eucalipto na região. Entretanto, o atraso na expansão da fábrica, acabou exigindo o consumo dessas fontes adicionais de madeiras de eucalipto quando elas chegaram à maturidade.

A madeira de acácia negra que era comprada pela Riocell logo encontrou novos clientes: as fábricas de celulose e papel no Japão. Hoje, a madeira mais nobre da acácia negra é praticamente exportada na forma de cavacos ou de toras para o exterior. Cerca de 50% da produção de madeira da acacicultura sul-rio-grandense segue caminhos internacionais. Uma parte importante do tanino fabricado a partir da extração de suas cascas também

viaja pelo mundo. O Brasil é importante fabricante de tanino vegetal para os mercados mundiais.

Conclusivamente, os aspectos industriais e florestais da acacicultura e da eucaliptocultura se complementam muito bem. Há vantagens importantes a mostrar que os caminhos que existem para o futuro são promissores. O que já foi sucesso no passado (uso conjunto da madeira para produção de celulose kraft) pode voltar a ocorrer sob novas óticas tecnológicas e mercadológicas.

Aguardarei esses novos tempos, mas procurarei influenciar para que venham a ocorrer.



AS ACÁCIAS



Acacia é um gênero botânico que compreende muitas dezenas de espécies, a maioria originária da Austrália, da mesma forma que os eucaliptos. Como as acácias possuem alto potencial de disseminação pela germinação de suas sementes, na Austrália é comum se encontrarem esses dois gêneros convivendo juntos em bosques naturais. Tanto as acácias como os eucaliptos possuem centenas de espécies, que variam das arbustivas às arbóreas. Por isso, a coexistência entre *Eucalyptus* e *Acacia* na região de

origem tanto pode significar competição como cooperação, já que ambos os gêneros podem competir e se complementarem também.

Dentre as muitas espécies de *Acacia*, existem algumas que possuem forte utilização comercial ou em sistemas agrossilviculturais ou de proteção de solos: *Acacia mangium*, *Acacia mearnsii*, *Acacia melanoxylon*, *Acacia crassicarpa*, *Acacia auriculiformis* e *Acacia saligna*. Para o Brasil e para a América Latina, as espécies florestais de acácia de maior interesse são: *Acacia mearnsii* e *Acacia mangium*. Ambas mostram boa adaptação em algumas regiões latino-americanas, podendo originar povoamentos e produtos de razoável a boa qualidades. Como suas madeiras são bastante indicadas para lenha, carvão, celulose, papel, painéis de madeira, etc., elas podem-se constituir em alternativas promissoras para a agricultura e para a silvicultura. Ainda mais que permitem obter outras rendas, como é o caso da venda da casca da *Acacia mearnsii* para extração de taninos e compostos tanantes.

As acácias são muito utilizadas em sistemas agro-florestais por pequenos e médios proprietários de terras. Esses fazendeiros encontram nas acácias formas de dar um "descanso" ao solo depois de uso intenso pela agricultura convencional. Em um prazo não muito longo deixam o solo descansando e melhorando em suas biologia, riqueza em nitrogênio e estruturação. Ao mesmo tempo, estão adicionando renda à propriedade rural, pela venda da madeira e da casca (no caso da acácia negra). A acácia negra, por essas razões recém mencionadas, é também utilizada para recuperação de áreas degradadas, especialmente as devidas à mineração e outras onde há remoção do solo fértil superficial.

Existem também grandes empresas a nível mundial plantando florestas de acácias para uso industrial da madeira e da casca rica em taninos. Apesar dos níveis de tecnologias florestais ainda serem inferiores aos praticados com os eucaliptos, há muito espaço para ganhos importantes em produtividade e qualidade de produtos e de florestas. Com isso, as expectativas com a maior popularização dos plantios comerciais com acácias existem. Caso houver maior apoio dos órgãos de pesquisa governamentais e das próprias empresas florestais, o caminho para esse futuro mais promissor poderia ser abreviado.



A *Acacia mearnsii* NO BRASIL



Na Austrália, onde é natural, a acácia negra ou *Acacia mearnsii* é conhecida como "black wattle", que significa "pau preto ou vara preta". No Brasil, ela é conhecida como "acácia negra" pelo fato de suas toras, após descascadas, logo se tornarem escuras devido à oxidação dos taninos e extrativos ali presentes.

Suas identificação taxonômica e descrição botânica no Brasil foram um pouco conflituosas e trabalhosas. Isso porque muitas acácias são muito parecidas em sua morfologia. *Acacia mearnsii* já foi anteriormente chamada de *Acacia decurrens* ou de *Acacia mollissima* no Brasil, quando do início de suas plantações. A identificação correta da mesma resultou em algumas polêmicas iniciais entre os botânicos.

A *Acacia mearnsii* tem sido plantada com sucesso em diversos países, além de seu país de origem. É reconhecido seu valor florestal e econômico na África do Sul, Madagascar, USA (Califórnia), Chile, Argentina, etc.

No Brasil, as primeiras tentativas de introdução datam de meados dos 1910's, quando algumas plantas foram introduzidas na região de São Leopoldo, RS. Entretanto, é aceito que só a partir de 1928 ela passou a ser cultivada em bosques para produção de madeira. A disponibilidade de sementes era pequena e as mesmas tinham que ser obtidas das poucas árvores que existiam no país na época. É relatado o fato de que em 1928, o Sr. Júlio Carlos Lohmann plantou 9.000 plantas na forma de um pequeno povoamento na cidade de Estrela, RS, sendo por isso considerado o pioneiro no Brasil nesse tipo de reflorestamento.

A finalidade principal de introdução da espécie no Rio Grande do Sul foi para a obtenção de tanino de sua casca, já que a indústria de couros e calçados sempre foi proeminente no estado. Como a região do Vale do Rio dos Sinos é uma importante região coureiro-calçadista no Brasil, a acácia negra foi trazida como uma alternativa para a produção de tanino. A quantidade de tanino e de substâncias curtidoras solúveis na casca da acácia negra pode alcançar de 20 a 30% de seu peso seco, algo absolutamente fantástico. O tanino da acácia negra é considerado um produto ecologicamente correto devido ser pouco agressivo, pouco tóxico e ainda obtido de uma forma renovável. Ele é utilizado hoje principalmente no curtimento de couro de solas de sapato, já que agrega flexibilidade a esse couro. Seu maior competidor são os compostos de cromo, mais difíceis de serem assimilados pela natureza, por se tratarem de sais de metal pesado. O Brasil, na verdade o Rio Grande do Sul, ombreia-se hoje aos grandes produtores mundiais de tanino, que são África do Sul e China. Cerca de 40% do tanino brasileiro de acácia negra é exportado para um grande número de países.

Após a extração do tanino, a casca residual pode ainda ter diversas finalidades e usos, como a compostagem para produção de adubo orgânico ou o uso como biomassa combustível.

A casca da acácia negra é preferida ser comprada ainda fresca ("verde") pelos fabricantes de tanino, com no máximo 7 a 15 dias depois de sua remoção da árvore (colheita). Com isso, a casca está sadia, isenta de fungos apodrecedores e o tanino extraído é de melhor qualidade e em maior quantidade.

- Taxonomia da *Acacia mearnsii*:

Reino: Plantae

Família: Fabaceae ou Leguminosae

Gênero: *Acacia*

Espécie: *Acacia mearnsii*

- Descrição botânica:

Árvore ou arbusto que pode variar de 5 a 25 metros de altura, com diâmetros à altura do peito de 4 a 40 cm.

Casca lisa, verde escura quando ainda em árvores jovens e cinza/amarronzada nas árvores adultas.

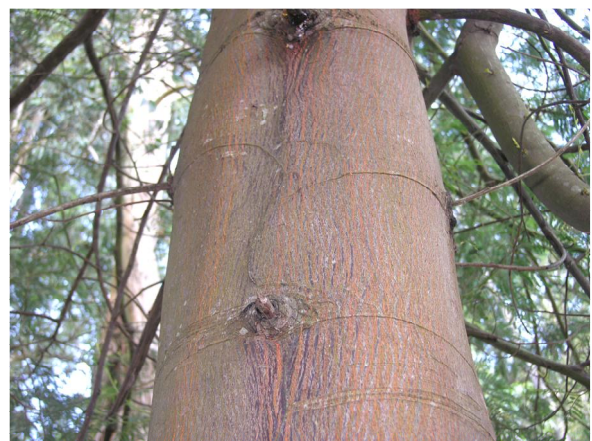
Ramos finos.

Folhas compostas alternas e bipenadas, com folíolos pequenos. A folha composta tem cerca de 8 a 12 cm de comprimento, enquanto cada pequeno folíolo tem cerca de 3 mm. Existem 15 a 70 pares de folíolos por folha. A inflorescência é globular, cor amarela intensa, com cerca de 20 a 30 flores por cachinho.

Fruto vagem seca, com 6 a 12 sementes por vagem.

Sementes pequenas, com 2 a 3 mm, quase quadradas. Existem cerca de 40 a 90 mil sementes por quilo. Com um quilograma de sementes se produzem 25.000 mudas, pois em geral se usam de 3 a 5 sementes por recipiente na semeadura. As sementes têm um tegumento duro que exige um pré-tratamento com água quente para se rompê-lo e com isso se quebrar esse tipo de dormência. Por essa razão, as sementes de acácia tendem a germinar no campo após alguma incidência de fogo na área. É comum se inocular bactérias do gênero *Rhizobium* nas sementes ao se plantar as mesmas. Isso pode ser feito com o uso de terra de acaciais no substrato para as mudas ou pela própria inoculação de cepas dessas bactérias nitrificadoras.

A floração inicia-se cedo, já com 18 meses se notam flores. As floradas são intensas e ocorrem entre agosto e novembro, no início da primavera. As sementes se tornam maduras em alguns poucos meses, já estando prontas para coleta entre novembro e janeiro. A principal polinização é devida às vespas e às abelhas, por isso, o mel de acácia é também muito muito apreciado e comum. Há flores masculinas e femininas na mesma inflorescência.



Cascas e troncos de árvores jovem e adulta de *Acacia mearnsii*



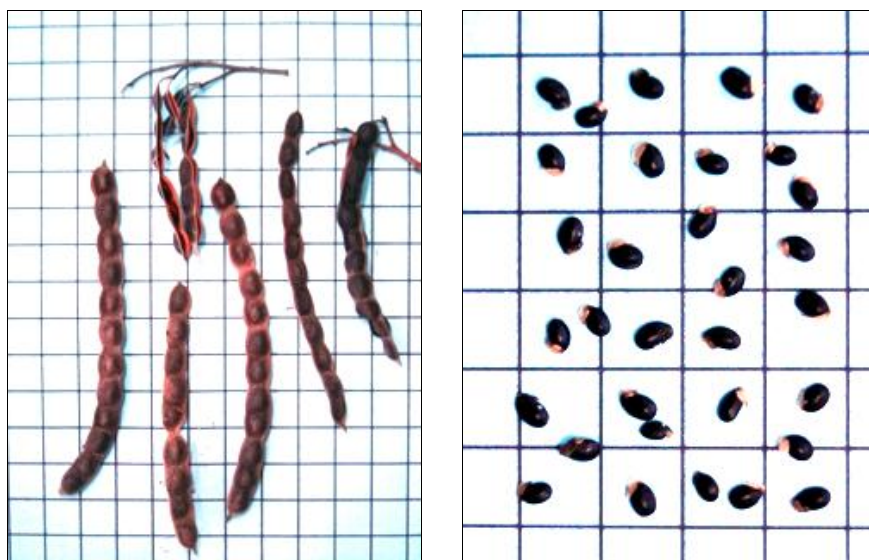
Folhas compostas e folíolos de *Acacia mearnsii*



Inflorescências, flores e botões florais de *Acacia mearnsii*



Árvore jovem (18 meses) de *Acacia mearnsii* em pleno florescimento



Frutos e sementes de *Acacia mearnsii*

Fonte: Herbário do Departamento de Ciências Florestais

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

<http://coralx.ufsm.br/herbarioflorestal>

<http://coralx.ufsm.br/herbarioflorestal/img/especies>

A acácia negra é uma espécie de clima temperado que suporta bem extremos de calor e de frio. Sua região de ocorrência natural é a do paralelo 30°S, que passa pelo estado australiano de New South Wales e pela região de Natal na África do Sul. Em nosso país, isso corresponde ao estado do Rio Grande do Sul, onde ela tem sua maior área de plantações no Brasil. Na África do Sul existem estatísticas de que cerca de 130.000 hectares estão plantados com *Acacia mearnsii* e o ciclo de plantio a colheita é de 10 anos.

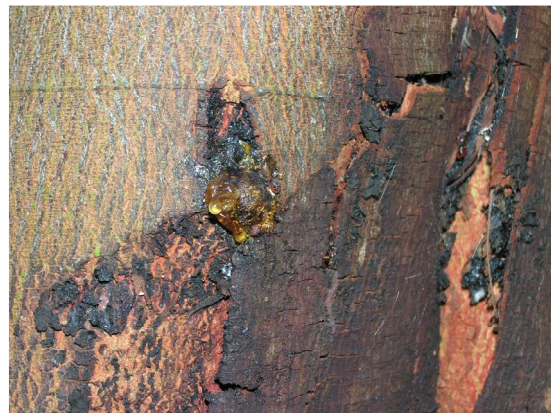
A espécie gosta de solos bem drenados, não encharcados. Devido ao seu sistema radicular superficial, consegue crescer bem em solos rasos, embora nessas situações existe o risco de queda de árvores com os ventos fortes da região. *Acacia mearnsii* consegue suportar bem a temperaturas frias de mesmo ligeiramente abaixo de zero graus centígrados. Resiste bem a geadas e tolera temperaturas de aproximadamente 40°C. Entretanto, aceita essas situações extremas de temperaturas de 40°C ou de geadas apenas ocasionalmente. Se elas ocorrerem com frequência, as plantas passam a sofrer estresses. Cresce bem em altitudes que variam de 100 até 1.000 metros e necessita de chuvas bem distribuídas de 800 a 1.500 mm anuais. Enfim, é uma espécie que parece ter sido feita para crescer bem no Rio Grande do Sul, Uruguai, e regiões do Chile e Argentina.

Como as árvores são leguminosas com alta capacidade de fixação de nitrogênio, são pouco exigentes em fertilidade do solo, mas necessitam de fósforo, já que esse nutriente é escasso nos solos brasileiros. Apesar de não necessitarem de fertilização nitrogenada, não devem ser encaradas como

espécies para solos fracos e ruins e sem necessidade de fertilização. Em situações de solos mais ricos ou com a adoção de fertilização complementar com base em análise do solo, as plantas crescem mais rápido, mais vigorosas e a produtividade é recompensada.

O ciclo entre plantio e corte da acácia negra no Rio Grande do Sul é de 6 a 8 anos. Há entretanto muitos agricultores interessados em antecipar a renda com a venda da casca e colhem a floresta entre 3 a 5 anos, o que é uma perda econômica e ambiental. Eles inclusive costumam plantar muito mais árvores por hectare, já que se planejam para o corte da floresta ainda muito jovem. Com essa colheita antecipada eles conseguem fazer uma silvicultura de má qualidade, produzem árvores finas de baixo diâmetro, conseguem pouca madeira e não permitem uma boa ciclagem dos nutrientes que poderiam retornar ao solo pela deposição de mais folhas, ramos, flores e frutos para formar uma manta orgânica mais espessa sobre o solo.

As florestas de acácia negra no Rio Grande do Sul ainda estão a merecer muito mais pesquisa florestal para que venham a se desenvolver melhor e com mais sanidade. A mortalidade das árvores é alta, cerca de 30 a 40% nas condições mais comuns. Em situações de alto stress e competição, a acácia é muito atacada pelos fungos do gênero *Phytophthora* que causam uma doença muito conhecida como gomose. Mesmo árvores saudáveis são atacadas. A acácia negra é muito sensível a esses fungos e até hoje a ciência florestal brasileira não desenvolveu uma solução para essa doença, sequer árvores mais resistentes ou mesmo tolerantes. A solução estaria em encontrar árvores resistentes à gomose e em desenvolver a clonagem para multiplicação dos indivíduos resistentes. Algo similar ao que foi feito com o híbrido *Eucalyptus urograndis* para se resolver o problema do cancro do eucalipto, uma doença fúngica que colocou em risco a eucaliptocultura nas regiões tropicais do Brasil lá pelos anos 70's e 80's. Se resolvido o problema da gomose, a acacicultura ganhará novas forças e crescerá bem mais, não temos dúvidas disso.





Árvores jovem e adulta de *Acacia mearnsii* atacadas por gomose de *Phytophthora*

A acácia negra tem um crescimento inicial muito bom, ela ocupa bem o espaço a ela oferecido e compete bem com o mato, mas claro que necessita de roçadas e combate à mato-competição. É evidente ao silvicultor de acácia que as práticas operacionais desenvolvidas para os eucaliptos podem ser úteis a ele, como o combate às formigas cortadeiras, à competição com o mato, o preparo do solo para evitar camadas de impedimento ao crescimento radicular, a fertilização mineral através da análise do solo, etc. Não é porque a acácia negra seja uma espécie de leguminosa fixadora de nitrogênio que ela deva ser considerada magnífica e onipotente.

Em parte, a silvicultura e o melhoramento genético da acácia negra não se desenvolveram da forma tão intensa como para o eucalipto pelo fato da espécie ser plantada em pequenas propriedades agrícolas, como complemento às rendas da fazenda. Além disso, só existem duas grandes empresas envolvidas na comercialização dos produtos da acácia negra: Seta S/A e Tanac S/A. Caso a acacicultura tivesse mais atores importantes no país, certamente a pesquisa com a mesma estaria bem mais adiantada. Excetuando-se essas duas grandes empresas, que possuem áreas plantadas maiores, os agricultores que plantam acácia negra no RS possuem plantações de 20 a 200 hectares em suas fazendas. Eles planejam seus plantios de forma a terem florestas em diferentes idades, para garantir renda sustentada todos os anos ao seu negócio. Como o ciclo da acácia é de 6 a 8 anos, pode-se perfeitamente notar que cada agricultor planta ao ano cerca de 2 a 30 hectares.

Como os agricultores conhecem as vantagens da acácia enriquecendo o solo agrícola pela ciclagem de nutrientes, quando cortam um bosque de acácia, costumam usar a terra para algum tipo de agricultura isoladamente ou consorciada a novo plantio de acácia. Eles conhecem muito bem o fato de que podem ter altas produtividades agrícolas usando esse solo enriquecido de nitrogênio para culturas anuais como: feijão, amendoim, melancia,

mandioca, milho, batata, fumo, etc. É muito comum a prática de agrossilvicultura, com o plantio de culturas intercalares entre as linhas da floresta de acácia negra, no primeiro ano de sua vida. A partir de segundo ano, com o fechamento das copas, o agricultor solta o gado ou as ovelhas para se alimentarem do sub-bosque da floresta, já que esse começa a se desenvolver vigoroso.

A acácia negra é plantada em espaçamentos apertados (4 a 5 metros quadrados por planta: ou seja 3,0 x 1,33 m ; ou 3,0 x 1,5 m; ou 3,0 x 1,66m). A razão é a alta mortalidade esperada. Plantam-se 2.000 a 2.500 árvores por hectare na expectativa de se colher cerca de 1.200 a 1.700 máximas.

Em função das características mencionadas muito positivas para a agricultura (aos pequenos e médios proprietários rurais), as empresas usuárias de sua casca e de sua madeira incentivam e fomentam a plantação de acácia negra no Rio Grande do Sul. Estima-se que cerca de 45.000 famílias estejam envolvidas na cadeia produtiva da acácia negra no RS, desde o seu plantio até a comercialização de seus produtos.



Plantação florestal jovem de acácia negra, com 2,5 anos de idade

As estatísticas disponíveis relatam a existência de 120.000 a 160.000 hectares de florestas de acácia negra no estado do Rio Grande do Sul. Esses números são muito inconsistentes, justamente pela dispersão dos plantios em áreas pequenas e múltiplas no estado. Há uma concentração em três regiões do estado: Montenegro/Triunfo; Arroio dos Ratos/Butiá e Piratini/Pelotas. O que mais chama a atenção nessas estatísticas é que todos sabem que muitos novos plantios vêm surgindo nos últimos 5 anos. As razões têm sido o crescimento da produção de taninos para outras finalidades, além do curtimento de couros, e a exportação de cavacos de madeira de acácia negra para o Japão. A exportação de produtos de tanino também tem mantido bom crescimento. Com isso, os florestais que atuam na área ousam estimar que as plantações de acácia negra no RS já devam

atingir 220 a 250 mil hectares em 2008. Algo que necessita de confirmação. Sabe-se que existem muitas pequenas plantações que certos agricultores mal informados ou com pouco conhecimento florestal cultivam para colher a casca das árvores com 3 a 4 anos: pasmem, um disparate ambiental e florestal, mas que mostra quão distantes ainda estamos de uma silvicultura de ponta nesse negócio florestal em pleno crescimento.

Com esses dados tão distintos e com produtividades florestais igualmente muito diferentes devido silvicultura não padronizada, fica difícil se garantir qual a área plantada e qual a área colhida anualmente no estado do RS. Estima-se que anualmente se colhem cerca de 20 a 25 mil hectares de acaciais no estado. Da mesma forma, é muito difícil se ter um valor de produção média de madeira por hectare, já que há diferentes níveis de tecnologia florestal, diferentes fontes de material genético e diferentes idades de colheita (entre 3 a 9 anos). Ou seja, as estatísticas são realmente pouco conclusivas. A única coisa realmente correta é a quantidade de casca comprada pelas duas empresas de tanino. Como todo acacial tem sua casca removida e vendida, senão não teria sentido sua existência, pode-se fazer uma engenharia reversa e se determinar a quantidade de madeira ofertada a partir da quantidade de casca produzida.



Mais um produto da *Acacia mearnsii*: o mel

Além das vantagens como matéria-prima (casca e madeira) e para a conservação do solo (proteção à erosão, aporte de nitrogênio, estruturação e umidade), a acácia negra dá origem a belas florestas mescladas no ambiente rural. Suas árvores florescem intensamente, colorem-se de amarelo na primavera, e isso dá origem a uma paisagem muito apreciada pelos viajantes que as observam. Além disso, como as plantações são em pequenas áreas, elas são mais vistas como pequenos "capões de mata" do que como florestas plantadas em monocultivo. A folhagem das árvores é verde escura, algo que

combina muito bem com o verde claro das plantações de arroz que cobrem essas mesmas regiões onde se planta a acácia negra.

Ao atingir a maturidade aos 6 a 8 anos, as árvores possuem alturas de 12 a 20 metros, diâmetros à altura do peito de 10 a 15 cm, e volumes por árvore de 0,08 a 0,15 m³ com casca. Não se recomendam ciclos maiores do que 8 a 9 anos, porque a taxa de mortalidade cresce devido tanto à gomose, como pelo ataque de um inseto besouro perfurador da madeira conhecido como cascudo-serrador da acácia (*Oncideres impluviata*). O combate ao serrador se faz pelo enleiramento dos galhos atacados e queima dos mesmos após a colheita. Com essa prática, inclusive recomendada pela legislação, o cascudo-serrador da acácia está em nível administrável no estado. Com isso, matam-se as larvas emergentes e os ovos depositados pela fêmea do inseto em pequenas incisões na casca. Em idades mais avançadas, a saúde do povoamento é afetada e a floresta ao invés de crescer, passa a perder árvores e a madeira fica de pior qualidade.

A *Acacia mearnsii* tem sido também muito usada como espécie recuperadora de solos degradados pela mineração, alta erosão e para cobertura vegetal em áreas de aterro. Nessas situações a sua produtividade não é tão boa, mas a missão é resgatar a qualidade do solo, o que ela acaba por conseguir fazer muito bem, conforme mostram diversas pesquisas acadêmicas.

A *Acacia mearnsii* pode ser usada também como adubação verde. Após a colheita, com a queima dos galhos e ponteiros para eliminação da praga do serrador, as sementes que estão no banco de sementes do solo perdem sua dormência pela ação do fogo. Muitas germinam e dão origem a plantinhas de acácia espalhadas pelo terreno. Esse número chega a alcançar entre 15 a 20 mil plantinhas germinando por hectare. Deixa-se a acácia negra vegetar por algum tempo e depois se roça o terreno, ficando os restos orgânicos ricos em nitrogênio na superfície (parte aérea das plantas) e na profundidade do solo (raízes noduladas).

Alguns agricultores tentam manejar essa vegetação espontânea da acácia fazendo desbastes com foice ou enxada, procurando deixar entre 2.000 a 2.500 plantas por hectare. Com isso, povoam a área com uma nova floresta sem necessidade de uso de mudas. Essa situação não difere muito de outro tipo de silvicultura praticada por alguns agricultores. Eles plantam as suas florestas de acácia negra não a partir de mudas, mas de sementes que tiveram a dormência previamente removida com água quente. É claro que nessas duas situações a silvicultura é precária e as produções esperadas são menores, mas para quem tem pouco capital, essas situações são ainda vistas como vantajosas.

Curiosamente, os cientistas florestais no RS têm procurado pesquisar muito mais os ganhos ambientais que a acácia negra oferece do que a sua

produtividade florestal em casca e em madeira. Quando ambas as coisas forem alcançadas, com maiores incrementos de volumes e pesos de produtos florestais de suas florestas, e com os ganhos ambientais que a plantação oportuniza, a acácia negra poderá vir a se constituir em uma das mais fantásticas oportunidades florestais ao Brasil e a países com clima e latitudes similares.

Atualmente, com as atuais tecnologias florestais empregadas, a produtividade florestal da acácia negra é muito variável, entre 100 a 200 metros cúbicos sólidos de volume comercial de árvores com casca por hectare, aos 7 anos de idade. Fácil entender, pelo que já expusemos, essas diferenças tão amplas. Isso equivale a 170 a 320 esteres por hectare de árvores com casca. Curiosamente, na produção das florestas de acácia negra, interessam tanto os volumes e pesos de casca e os volumes de madeira. Diferentemente de outras espécies, a casca da acácia é valorosíssima, seu produto principal. Madeira e casca constituem o sucesso do negócio da acácia negra. Mas na verdade, o sucesso só ocorre pela necessidade de matéria prima para a indústria do tanino. Se ele crescer, cresce a acacicultura. Se ele se estagnar, novas florestas de acácia não deverão surgir, pois só a madeira não estimula a plantação da floresta: melhor seria ao agricultor plantar então o eucalipto ou o *Pinus*.

A casca representa cerca de 12 a 18% do volume comercial da parte aérea da árvore. Portanto, a quantidade de casca varia entre 15 a 30 metros cúbicos por hectare na colheita aos 7 anos. A espessura da casca é fina, entre 3 a 6 mm. A densidade básica da madeira é alta, entre 0,55 a 0,63 g/cm³. A densidade básica da casca é menor, entre 0,4 a 0,45 g/cm³. Com isso, a proporção de casca no peso seco da parte aérea da árvore é de 8 a 11%. Em termos de produção de peso seco de casca na colheita isso pode variar de 6 a 12 toneladas absolutamente secas (tas) por hectare, aos 7 anos de idade. Como a casca é vendida verde, com 7 a 15 dias após colheita, o peso verde de casca corresponde a aproximadamente o dobro do seu peso absolutamente seco (seco em estufa a 105°C), em função da umidade da casca.

Retirada a casca, a produção em madeira de cada hectare aos 7 anos varia de 90 a 180 metros cúbicos de madeira, ou 150 a 300 esteres. Consequentemente, o incremento médio anual em madeira da acácia negra varia de 15 a 26 m³/ha.ano ou de 22 a 40 st/ha.ano. Já vimos que cada árvore tem volume com casca que varia de 0,08 a 0,15 m³. Uma grande vantagem das acácias é seu fator de forma (relação volume comercial pelo volume cilíndrico). Os valores variam de 0,55 a 0,6; considerados excelentes. Já o fator de empilhamento (relação volume sólido/volume em estere) é pobre, em função dos pequenos diâmetros das toras. São necessárias muito mais toras do que o eucalipto para compor um estere (ou estéreo) de madeira empilhada. Com isso, o engaiolamento aumenta e o

fator de empilhamento varia de 0,58 a 0,62 (média aceita nos cálculos gerais = 0,6).

Em termos de produtividade em madeira total pela plantação, existem 3 tipos de situações para as florestas de *Acacia mearnsii* no Rio Grande do Sul:

- Povoamentos ruins e com silvicultura inferior: 20 a 30 st/ha.ano
- Povoamentos médios e com razoável silvicultura: 30 a 35 st/ha.ano;
- Povoamentos superiores com melhor material genético e com adequada silvicultura (para os padrões mais avançados atuais) : 35 a 40 st/ha.ano.

Valores de produtividade superiores a 40 st de madeira/ha.ano são excepcionalidades nos dias de hoje. Entretanto, eles podem vir a se constituir em situação comum, se forem feitas melhorias genéticas e silviculturais, além de fornecimento de assistência técnica e financiamentos para aquisição de insumos florestais (adubos, herbicidas, inseticidas, etc.).

A sobrevivência ainda é o grande problema para a acacicultura. Para as plantações densas, com cerca de 2.500 árvores por hectare, a sobrevivência é baixa (entre 55 a 65%). Para espaçamentos mais abertos (5 a 6 m²/planta) e para florestas de sementes melhoradas e silvicultura adequada, a sobrevivência pode chegar a 75 a 85%. Ainda é grande o número de árvores que se perdem. A mortalidade é função do espaçamento, da qualidade do sítio florestal, das práticas silviculturais adotadas, da idade, do ataque da gomose e do serrador e da qualidade genética das sementes utilizadas. Quanto mais apertado o espaçamento, quanto pior o ritmo de crescimento, quanto menor o DAP médio da floresta, quanto menor a altura média, quanto pior as condições gerais da floresta, o óbvio acontece: a sobrevivência diminui e a mortalidade aumenta. As piores florestas, as piores mudas, os piores genomas, a maior infestação de pragas e doenças, tudo isso colabora para piores produtividades e rentabilidades. Em geral, como já vimos, ao se plantar 2.000 a 2.500 árvores por hectare, a expectativa de colheita é para 1.200 a 1.700 árvores.

Conhecendo isso, cabe ao produtor florestal escolher o seu caminho. Ao plantar muitas árvores e querer gastar pouco, cobiçando ganhar muito e gastar o mínimo, ele terá sua taxa de retorno ao investimento afetada e ganhará menos.



Casca e madeira da árvore de *Acacia mearnsii*

Para fins de comparação, bons acaciais com adequada tecnologia vigente, podem-se alcançar as seguintes produtividades florestais:

- Incremento médio anual: 40 st/ha.ano de árvore com casca
- Incremento médio anual: 35 st/ha.ano de madeiras
- Fator de forma das árvores: 0,58
- Altura média: 15 a 20 metros
- DAP médio : 11 a 15 cm
- Volume sólido médio de cada árvore com casca: 0,11 - 0,13 m³
- Produção de casca seca aos 7 anos: 9 a 11 tas/hectare
- Produção de casca verde aos 7 anos: 18 a 22 t/ha
- Produção de madeira aos 7 anos: 220 a 250 st/ha (140 a 150 m³/ha)

Veremos mais adiante que a madeira obtida dos acaciais, independentemente de sua qualidade florestal é separada em três tipos: madeira de qualidade para celulose, lenha fina e lenha preta (madeira atacada pela gomose). Essas produções acima englobam esses três tipos de madeira.

Em relação à produção de casca e à colheita dos acaciais, os agricultores têm a preferência de executar essas atividades nos meses da entre-safra agrícola (inverno). Isso causa uma sazonalidade indesejável para os compradores e usuários da casca e da madeira. Se a casca se acumular e demorar para ser consumida, ela apodrecerá com facilidade. Por isso, é comum que as empresas consumidoras da casca possam adotar a compra de povoamentos em pé em determinadas épocas do ano, para colhê-lo conforme suas necessidades.

Hoje, reconhece-se que o espaçamento entre árvores é fundamental para a qualidade do povoamento e dos produtos que dele serão colhidos. Se na ânsia de se colher muita casca e de antecipar receitas, o produtor florestal plantar demasiadas árvores, ele acabará perdendo, ou deixando de

ganhar mais. Quando se focar mais na produção de casca, costuma-se usar 4 m²/planta. Se o produtor quiser também madeira de boa qualidade e mais a casca, ele pode usar espaçamentos um pouco mais abertos, entre 5 a 6 m²/planta. No atual estágio tecnológico, espaçamentos mais abertos que isso não são indicados.

A produção de toras de maior diâmetro melhora o fator de empilhamento. Como consequência, cada estere de madeira agregará vantagens ao usuário da madeira, qualquer que seja a sua utilização.

A acácia negra, em função de seu estágio atual de melhoramento florestal, ainda não está tão especializada para produção de tronco. Ela produz muita galharia e folhas. Isso é bom para a ciclagem de nutrientes, mas desfavorece os produtos principais da floresta. O IAF (Índice de Área Foliar) da acácia negra varia de 3 a 5 metros quadrados de folhas por metro quadrado de área de solo. A proporção de folhas na biomassa aérea é alta, entre 5 a 10%, dependendo da idade e espaçamento da floresta. Logo, há muitas folhas ricas em nitrogênio para serem ofertadas ao solo. A madeira em geral corresponde a 70 a 80% do peso seco da parte aérea da árvore e a casca entre 8 a 11 %. O restante são galhos finos, ponteiros, flores, sementes e frutos.

Folhas e galhos são ricos em nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio e magnésio. Por isso, são fontes importantes de nutrientes ao solo, tanto durante o crescimento da floresta, como após sua colheita. Os restos vegetais da colheita podem ser espalhados ou enleirados sobre o solo e as folhas muito ricas em nitrogênio fertilizam o solo na forma de um adubo verde.

A casca que é retirada para venda leva consigo muitos macronutrientes como cálcio, potássio, fósforo e magnésio. A madeira idem. Por essa razão, é importante a fertilização mineral da nova floresta que for plantada na área. O mesmo para as culturas agrícolas. Já vimos que a acácia negra não é milagrosa, ela também se alimenta dos constituintes minerais do solo. Uma alternativa interessante é se retornar restos de casca industrializada ao solo, caso eles não sejam consumidos como biomassa combustível ou não sejam compostados para produção de adubo orgânico.

Como os galhos costumam ser queimados para erradicação dos ovos e larvas do cascudo-serrador, as cinzas geradas na queima podem ser espalhadas no solo, para evitar que uma chuva forte as remova do terreno. Cinzas de caldeiras de biomassa que queimam a casca ou lenha da acácia também são bem-vindas a retornar ao solo para incorporação de sais minerais nutritivos.

Já os tocos ou cepas, deixados no solo após a colheita, possuem rápida decomposição pela riqueza mineral dos mesmos. Esses tocos não rebrotam como os dos eucaliptos. Em 4 anos no máximo estarão decompostos e incorporados na composição mineral e de carbono orgânico

do solo. Devemos lembrar ainda que a atividade biológica em solos de acaciais é bem grande.

As cepas de acácia negra brotam muito mal. São necessárias condições especiais para a brotação da árvore. Ainda mais que essa parte da árvore (colo até o DAP) é justamente a parte da árvore mais atacada pela gomose. É ainda uma parte pouco juvenil. A acácia costuma rebrotar quando cortada mais alta em relação ao solo. Por outro lado, muito raramente uma cepa rebrota.

O sucesso da acacicultura no Brasil teve como fator alavancador o estabelecimento das duas empresas produtoras de tanino ao longo da década dos 1940's. As empresas SETA e TANAC possuem ótima saúde empresarial e mantêm ritmo de crescimento nos seus negócios, o que tem ocasionado o crescimento dessa atividade florestal no Rio Grande do Sul. O desenvolvimento do uso do tanino para outros fins além do curtimento de couros, como floculantes de águas e efluentes, colagem de madeira aglomerada, etc., só tem colaborado para o sucesso desse negócio. Isso tem sido conseguido pela agregação de novas tecnologias por pesquisa e desenvolvimento nessas indústrias.

Outra atividade empresarial e industrial importante realizada com a madeira da acácia é a carbonização para produção de carvão vegetal. Esse carvão tem tanto uso doméstico (churrascos, etc.) como industrial (siderurgia). Ele também tem sido utilizado para fabricação de carvão ativado para fins alimentícios e farmacêuticos. O carvão ativado de acácia negra é importante insumo para purificação de alimentos, fármacos, cerveja, solventes, refrigerantes, vinhos, etc.

Na recente virada do milênio, as empresas SETA e TANAC passaram a exportar cavacos de madeira de acácia negra para a produção de celulose. Depois de mais de duas décadas que essa madeira foi utilizada no Rio Grande do Sul para fabricação de celuloses kraft (Riocell S/A) e NSSC - sulfito neutro (Cia Pedras Brancas), nada mais natural que ela fosse olhada como alternativa para esse importante negócio. Quem tem comprado esses cavacos são empresas japonesas de celulose kraft.

Quem não conhece essa cadeia produtiva só pode se surpreender pela sua diversidade econômica, social e ambiental e pela dinamização que oferece ao estado do Rio Grande do Sul. Vimos os produtos oferecidos pela floresta: madeira, casca e nitrogênio para o solo. Vimos as saídas econômicas resultantes: taninos e derivados, mel, celulose, papel, carvão vegetal, carvão ativado, biomassa energética, painéis e aglomerados de madeira, composto orgânico, etc. Definitivamente, é um agro-negócio excepcional que agrega riquezas, renda, emprego e oportunidades de dinamização econômica e melhoria da qualidade de vida na região.

Integrar essa cadeia à cadeia produtiva do eucalipto seria muito fácil. Com isso, estaríamos caminhando mais na diversidade empresarial e biológica e agregando mais sustentabilidade aos empreendimentos que

fossem envolvidos nessa clusterização agricultura-floresta-indústria. Algo que já comentei antes, mas que estou reforçando para consolidação conceitual.



SILVICULTURA DA *Acacia mearnsii* NO BRASIL



Já comentamos que a silvicultura da acácia negra necessita ainda de ganhos tecnológicos, quer seja na genética e também nas práticas silviculturais. Por se tratar de uma cultura regional, a nível de poucas empresas envolvidas, o esforço de pesquisa é pequeno e tem sido direcionado apenas mais fortemente pelas seguintes instituições de pesquisa:

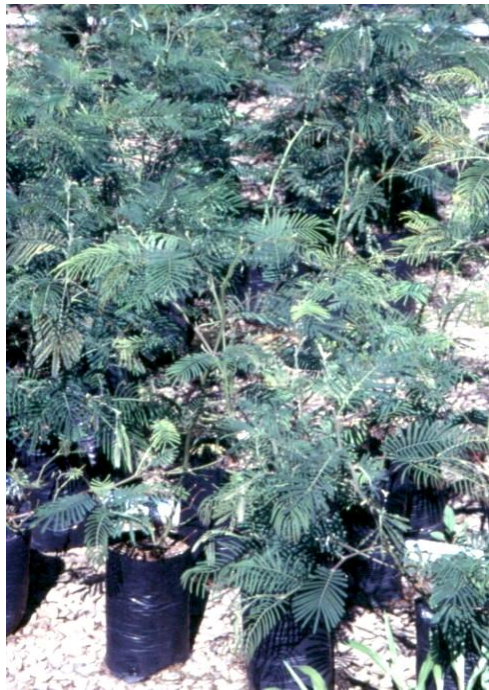
Embrapa Florestas – Colombo/Paraná
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Para se ter uma idéia do nível de carência nos aspectos silviculturais da acácia negra, basta mencionar que a maioria das plantações se baseiam em sementes sem melhoramento genético algum e colhidas em formigueiros. As formigas cortadeiras levam essas sementes para suas casas para retirar a parte do arilo, sendo que a seguir jogam a semente dura e sem finalidade a elas para a área de lixeira do formigueiro. O arilo é o revestimento que envolve total ou parcialmente a semente, resultado do resíduo da parte superior do funículo (pedúnculo do óvulo). Para se ter uma

idéia do que seja o arilo, no maracujá ele é carnoso e alaranjado e recobre as sementes dessa planta.

Dessa forma, ao encontrar facilmente as sementes no formigueiro, o homem produtor de mudas de acácia vai colher esse material, quase sem esforço algum. Sem comentários sobre a qualidade genética do material.

Muitas mudas ainda são produzidas em sacos plásticos, a mortalidade alta ao longo do ciclo é injustificável e a insolvência para o problema da gomose são claras indicações de que há necessidade de ações imediatas e incisivas em relação à silvicultura da acácia negra.



Mudas “tecnologicamente obsoletas” de acácia negra

Diferentemente dos eucaliptos, onde a ênfase em pesquisa florestal tem sido muito forte devido ao grande poder empresarial e econômico envolvido em todo o país, na acacicultura existe uma forte competição entre os poucos atores. Os ganhos tecnológicos têm sido reduzidos e a pesquisa cooperativa quase inexistente. Somente mais recentemente se passou a estudar a clonagem, o melhoramento genético, a produção de sementes melhoradas. Em termos de proteção florestal, as pesquisas estão mais concentradas em relatar e quantificar os problemas, do que em efetivamente resolver os mesmos.

Para se conhecer mais sobre a silvicultura da *Acacia mearnsii* no Rio Grande do Sul, sugiro a navegação nos websites a seguir relacionados:

- EMBRAPA FLORESTAS. **Cultivo da acácia negra.** (2002)
Disponível em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br:80/FontesHTML/AcaciaNegra/CultivodaAcaciaNegra/index.htm>

- TANAC. **Unidade Florestal. Acacicultura**. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.tanac.com.br/PT/institucional.php?codCategoriaMenu=154&nomArea=Acacicultura&codDado=10&menu=138>

- Mochiutti, S. **Produtividade e sustentabilidade de plantações de acácia negra (*Acacia mearnsii*) no Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado UFPR. 286 pp. (2007)

Disponível em:

[http://dspace.c3sl.ufpr.br:80/dspace/bitstream/1884/10306/1/Tese+Silas+Mochiutti\[1\].pdf](http://dspace.c3sl.ufpr.br:80/dspace/bitstream/1884/10306/1/Tese+Silas+Mochiutti[1].pdf)

=====

DIFICULDADES E OPORTUNIDADES NO REFLORESTAMENTO COM *Acacia mearnsii* NO BRASIL

Apesar de todo o reconhecimento desse ser um excelente agro-negócio para o pequeno e médio produtor rural, a acácia negra ainda enfrenta dificuldades para deslanchar no Brasil como uma espécie florestal. Ela tem sido visto como algo regional do Rio Grande do Sul para abastecer a indústria do tanino e derivar com isso alguns outros negócios paralelos. A indústria de celulose e papel, a siderurgia apoiada no carvão vegetal e a indústria de fabricação de produtos sólidos da madeira ainda não a vêem como uma alternativa ao que hoje já vêm realizando com outras espécies florestais como *Eucalyptus* e *Pinus*. Pior que isso, sequer a enxergam como algo complementar a essas espécies. O agro-negócio da acácia negra só se sustenta no RS e no Brasil devido à produção de tanino. Até mesmo a madeira é vista como um subproduto, apesar de valioso, pois tem destinação para celulose, papel, carvão vegetal e lenha. Se a indústria de tanino não crescer, ou se ela vier a sofrer algum tipo de crise, a acacicultura acompanhará essa mesma tendência. Se as plantações superarem as necessidades da produção de tanino, sobrarão casca e o preço baixará, ficando pior o negócio para os produtores florestais.

De uma forma clara e objetiva, as principais barreiras ao crescimento da acácia como cultivo regional estão relacionados a:

- Dependência do crescimento simultâneo do negócio do tanino, o que significa que o "driver" desse agro-negócio tem sido e parece que continuará a ser o tanino;
- Produtividade florestal menor do que a do eucalipto (no RS as boas plantações de eucalipto já resultam em 40 a 45 m³/ha.ano de madeira com casca, ou 60 a 65 st/ha.ano);

- Problemas fitossanitários enormes com a gomose, cascudo-serrador e até mesmo outros menos impactantes, como a ferrugem.
- Ciclo único de produção, já que não rebrota e não pode ser conduzida a novas produções com menores exigências de capital;
- sazonalidade no plantio e na colheita, pelo fato do produtor rural ter escassez de mão-de-obra na época da safra agrícola. A cultura de acácia demanda muita mão-de-obra para plantação e colheita. A remoção da casca é altamente exigente em trabalho manual.
- Faltam programas mais consistentes de melhoramento florestal. O máximo de melhoramento florestal praticado no momento é a introdução de sementes melhoradas da África do Sul e da Austrália, para ensaios de procedência. Há também áreas de produção de sementes estabelecidas com base em seleção massal e alguns pomares de sementes por mudas.
- A tecnologia florestal ainda é bastante primitiva em muitos conceitos básicos (provisão das sementes, tipos de recipientes das mudas, adubação e fertilização, combate a formigas, combate à mato-competição, densidade de plantio, etc.).
- Falta de orientação na qualidade da madeira produzida (se para celulose ?; para biomassa ?; para produtos sólidos ?, para carvão ?, etc.).
- Indefinições da acacicultura como um negócio: seria ele apenas agro-florestal para venda da casca e da madeira ?; ou seria industrial com alta agregação de valor nas cadeias produtivas em que se inserir?
- Falta de conhecimento mais detalhado da rede de valor da acácia negra, podendo com isso se encontrar os pontos de agregação e de destruição de valor. Isso permitiria uma otimização dessa rede e a maximização dos ganhos para os envolvidos.

Por essas razões, existem importantes oportunidades para a acacicultura no Brasil, tais como:

- Desenvolvimento de novos mercados para o tanino na área química, promovendo inclusive a maior exportação desse produto orgânico de natureza renovável e de baixo impacto ambiental.
- Aumento da produtividade florestal para valores médios acima de 40 st/ha.ano em volume de madeira e em mais de 10 - 12 toneladas secas de casca na colheita. Esses valores já são conseguidos em povoamentos de melhor qualidade no estado do RS, logo é algo perfeitamente factível.
- Forte ênfase na solução dos problemas fitossanitários da acácia negra, tanto para evitar a perda de incremento, como para melhorar a qualidade dos produtos e aumentar a receita líquida dos produtores rurais. Elevada proporção da madeira produzida é a chamada "lenha preta", que é a madeira defeituosa da base da árvore com as necroses

e feridas da gomose. Essa madeira que poderia ser vendida para celulose ou para painéis de madeira, acaba sendo orientada para produção de carvão, que rende menos ao produtor. A gomose é tão séria, que cerca de 30 a 40% das árvores mortas ao longo do ciclo morreram por causa dela. Logo, é a maior causa de mortalidade das árvores e pela baixa sobrevivência das árvores plantadas. Além disso, mesmo as árvores que não morrem, mas apresentam as necroses, perdem valor e produtividade. Portanto, as perdas são custos adicionais e redução de receitas no negócio. Já está mais do que na hora de se investir forte para a solução desse problema.

- Desenvolvimento da qualidade da madeira para outros tipos de produtos de maior valor agregado (serraria, móveis, chapas aglomeradas, etc.).
- Valorização dos produtos da madeira de acácia, deixando de se orientar a madeira apenas para produtos de menor agregação de valor como lenha, carvão e celulose.
- Maiores estudos para consorciações agro-silvo-pastoris, permitindo maior qualidade ambiental e social aos agro-negócios.
- Maiores estudos para consorciações florestais da acácia com o *Eucalyptus* e com o *Pinus*.
- Melhor entendimento da rede de valor da acacicultura, seus pontos-chaves de competitividade, as bases e fundamentos dos negócios envolvidos, as necessidades de inovações, etc.
- Redução dos desperdícios e dos retrabalhos ao longo da rede de valor.
- Valorização da imagem da acacicultura como uma cultura lucrativa, socialmente responsável e ambientalmente correta.



COMERCIALIZAÇÃO DE TORAS E DE CAVACOS DE MADEIRA DE *Acacia mearnsii*

As florestas de acácia negra são colhidas por corte raso, em uma única rotação, entre 6 a 8 anos de idade. Na colheita, a casca é removida ainda com a árvore em pé e transformada em feixes ou pequenos fardos de casca verde para venda para a indústria de tanino.

A seguir, as árvores são abatidas, traçadas em toras de 1 a 2,5 metros de comprimento. Muitas das florestas de acácia negra são muito irregulares e as árvores são finas em diâmetro. Outras árvores possuem a base bem danificada pelas lesões da gomose. Por essa razão, a madeira é segregada em três tipos de produtos, cada qual com seu mercado e suas particularidades.

- Madeira para celulose / cavacos: é a madeira mais nobre, mais limpa sem casca e sem danos fitossanitários. O diâmetro mínimo para a tora na extremidade mais fina é de 5 a 7 cm sem casca.
- Lenha fina: é a madeira dos ponteiros e das árvores finas, com diâmetros reduzidos e contendo alguma casca. Sua destinação é lenha, tanto doméstica ou para pequenos negócios (padarias, olarias, etc.). Pode ser vendida também para caldeiras de biomassa que a usam como toras ou a transformam em cavacos.
- Lenha preta: é a madeira de qualquer diâmetro, mas que apresenta as lesões da gomose. As lesões dão uma característica enegrecida a essa madeira, pela oxidação das gomas e extrativos exudados. A casca é difícil de ser retirada e acompanha parte das vezes a madeira. Como a gomose ataca preferencialmente a base da árvore, as toras de lenha preta são grosas e de comprimento irregular. São bastante orientadas para a produção de carvão vegetal.

Em um povoamento comercial de acácia negra, e de adequada qualidade florestal, colhem-se aos 7 anos as seguintes quantidades desses três tipos de madeira:

- Madeira para celulose / cavacos: 150 a 220 st/hectare;
- Lenha fina: 15 a 25 st/hectare;
- Lenha preta: 20 a 30 st/hectare
- Total: 200 a 250 st/hectare



Madeiras e cavacos de acácia negra

Para fins de comparação entre as produtividades de eucaliptos e de acácia negra, na tabela que se segue estão apresentados alguns dados que podem servir de base a cálculos importantes pelos produtores. Procuramos

apresentar dados padrões para esses dois tipos de materiais lenhosos, com resultados mais prováveis para os 7 anos de idade de colheita.

Tabela 01: Valores padrões para plantios comerciais com boa base tecnológica

	<i>E.saligna</i>	<i>E.urograndis</i>	<i>A. mearnsii</i>
Plantios de sementes			
Produtividade aos 7 anos em st/hectare	340 - 380	360 - 400	180 - 220
Plantios clonais			
Produtividade aos 7 anos em st/hectare	420 - 450	440 - 500	-
Relação m ³ sólido/ estere	0,66 a 0,71	0,66 - 0,71	0,59 - 0,62
Número de toras por metro quadrado observado em gabarito lateral na pilha de toras	40 - 55	30 - 50	65 - 90
Fator de forma das árvores	0,48 - 0,53	0,48 - 0,53	0,55 - 0,60
Densidade básica média da madeira (g/cm ³)	0,45 - 0,50	0,48 - 0,55	0,55 - 0,63
Peso seco de 1 m ³ sólido de madeira (tas/m ³)	0,45 - 0,50	0,48 - 0,55	0,55 - 0,63
Peso seco de 1 st de madeira (tas/st)	0,32 - 0,35	0,33 - 0,38	0,33 - 0,38
Densidade a granel dos cavacos recém produzidos (kg as/m ³ cavacos sem compactação)	155 - 165	165 - 175	185 - 210
Densidade a granel dos cavacos compactados na pilha de cavacos ou no porão do navio (kg as/m ³ cavacos)	175 - 185	185 - 200	205 - 230
Fator de conversão da madeira a cavacos (m ³ de cavacos sem compactação por estere de toras de madeira)	2,0 - 2,1	1,9 - 2,1	1,8 - 1,9
Fator de conversão da madeira a cavacos (m ³ de cavacos sem compactação por metro cúbico sólido de toras de madeira)	2,9 - 3,1	2,8 - 3,1	3,0 - 3,2
Relação volume de cavacos por tonelada absolutamente seca de madeira (m ³ /tas)	6,1 - 6,7	5,7 - 6,1	4,8 - 5,5

	<i>E.saligna</i>	<i>E.urograndis</i>	<i>A. mearnsii</i>
Umidade da árvore ao abate (%)	55 - 60	52 - 57	47 - 52
Peso de 1 m ³ sólido de madeira verde recém abatida (t/m ³)	1.10 - 1.12	1.11 - 1.14	1.14 - 1.17
Peso de 1 estere de madeira verde recém abatida (t/st)	0.74 - 0.79	0.75 - 0.80	0.67 - 0.72
Peso de 1 m ³ sólido de madeira a 25% de umidade (t/m ³)	0.65 - 0.68	0.68 - 0.72	0.73 - 0.84
Peso de 1 st de madeira a 25% de umidade (t/st)	0.43 - 0.46	0.45 - 0.50	0.45 - 0.50
	<i>E.saligna</i>	<i>E.urograndis</i>	<i>A. mearnsii</i>

Vantagens dos eucaliptos comerciais plantados no Brasil em relação à acácia negra

- Maior produtividade florestal e maior oferta de madeira por hectare na colheita, à mesma idade de corte;
- Maior relação m³ sólido/estere de madeira;
- Menor quantidade de toras para compor 1 metro cúbico sólido ou 1 estere de madeira;
- Menor quantidade de toras finas;
- Melhor picagem das toras a cavacos, com menor geração de lascas e de cavacos sobre-espessos;
- Menor necessidade de repicagem dos cavacos.

Vantagens da acácia negra em relação aos eucaliptos comerciais plantados no Brasil

- Produção concomitante de madeira e de casca para a indústria química, dois produtos de bom valor de mercado;
- Maior densidade básica da madeira;
- Maior peso seco por metro cúbico sólido de madeira em toras;
- Maior peso seco por metro cúbico de cavacos;
- Peso seco de um estere de madeira equivalente ao dos eucaliptos, apesar do menor fator de empilhamento;
- Menor volume de cavacos por tonelada seca de madeira (melhor ocupação de espaço no transporte de cavacos);
- Menor umidade da madeira no abate das árvores em função da maior densidade básica de sua madeira;
- Maior fator de forma das árvores.

A exportação de madeira de *Acacia mearnsii* na forma de cavacos é uma atividade do agro-negócio florestal que cresceu bastante no Rio Grande do Sul na última década. Como veremos mais adiante, a madeira da acácia negra é bem interessante para a produção de celulose e papel. Para essa finalidade, e menos para o uso da biomassa combustível, a madeira de acácia negra tem sido exportada na forma de toras e de cavacos. Apesar disso, o uso da madeira como biomassa ou lenha no Brasil, ainda é bem expressiva.

Estima-se que a produção anual de madeira de acácia em seus diferentes tipos seja de 3,9 a 4,5 milhões de esteres, estimativas essas obtidas não a partir de incrementos médios anuais de madeira por hectare ou de medições de madeira na colheita (impossível essa medição de forma a cobrir toda a madeira produzida, já que muita dessa lenha é consumida na própria propriedade rural). A melhor maneira de se conseguir a produção de madeira é através da relação com a produção de casca vendida, já que ninguém produz casca de acácia para estocá-la.

As mais recentes estatísticas publicadas apontam para uma exportação de cavacos correspondente a cerca de 1 milhão de toneladas, mas há indicações que em 2007 tenha atingido 1,2 milhões. Consideremos essa faixa de 1 a 1,2 milhões de toneladas de cavacos exportados na umidade como tal, ou seja, cerca de 30%. Teremos então uma exportação base peso absolutamente seco de 700 a 840 mil toneladas. Recém vimos na tabela 01 que o peso seco de um estere de madeira de acácia negra varia de 330 a 380 kg. Admitindo um valor médio de 360 kg absolutamente secos por estere, teremos a exportação de cerca de 2 a 2,35 milhões de esteres de madeira de acácia negra por ano pelo estado do RS, ou seja, algo como 50% da produção de madeira de acácia ao ano. Na mesma tabela 01 pode-se verificar que cada estere de madeira ao ser convertido em cavacos, rende cerca de 1,85 metros cúbicos de cavacos, em média. Portanto, a exportação de cavacos em volume tem sido correspondente a 3,7 a 4,3 milhões de metros cúbicos de cavacos. Como na viagem marítima, os cavacos tendem a se acamar e a se compactar nos porões dos navios, o volume que chega no comprador é de cerca de 10 a 15% menor. Entretanto, o que interessa, que é o peso seco, será o mesmo. Além disso, ao se retirarem os cavacos dos navios, eles perdem a compactação causada pela viagem e retornam ao volume original. Muito curioso isso tudo. Mas pode causar alguma confusão para os que gerenciam isso à distância ou não conhecem bem as lógicas envolvidas.

A exportação de cavacos de acácia negra tem então correspondido a 50% do total de madeira disponibilizado pela acacicultura no estado do RS. Uma proeza, para algo tão recente. Os restantes esteres de madeira gerados no ano pela acacicultura, que correspondem a pouco mais de 2 milhões de esteres, têm destinação local principalmente para biomassa energética ou para produção de carvão vegetal. A madeira de acácia negra tem pequena destinação para outros usos mais nobres, como móveis, painéis de madeira,

habitações e serraria. Mas esse tempo chegará para ela, não temos dúvidas. Já está no tempo da ciência gaúcha e brasileira fazer isso por ela, já que ela tem feito tanto para o Rio Grande do Sul.

Sites a serem visitados para se conhecer a exportação de cavacos de acácia negra pelo RS/Brasil:

- SETA Divisão Florestal. **Woodchips**. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.seta-sa.com.br/site/mita/woodchips.php>

- TANAC. **Unidade cavacos. Exportação de cavacos de madeira**. Website especializado

Disponível em:

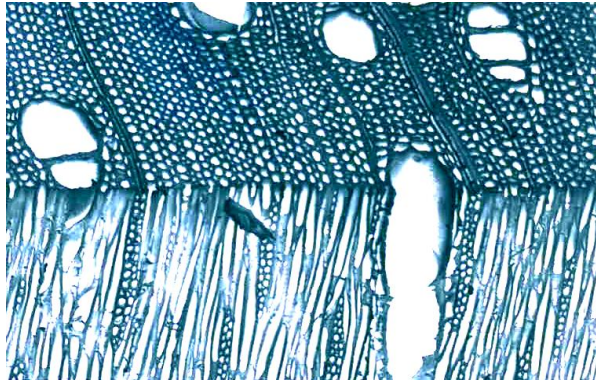
<http://www.tanac.com.br/PT/institucional.php?codCategoriaMenu=150&nomArea=Unidade%20Cavacos&codDado=6&menu=138>

=====

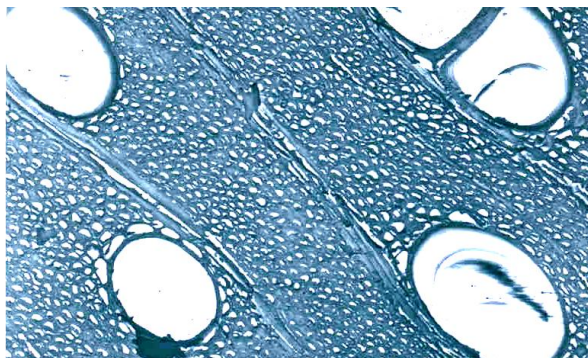
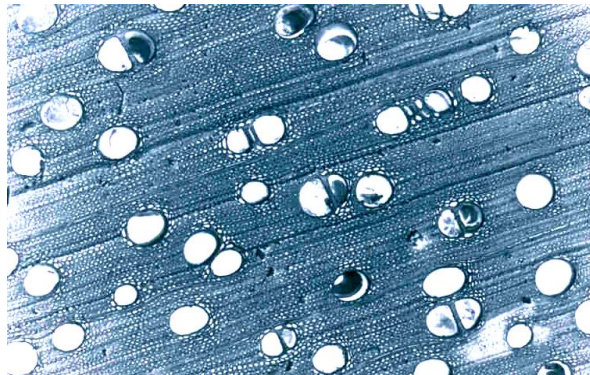
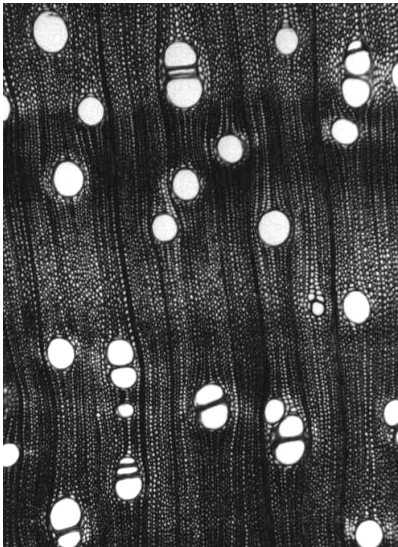
CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA MADEIRA DE *Acacia mearnsii*

- **Anatomia da madeira de *Acacia mearnsii***

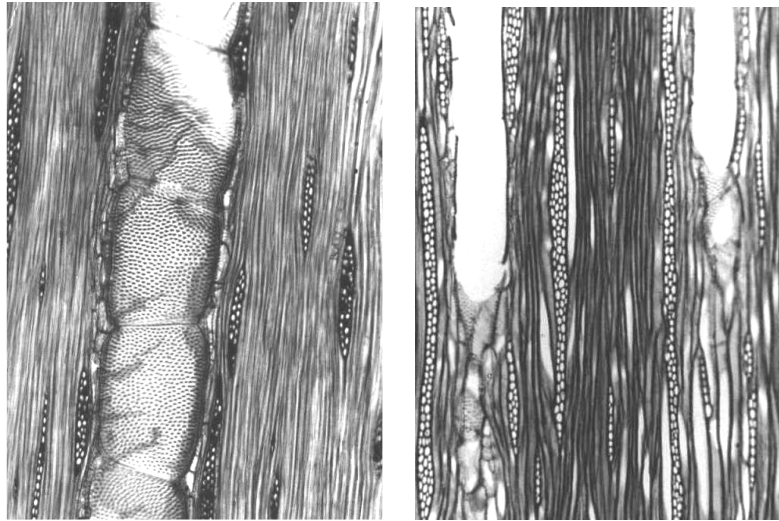
A madeira da acácia negra possui cerne e alburno bem distintos, sendo o alburno de coloração castanho claro e o cerne de cor marrom acinzentado. Os poros (vasos) são numerosos e visíveis facilmente com lupa de 10 aumentos. Os vasos são distribuídos de forma difusa na seção transversal da madeira, podendo ser solitários/isolados, geminados ou múltiplos. Muito freqüentemente os vasos estão obstruídos por extrativos de cor escura. O parênquima axial muitas vezes é bem visível, outras vezes, menos freqüente. Já o parênquima radial é visível com lupa e é bem característico, sendo uni, bi ou multi-seriado, enquanto no caso dos eucaliptos, costuma ser uni-seriado. Tem largura de 2 a 3 células, são curtos e baixos. As fibras libriiformes são curtas e com pontuações simples diminutas.



Bloco de madeira de *Acacia mearnsii* observado ao microscópio eletrônico



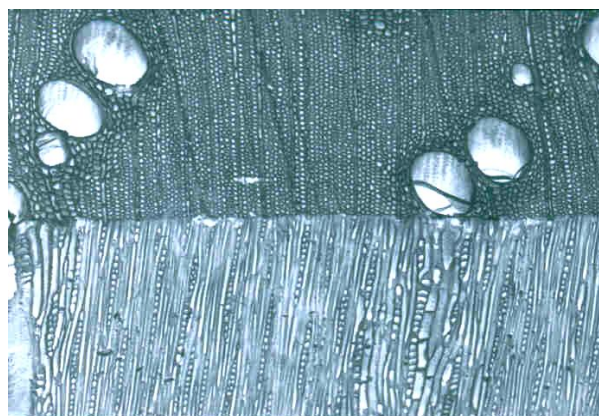
Cortes transversais de madeira de *Acacia mearnsii*



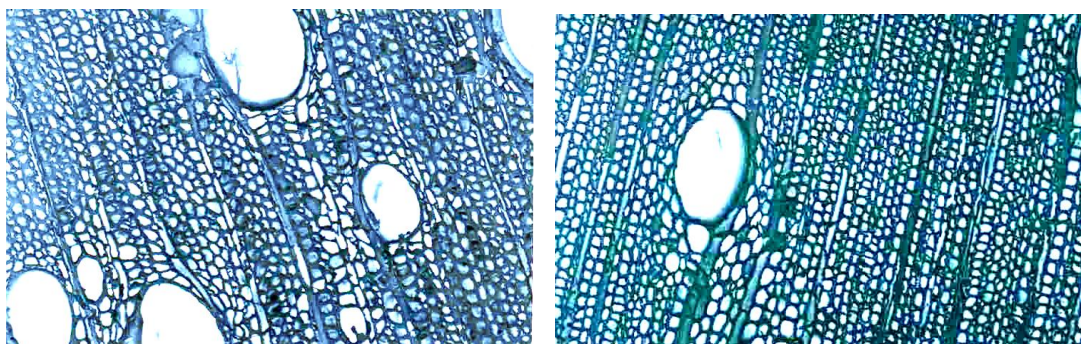
Cortes longitudinais de madeira de *Acacia mearnsii*

- **Anatomia da madeira de *Eucalyptus***

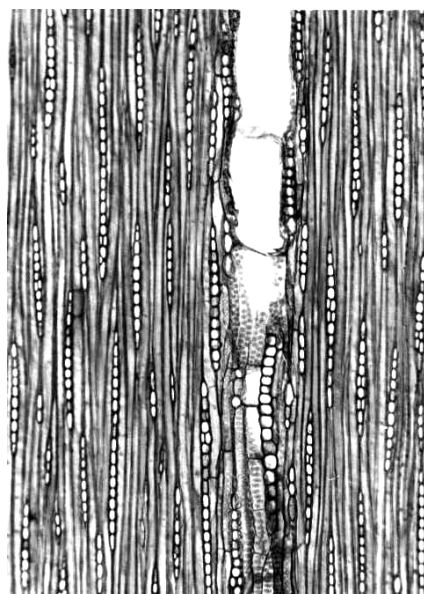
Os eucaliptos possuem madeira bem característica, com cerne bem diferenciado do alburno. O alburno tem cor castanho claro e é denso, enquanto o cerne tem cor avermelhada, rosada ou amarelada. Os vasos estão muito bem espalhados, são grandes em diâmetro e visíveis a olho nu. Na maioria das vezes os vasos são isolados, alguns obstruídos por extrativos (tiloses). O parênquima radial é escasso e quase invisível a olho nu, costumando ser vasicêntrico. O parênquima radial é finíssimo, largura de uma célula apenas. Costumam ser curtos, mas muito bem distribuídos na madeira. As fibras libriformes são curtas e com pontuações simples e diminutas.



Bloco de madeira de *Eucalyptus saligna* observado ao microscópio eletrônico



Cortes transversais de madeira de *Eucalyptus saligna*



Corte longitudinal de madeira de *Eucalyptus saligna*

- **Histometria dos xilemas**

A histometria pode ser entendida como o estudo da relação proporcional e da distribuição entre os diversos tecidos que compõem um órgão, em nosso caso a madeira ou xilema. Para o caso das madeiras de *Eucalyptus saligna* e de *Acacia mearnsii* temos as seguintes relações entre os constituintes anatômicos:

Tabela 02: **Histometria dos xilemas**

	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Eucalyptus saligna</i>
Paredes	52 – 60 %	50 – 55 %
Porosidade (vazios)	40 – 48 %	45 – 50 %
Fibras	60 – 70 %	58 – 65 %
– Paredes de fibras	40 – 45 %	35 – 42 %
Vasos	15 – 18 %	13 – 16 %
Parênquima axial	10 – 12 %	10 – 12 %
Parênquima radial	5 – 7 %	10 – 13 %
Parênquima total	16 – 22 %	22 – 25 %

- **Dimensões das fibras e dos vasos**

Tabela 03: **Dimensões das fibras**

	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Eucalyptus saligna</i>
Fibras		
◆ Comprimento, mm	0,9 – 1,0	0,9 – 1,1
◆ Largura ou diâmetro, µm	18 – 20	16 – 22
◆ Espessura parede fibra, µm	4,2 – 5,5	3,2 – 4,2
◆ Fração parede, %	48 – 52	35 – 45
◆ Coeficiente flexibilidade, %	48 – 50	55 – 60
◆ Índice de Runkel	0,9 – 1,1	0,7 – 0,8
Vasos		
◆ Comprimento, µm	230 – 280	300 – 400
◆ Largura ou diâmetro, µm	130 – 180	150 – 200

As fibras das madeiras de *Acacia mearnsii* são muito similares às dos eucaliptos, por essa razão apresentam performance papeleira parecidas, embora com algumas diferenças que relataremos mais adiante. Os comprimentos e larguras são próximos, mas a espessura da parede é que as diferencia. As paredes das fibras da *Acacia mearnsii* são mais espessas que

as das fibras das espécies papeleiras dos *Eucalyptus*. Por essa razão, cada fibra da acácia negra é mais pesada que uma correspondente dos eucaliptos comerciais usados no Brasil para produção de celulose e papel. Isso dará comportamento distinto à celulose da *Acacia mearnsii*. Entretanto, há que ficar claro, que espessuras de paredes do mesmo nível do encontrado para a *Acacia mearnsii* existem para muitas espécies de *Eucalyptus* e mesmo para árvores de *E.saligna* e *E.urograndis* de idades mais avançadas.

Uma diferença importante entre essas madeiras é a sua histometria e a distribuição dos tecidos na madeira. Apesar da proporção de volume dos vasos ser parecida nas madeiras de acácia e de eucalipto, pouco maiores para a acácia negra, os elementos de vaso das acácias são de menor comprimento e de menor diâmetro, por isso, são bem mais numerosos nas madeiras e correspondentes polpas celulósicas.

Além da quantidade em número de elementos de vaso por grama de madeira ou de celulose, os vasos de acácia na madeira são em geral geminados, enquanto os de eucalipto são isolados. Por essa razão, a distribuição de vasos na seção transversal da madeira de eucalipto é melhor do que na madeira de acácia negra. Outro fator diferencial é a proporção de parênquima radial, que é menor nas madeiras de acácia negra. Também a distribuição espacial desses parênquimas radiais é pior nas madeiras da acácia negra.

Apenas para lembrar: comparativamente à madeira dos eucaliptos papeleiros, a madeira de acácia negra possui:

- maior proporção de paredes celulares (a fração parede é maior para as fibras de acácia negra),
- vasos mais concentrados e menos dispersos na madeira,
- menor proporção de parênquima radial,
- esses parênquimas radiais também são mais grossos e pior distribuídos na seção longitudinal da madeira,
- as fibras possuem menor diâmetro de lúmen e paredes mais espessas.

Essas características combinadas à maior densidade básica da madeira da *Acacia mearnsii* resultam em maiores dificuldades para impregnação dessa madeira, tanto pela água, como por licores de cozimento para fabricação de celulose, ou por materiais para preservação da madeira. Os raios medulares e os vasos são facilitadores da penetração de líquidos na madeira. No caso da *Acacia mearnsii*, eles se colocam mais distantes um dos outros em relação às madeiras dos eucaliptos. Por isso, as dificuldades maiores de impregnação e penetração dos líquidos.

Por outro lado, as madeiras mais densas e de toras de menor diâmetro tendem a resultar em cavacos mais espessos e em maior proporção de lascas. São problemas adicionais na preparação de cavacos, que precisam ser muito bem entendidos pelo pessoal que produz cavacos para produção de celulose. Se forem cavacos para queima como biomassa, isso não é problema algum; pelo contrário, a maior densidade até mesmo é uma

excelente vantagem. Mas para produção de celulose, não é esse o caso. O ajuste adequado dos picadores e as dimensões dos cavacos são vitais para o caso do uso dessa madeira para fabricação de celulose.

Os processos de cozimento ou polpação exigem que haja uma boa impregnação da madeira pelos licores de cozimento. Essa impregnação está associada à espessura e tamanho geral dos cavacos, teor e distribuição dos elementos de vaso e do parênquima radial.

Fica claro então que a madeira de acácia negra tem pior acessibilidade para penetração por líquidos do que as madeiras dos eucaliptos mais usuais para fabricação de celulose (aqueles de média densidade básica como *E.saligna*, *E.grandis*, *E.urograndis*, *E.urophylla*, *E.dunnii*, *E.nitens*). Isso precisa ser entendido e trabalhado pelos que utilizarem a madeira da *Acacia mearnsii* para finalidades onde a impregnação por líquidos seja o fundamento do processo industrial.



Cavacos de dimensões adequadas para produção de celulose kraft

- **Composição química da madeira**

A madeira da *Acacia mearnsii* é reconhecida por possuir um menor teor de lignina e um maior teor de hemiceluloses em relação à maioria das espécies de eucaliptos. Isso é bastante favorável para a produção de celulose por quaisquer que sejam os processos de conversão. Entretanto, é menos favorável para a geração de energia, como veremos mais adiante.

A literatura mostra muitas avaliações químicas comparativas entre madeiras de eucaliptos e de acácia negra. A tabela 04 nos mostra uma síntese desses dados para a composição química da madeira de acácia negra em relação aos eucaliptos mais usuais no Brasil para uso industrial.

Tabela 04: **Composição química de madeiras**

Análise química	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>E.saligna</i>	<i>E.grandis</i>
Solubilidades em %			
◆ Água fria	1,3 – 1,9	0,7 – 1,6	0,9 – 1,3
◆ Água quente	2,0 – 3,3	1,5 – 2,9	2,0 – 2,5
◆ NaOH 1% a quente	14,8 – 17,3	10,4 – 13,5	11,5 – 12,5
◆ NaOH 5% a 20°C	14,7	8,0	7,0 – 9,0
◆ NaOH 8% a 20°C	13,8	7,9	6,9 – 7,8
◆ Álcool benzeno	1,8 – 2,7	1,0 – 1,9	1,4 – 2,5
◆ Diclorometano	0,3 – 0,4	0,3 – 0,6	0,4 – 0,7
Teores de (%)			
◆ Pentosanas	20,4 – 21,3	14,0 – 14,4	14,5
◆ Holocelulose	80,3 – 81,5	74,0 – 75,3	76,5
◆ Lignina	18,8 – 19,6	25,7 – 26,8	25,0 – 27,0
◆ Cinzas	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,2 – 0,35
Teores de minerais (ppm)			
◆ Potássio	860	700	820
◆ Cálcio	850	520	540
◆ Magnésio	260	190	180
◆ Sódio	360	460	240
◆ Alumínio	70	155	55
◆ Manganês	9	15	17
◆ Silício	7	25	13
◆ Ferro	2,3	5	3,5
◆ Cobre	1,3	1,4	1,1
◆ Níquel	0,06	0,3	0,15

A madeira de acácia negra mostra características bem diferenciadas às dos eucaliptos mais usuais no Brasil para uso industrial. São importantes as diferenças no teor de hemiceluloses (maiores), na solubilidade em soda cáustica (maiores), no teor de lignina (menores), nos teores de extrativos (maiores) e nos teores de minerais micro-nutrientes (menores).

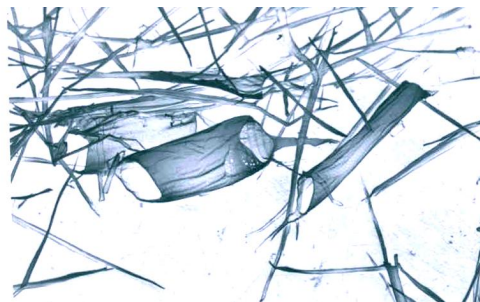
As mais altas solubilidades em soda cáustica são resultantes dos maiores teores de hemiceluloses. Os maiores teores de extrativos são reflexo possivelmente de substâncias tanantes e de gomas causadas pelos aspectos de fitossanidade das árvores.



USO DA MADEIRA DE *Acacia mearnsii* PARA FABRICAÇÃO DE CELULOSE E PAPEL



Fibras e elemento de vaso em polpa de *Acacia mearnsii*



Fibras e elementos de vaso em polpa de *Eucalyptus spp.*

Os principais fatores a serem gerenciados na produção de celulose de acácia são:

- ◆ Ter picadores para as toras regulados e adequados às dimensões dessas toras mais finas de acácia negra;
- ◆ Adequar a operação e regulagens dos picadores à madeira de mais alta densidade da acácia negra;
- ◆ Manter eficiente controle sobre as dimensões dos cavacos (espessura, proporção de lascas e de sobre-espessos);
- ◆ Garantir a impregnação dos cavacos pelo licor de cozimento para se ter adequada penetração e difusão dos licores: ter pré-impregnador a baixa temperatura é vital;
- ◆ Manter eficiente controle de palitos ("shives") e de rejeitos na massa;
- ◆ Trabalhar com temperaturas de cozimento ligeiramente mais baixas e tempos mais longos para evitar a destruição de hemiceluloses e com isso, a resultante perda de rendimentos em conversão;
- ◆ Manter eficiente controle de extrativos no processo para evitar a deposição de gomas e de "pitch" nos equipamentos e nas polpas.

As mais altas solubilidades da madeira indicam que os processos alcalinos devem ser muito bem aplicados para se garantir re-precipitação e

re-deposição de hemiceluloses nas fibras. Se isso não for feito, o rendimento em celulose diminuirá, pois fração importante das hemiceluloses dissolvidas acabarão sendo destinadas ao ciclo de recuperação como matéria orgânica no licor preto. Não devemos nos esquecer que apenas se ter um menor teor de lignina na madeira não é garantia de melhores rendimentos em produção de celulose. Caso a impregnação seja ruim, o teor de rejeitos aumentará bastante e a quantidade de celulose depurada será menor. Ainda, se as hemiceluloses forem degradadas demasiadamente no cozimento ou no branqueamento, o rendimento também cairá e a vantagem da lignina em menor quantidade se perderá.

- **Processamento da madeira de *Acacia mearnsii* a celulose kraft**

A celulose kraft de acácia negra é uma realidade já bem conhecida no Brasil. Durante anos essa madeira foi utilizada pela empresa Riocell S/A no Rio Grande do Sul, tanto em misturas com o eucalipto, ou na forma de campanhas 100% de madeira de acácia, sob demanda. Apesar das limitações que a empresa tinha na época em termos de picadores e digestor de tecnologias dos anos 70's, sempre se teve a madeira de acácia negra como uma excelente fonte de fibras. As composições mais usuais de acácia negra na mistura variavam de 10 a 50% em volume alimentado de cavacos. Entretanto, a densidade básica da madeira de acácia negra é em média 0,6 g/cm³ (densidade a granel dos cavacos de 0,205 tas/m³), enquanto a do eucalipto era 0,48 g/cm³ (densidade a granel dos cavacos de 0,165 tas/m³). O resultado disso é que as proporções de acácia na mistura de madeira, base peso, eram na realidade entre 12 a 55%. A mistura mais usualmente praticada para conversão a celulose kraft era de 25% em volume (30% base peso seco).

Eram reconhecidas as dificuldades de impregnação da madeira de acácia negra e sua propensão a gerar mais rejeitos no cozimento kraft. A qualidade dos cavacos e uma boa impregnação são fundamentos básicos para o uso dessa madeira para celulose kraft. Caso isso não seja conseguido, a vantagem do menor teor de lignina e maior teor de hemiceluloses, que oferecem ganhos de rendimento em produção de celulose, acabam se perdendo.

Esse menor teor de lignina e possivelmente a qualidade dessa lignina em termos de relação siringil/guaiacil (nada encontramos na literatura sobre essa relação S/G, infelizmente) permitem que, nos cozimentos kraft e pré-hidrólise kraft de madeira de acácia negra, as gerações de compostos odorosos tipo metil mercaptanas e dimetil sulfeto sejam menores do que as obtidas com madeiras de eucaliptos: uma vantagem interessante a favor da polpação alcalina de madeira de acácia negra.

Essas características de maior densidade básica da madeira (próxima aos 0,6 g/cm³); de menor teor de lignina (cerca de 20%) e de maior teor de pentosanas (cerca de 20%) fazem que essa madeira se assemelhe à do *Eucalyptus globulus*. As fibras dessas duas espécies são relativamente semelhantes, apesar de comportamento algo distinto na performance papeleira.

Conhecidas as limitações da madeira da acácia negra e dispondo-se de formas para se otimizar a impregnação dos cavacos e a polpação, podemos apresentar os seguintes dados comparativos entre as performances de *Acacia mearnsii* e de *Eucalyptus* comercialmente utilizado no Brasil para produção de celulose kraft branqueada.

Tabela 05: Valores usuais de conversão a polpa kraft

	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Eucalyptus saligna</i>
Volume sólido de madeira em 1 estere	0,6	0,68
Densidade básica da madeira, g/cm ³	0,6	0,5
Peso seco de 1 st, kg/st	360	340
Rendimento em celulose kraft depurada no digestor (%)	53,5	51,5
Produção de celulose absolutamente seca depurada e sem branquear (kg as/st)	192,6	175,1
Consumo específico de madeira por tonelada absolutamente seca de polpa não branqueada, st/tas	5,19	5,71
Consumo específico para produção de uma tonelada "air dry" branqueada de polpa de mercado, st/adt polpa branca ¹	4,97	5,47

¹Consumo teórico de madeira, já que não se computam as perdas usuais da área de preparação de cavacos, nem as reciclagens internas de rejeitos, etc. Admitiram-se mesmos rendimentos no branqueamento e depuração branqueada, para ambos os tipos de polpas kraft.

Em relação aos consumos de químicos para cozimento e branqueamento, não existem diferenças significativas a relatar. Também, uma fábrica projetada para produzir celulose kraft de eucalipto pode perfeitamente operar com madeira de acácia negra, observadas as condições de melhorar a qualidade dos cavacos e a impregnação dos mesmos. Se isso não for feito, teremos quantidades adicionais de nós mal cozidos na saída do digestor e maiores quantidades de "shives" na polpa para serem depurados.

Podemos sumarizar esse relato com a menção das seguintes vantagens e desvantagens da madeira de acácia negra para produção de celulose kraft:

Desvantagens da madeira de acácia negra para produção de celulose kraft:

- Propensão a geração de lascas e cavacos sobre-espessos na picagem das toras;
- Propensão a maiores teores de rejeitos na celulose sem branquear, pelas dificuldades de impregnação dos cavacos (anatomia da madeira e dimensões dos cavacos);
- Maiores consumos de reagentes químicos no digestor quando os cavacos não estão nas dimensões adequadas;
- Maiores dificuldades para se obter o grau de deslignificação desejado (número kappa) nas condições de excesso de cavacos sobre-espessos e de lascas. Nessas situações se necessita cerca de 1% a mais de álcali ativo base madeira e expresso como NaOH e de cerca de 50 a 100 unidades a maior no fator H. Isso não acontece quando os cavacos têm dimensões adequadas.

Vantagens da madeira de acácia negra para produção de celulose kraft:

- Maiores rendimentos em celulose depurada, cerca de 2% a mais base madeira;
- Maior viscosidade da celulose não branqueada;
- Maior teor de hemiceluloses da polpa, expresso como teor de hemiceluloses ou como solubilidade da polpa em NaOH. Em termos de solubilidade em soda cáustica a 5% de concentração, os valores para as polpas kraft de acácia negra chegam a ser 40 a 50% maiores do que as dos eucaliptos comerciais brasileiros.
- Em relação ao *E.globulus* a situação é diferente, pois as polpas e madeiras da acácia negra se assemelham às dessa espécie de eucalipto;
- Maior produção por volume unitário de digestor, o que significa que se houver disponibilidades de licor branco e de capacidade na caldeira, a fábrica pode ter sua produção aumentada ao consumir madeira de acácia (pura ou na mistura);
- Menor consumo de madeira, tanto em peso como em volume para a produção de uma tonelada de celulose kraft.
- Potencial aumento de produção diária da fábrica e redução de custos de fabricação, coisas muito apreciadas pelos fabricantes de celulose.

- **Processamento da madeira de *Acacia mearnsii* a celulose sulfito neutro - NSSC**

Apesar dessa produção de polpa NSSC ser muito marginal, ela costuma acontecer em pequenas fábricas que operam em regiões menos competitivas e tradicionais. A polpa NSSC é de alto rendimento e costuma ser apenas alvejada com peróxido de hidrogênio. Essa celulose tem utilizações para fabricação de papéis de embalagem, papéis de impressão e sanitários. Há fábricas que possuem uma unidade de lignossulfonatos associada para produzir esses químicos, já que caso contrário, o nível de poluição seria insuportável. Há outras empresas que enviam o licor negro NSSC concentrado para fábricas kraft vizinhas para queima, minimizando com isso os impactos ambientais.

A madeira de acácia negra é bastante viável para esse processamento, pois possui menor teor de lignina e sua branqueabilidade pelo peróxido de hidrogênio é favorecida pelo tipo de lignina e pelo menor teor de íons de transição que catalisam reações de degradação do peróxido de hidrogênio, como manganês, níquel e ferro.

Tabela 06: **Polpas NSSC**

	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Eucalyptus saligna</i>
Número kappa	95	120
Teor de manganês, ppm	5	25
Teor de ferro, ppm	15	30

- **Processamento da madeira de *Acacia mearnsii* a celulose pré-hidrólise kraft**

Durante muitos anos a madeira da acácia negra foi utilizada pela Riocell S/A para a produção de celulose pré-hidrólise kraft destinada à fabricação de derivados de celulose, tais como viscose, acetato de celulose, rayon, celofane, etc. Da mesma forma que para a polpação kraft, a conversão podia ser conduzida com 100% de madeira de acácia negra, 100% de madeira de eucaliptos, ou misturas entre ambas.

Há muitas vantagens no uso da acácia negra por esse processo, sendo as mais pronunciadas as ligadas a consumos específicos e à facilidade de processamento da madeira da acácia. Sabe-se que as hemiceluloses ao serem removidas por hidrólise, fragilizam as ligações da lignina, que estava na matriz da madeira como se as moléculas de ambas (hemiceluloses e lignina) estivessem enxertadas uma às outras. A prévia remoção de grande parte das hemiceluloses por hidrólise ácida (fraca) permite um cozimento

kraft subsequente com muita facilidade. Sem muitos esforços se atingem, mesmo só com soda cáustica, valores de número kappa abaixo de 10 na saída do digestor.

As condições de pré-hidrólise mais usuais relatadas na literatura para as madeiras de *Acacia mearnsii* e de *Eucalyptus* comercialmente viáveis para esse tipo de celulose são as seguintes:

Fase da pré-hidrólise:

Temperatura de 150 - 165°C

Tempo até temperatura máxima de 90 minutos

Tempo à temperatura de hidrólise de 60 minutos

Fase de cozimento kraft:

Temperatura de 150° a 170°C

Tempo na temperatura máxima: 45 a 90 minutos

Álcali ativo: 21 a 23% base NaOH, sendo que a sulfidez pode variar entre 5 a 35%, sem maiores dificuldades.

No processo pré-hidrólise kraft, a fase de hidrólise visa remover as hemiceluloses, que são indesejáveis nas polpas para derivados de celulose (polpas para dissolução ou polpas solúveis). Quando essas hemiceluloses são removidas (parcialmente), a lignina residual fica topo-quimicamente mais acessível e mais fácil de ser removida. A alta demanda de álcali ativo na fase de cozimento kraft se deve à acidez gerada na fase de pré-hidrólise ácida.

Tabela 07: **Polpas pré-hidrólise kraft**

	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Eucalyptus saligna</i>
Fase de Pré-Hidrólise		
• Rendimento base madeira, %	77	82
• Lignina na madeira pré-hidrolisada, %	22	29
• Lignina base madeira original, %	18	24
Fase de polpação kraft		
• Rendimento base madeira pré-hidrolisada, %	48	42
• Rendimento total médio base madeira original, %	38	35,5
• Consumo específico de madeira (estere por tonelada absolutamente seca de celulose não branqueada na saída do digestor), st/tas	7,35	8,30
• Teor de rejeitos na polpa não branqueada na saída do digestor, %	0,2	0,1
• Número kappa	9	11
• Viscosidade intrínseca, cm ³ /g	950	850
• Alvura polpa não branqueada, %ISO	43	40
• S ₅ – Solubilidade em NaOH a 5%, %	1,8 – 2,5	1,3 – 2,0
Dados gerais		
• Consumo específico de madeira ¹ (estere por tonelada seca ao ar de polpa solúvel branqueada), st/adt	6,96	7,86
• Alvura polpa branca, %ISO	90 - 92	90 - 92

¹Consumo teórico de madeira, já que não se computam as perdas de madeira da área de preparação de cavacos, nem as reciclagens internas de

rejeitos, etc. Admitiram-se mesmos rendimentos no branqueamento e depuração branqueada, para ambos os tipos de polpas pré-hidrólise kraft.

Também nesse processo se confirmam algumas das vantagens da madeira da acácia negra especialmente quanto ao consumo específico de madeira para produção de uma tonelada de celulose branqueada ao término do processamento industrial. Isso pode representar aumento de produção diária e redução de custos de fabricação.

Também nesse tipo de processo, as misturas de madeiras de eucaliptos com acácia negra são factíveis e podem inclusive ajudar a controlar alguns parâmetros de especificação, como viscosidade intrínseca ou teor de hemiceluloses residuais na polpa final branqueada.

- **Branqueabilidade das celulose kraft de *Acacia mearnsii***

Para se garantir uma boa branqueabilidade da massa e se alcançar boa limpeza e alvura no produto final, é necessário que se tenha um cozimento adequado, mais uma vez se reforçando as demandas de cavacos de boa qualidade em dimensões. Uma grande vantagem da polpa de acácia negra é sua fácil drenabilidade, por isso, ela pode ser lavada com bastante facilidade. Isso é reflexo de sua menor população fibrosa. Resulta disso, que ao longo do branqueamento, o consumo de produtos químicos branqueantes pode ser menor, pois a polpa se lava melhor após cada estágio e também pode ser levada a maiores consistências. Com isso, os "carry-overs" são minimizados.

Deve-se evitar altas dosagens de soda cáustica nos estágios alcalinos do branqueamento e na deslignificação com oxigênio para evitar a remoção de hemiceluloses, fato comum de acontecer se não for cuidado.

Quando os cavacos são irregulares, gera-se maior teor de "shives", o que acaba por prejudicar as operações de branqueamento e depuração, ou então a exigir maior atenção nas mesmas.

Outros pontos a merecer cuidados são: o controle de extrativos e de potencial de deposição de "pitch"; a geração de ácidos hexenurônicos e seu papel no branqueamento da polpa. As polpas ricas em hemiceluloses podem ter consumos adicionais de produtos químicos no branqueamento devido a essa geração de ácidos hexenurônicos no cozimento kraft.

Em condições normais e adequadas de processamento, as polpas de acácias ou de misturas de madeiras de eucalipto e de acácia negra não apresentam diferenças em relação às polpas de eucalipto para serem branqueadas aos níveis de alvura requeridos para polpas de mercado.

- **As fibras celulósicas da *Acacia mearnsii* comparativamente às dos eucaliptos**

As fibras papelieras de acácia negra são bastante típicas, em razão de terem comprimentos e larguras similares às dos eucaliptos, mas paredes celulares mais espessas. Isso resulta que cada fibra de acácia negra é mais pesada que uma fibra correspondente de eucalipto. Como conseqüência, a população fibrosa em número de fibras por grama é menor para as polpas de acácia negra e a "coarseness" é maior. Pode-se dizer que essas propriedades estão mais assemelhadas às de polpas de *Eucalyptus globulus* e a de outros eucaliptos, mas de árvores de maior idade (casos de madeiras mais densas para os eucaliptos).

Fibras com essas características são interessantes para alguns tipos de papéis, tais como os papéis "tissue", decorativos, absorventes e onde se deseja boa formação, alta drenabilidade e desaguamento na máquina de papel e maior porosidade. Entretanto, menor população fibrosa conduz a menores valores de opacidade nas folhas de papéis de impressão.

Além das dimensões das fibras, existe uma outra característica fundamental nessas polpas de acácia que é o maior teor de hemiceluloses em relação aos eucaliptos brasileiros, mas não tão diferente em relação ao *Eucalyptus globulus* de Portugal.

Dimensões de fibras e teor de hemiceluloses conferem propriedades bem típicas às fibras papelieras da acácia negra. São fibras rígidas quando sem refinação. Entretanto, por terem muitas hemiceluloses na sua composição, acabam sendo mais facilmente colapsadas durante a refinação da massa do que as fibras dos eucaliptos normalmente utilizados no Brasil. Mesmo assim, têm dificuldades para ganhar resistência no início do refino, resistindo à elevação do grau de refinação em graus Schopper Riegler. Isso é mais uma vantagem para a fabricação de papéis "tissue", que não apreciam polpas com alta capacidade de ligação entre fibras ("bonding"). Por outro lado, perdem facilmente seu elevado volume específico aparente que possuem nas folhas de polpas não refinadas, já que as fibras se colapsam com facilidade.

Existem outras características importantes e diferenciadas nas polpas kraft de *Acacia mearnsii*, como sempre, algumas favoráveis e outras desfavoráveis.

É desfavorável o maior teor de elementos de vaso que essas polpas de acácia negra apresentam, o que interfere na impressão das folhas de seus papéis, causando agravamento do problema de "vessel picking" se o papeleiro e o gráfico não tomarem providências. São relatados ainda casos de aumento de presença de "pó" no papel devido a esse maior teor de elementos de vaso.

São favoráveis:

- O ligeiramente menor teor de finos nas polpas de acácia (menor proporção de parênquimas);

- O menor índice de retenção de água (favorece a drenagem e o desaguamento das fibras na parte úmida da máquina de papel e a maior consistência da folha úmida na entrada dos secadores, permitindo menor consumo de vapor ou elevação da velocidade da máquina de papel). Há indicações de papeleiros que reportam economias entre 8 a 12% de consumo de vapor devido à elevação da consistência da folha úmida com polpa de acácia negra, após a seção de prensagem a úmido. Como a consistência é também maior após a mesa plana, as ocorrências de quebra de folha também diminuem. Excelente tudo isso para os papeleiros.

É muito importante que saibamos essas diferenças, para que possamos valorizar as vantagens e entender as desvantagens e as dificuldades dos papeleiros que utilizarem essas polpas. Lembrar que é bastante humano se reclamar das desvantagens e se aceitar como normais as vantagens. Por isso, a necessidade de boa argumentação e bons conhecimentos por parte dos fabricantes de celulose kraft e de papéis de acácia negra, em utilização pura ou em misturas com outras fibras.

Tabela 08: Propriedades fundamentais das polpa

	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Eucalyptus spp.</i>
S ₅ - Solubilidade em soda cáustica a 5 %, %	15 - 17	9 - 12
Teor de finos vaso dinâmico de drenagem, %	5,0 - 6,5	5,5 - 7,0
"Coarseness", mg/100 metros	8,0 - 11,0	5,5 - 8,5
Número de fibras por grama seca de polpa	15 - 19 milhões	19 - 25 milhões
Número de elementos de vaso por grama seca de polpa	100 a 140 mil	60 a 100 mil
IRA - Índice de Retenção de Água de folhas secas de polpa de mercado , %	90 - 100	110 - 125

- **Refinação das polpas celulósicas da *Acacia mearnsii* e suas utilizações papeleiras**

As características fundamentais das fibras da acácia negra discutidas no item anterior afetam e diferenciam o comportamento das mesmas nos processos de fabricação do papel e nas propriedades de seus papéis.

Já vimos que em suas propriedades, as fibras de acácia parecem ser mais indicadas para papéis tipo "tissue" e absorventes e menos para papéis de impressão. Entretanto, com adequada preparação, essas polpas de acácia negra podem ser boas matérias primas para esses e outros tipos de papéis, como decorativos, filtros, de cigarro, de embalagem, cartões multi-camadas, etc.

Como a população fibrosa é menor na polpa de acácia negra do que para a maioria dos eucaliptos, a sua drenabilidade sem refino é rápida. Por isso, seu grau Schopper Riegler é baixo e demora para se elevar no estágio inicial de refino. Pode-se dizer que essas polpas "resistem à ação do refino inicial". Além disso, como as paredes das fibras são espessas, elas consomem energia para se colapsar e nem tanto para desfibrilar. O resultado disso é que as folhas feitas com polpa não refinada são bastante volumosas e porosas, mas muito fracas. São bastante absorventes e apresentam boa opacidade nessa fase, sem refino algum. Infelizmente, a baixa ligação entre fibras nessas polpas de acácia negra sem refino não ajudam a se terem valores bons de resistência ao rasgo, tração, estouro, etc. Com algum refino, o volume específico aparente se perde por colapso das paredes, mas o "bonding" toma um certo tempo para ser desenvolvido. A resistência ao rasgo cresce mais rápido do que a resistência à tração e ao estouro, o que é bom para papéis "tissue".

Ao mesmo tempo que demora para mudar seu grau de drenabilidade, as resistências se elevam mais lentamente. Entretanto, as perdas de porosidade, volume específico aparente, opacidade e absorção de água são mais rápidas. Esse comportamento é previsível, já que a polpa tem fibras de paredes espessas e alto teor de hemiceluloses nessas paredes. Isso confere flexibilidade, plasticidade e colapsabilidade às fibras.

Os elementos de vasos também se colapsam facilmente com a refinação e com isso ficam mais retidos na estrutura das folhas. Seu achatamento ajudam na perda do volume específico aparente, da porosidade e da opacidade.

O mais difícil refino dessas polpas consegue desenvolver resistências mais lentamente, mas consegue prejudicar propriedades interessantes como porosidade, volume específico aparente, opacidade e absorção de água.

Já vimos que esse tipo de polpa tem vantagens para a fabricação de papéis tipo "tissue", onde o desenvolvimento de tração no refino é indesejável. Como as máquinas de "tissue" são muito rápidas e a gramatura da folha de papel é baixíssima (15 a 20 g/m²), as polpas de acácia são muito interessantes porque:

- Favorecem a drenagem e o desaguamento;
- Podem ser usadas quase sem refino;
- Não desenvolvem tração no início do refino, o que "fecharia" a folha, conforme esses papeleiros;
- Possuem menor teor de finos que se acumulam nos sistemas de água branca da máquina;

- Desenvolvem mais rapidamente a resistência ao rasgo;
- Possuem adequada relação rasgo/tração na fase inicial do refino (maior a relação, melhor para esse tipo de papel);
- Conferem boa maciez e suavidade ao tato na folha de papel "tissue".

Já vimos também que as características fundamentais das polpas de acácia negra podem trazer algumas desvantagens para a fabricação de papéis de impressão, já que essas polpas mostram:

- Menor opacidade,
- Menores resistências,
- Maior conteúdo de elementos de vaso,
- Maior dificuldade para desenvolver resistências com o refino, o que acaba por prejudicar o volume específico aparente e a porosidade.

Apesar dessas dificuldades, existem tecnologias de refinação de polpas que permitem minimizar as mesmas, permitindo o uso bem-sucedido das polpas de acácia negra para fabricar esses tipos de papel. Hoje, com discos de refinadores que permitem se trabalhar com muito baixas intensidades de refino, esses problemas são perfeitamente contornados. É importante que os usuários conheçam bem essas diferenças em relação a outras matérias primas fibrosas para compor adequadamente suas receitas papeleiras.

Como conclusão final dessa utilização industrial da madeira de acácia negra, pode-se concluir que a mesma pode ser perfeitamente recomendada para a fabricação de celuloses e de papéis de boa qualidade. As fibras de acácia podem ser utilizadas na forma pura ou em misturas com outras fibras, por exemplo, de eucaliptos. Sabemos que essa mistura pode ser feita ou na fábrica de papel, ou na própria fábrica de celulose, quando essa opta por produzir celulose a partir de misturas de cavacos de *Acacia mearnsii* e de alguma outra madeira de folhosa. No caso de misturas de eucaliptos e de acácia negra, o sucesso industrial já foi inclusive comprovado.

Não se pode dizer que as polpas kraft de acácia negra sejam piores ou melhores do que as dos eucaliptos. Elas são únicas, em alguns pontos possuem vantagens, em outros, desvantagens. Cabe ao produtor e ao usuário maximizar os pontos positivos e minimizar os negativos. O melhoramento da qualidade da madeira e dos processos industriais para maior adequação dessa matéria prima podem ajudar a otimizar essa cadeia de produção. Afinal, as suas fibras estão mostrando atrativa performance industrial nesse setor produtivo, mesmo sem terem tido qualquer tipo de melhoramento florestal para essa utilização. Com um programa de melhoramento florestal e industrial podemos prever que substanciais ganhos possam vir a ocorrer.



UTILIZAÇÃO DA *Acacia mearnsii* PARA FINS DE BIOMASSA ENERGÉTICA



Carvão vegetal de *Acacia mearnsii*



Combustão de madeira energética de acácia negra em uma caldeira

A madeira e a casca da *Acacia mearnsii* são boas fontes de energia, sendo muito consumidas tanto para combustão como para carbonização.

A casca da acácia negra, após sua extração para remoção de taninos e compostos tanantes, perde cerca de 25 a 35% de seu peso seco, em função dessa remoção. O seu volume muda pouco, pela estrutura rígida que é a casca. Com isso, a densidade básica da casca, que era de 0,42 a 0,45 g/cm³, diminui para aproximadamente 0,35 g/cm³. Ainda assim, é uma interessante matéria prima para geração de energia, parecida à casca dos eucaliptos utilizados para produção de celulose, cuja densidade básica está entre 0,35 a 0,4 g/cm³. Portanto, é uma boa biomassa energética e pode render interessantes calorías em caldeiras de biomassa. Melhor ainda se contiver baixo teor de umidade (abaixo de 30% de umidade).

A produção anual de casca de acácia negra no estado do Rio Grande do Sul tem atingido valores entre 260.000 a 280.000 toneladas, conforme

relata o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Essa produção bruta equivale a cerca de 12 a 14 toneladas de casca verde por hectare, já que estamos falando em cerca de 20 a 25 mil hectares colhidos por ano. Em função da relação entre peso de casca e volume de madeira produzido, pode-se estimar que a produção anual de madeira de acácia no estado do Rio Grande do Sul seja de algo como 3,9 a 4,5 milhões de esteres de madeira.

Com a extração dos compostos de tanino, a casca seca tem seu peso seco reduzido em cerca de 25 a 35%. Mesmo assim, resta uma excelente oferta para geração de energia. Como essa casca teve removido o tanino e parte de outros extrativos solúveis e também perdeu alguns de seus sais minerais, os conteúdos de lignina e de carboidratos base seca ficaram inclusive maiores. Por essa razão, o poder calorífico superior da casca seca de acácia depois da extração dos taninos continua atrativo, acima de 3.400 kcal/kg seco. Então, o que vai determinar sua eficácia energética será seu teor de umidade.

Já a madeira da acácia negra, consiste em excelente biomassa energética, tanto a “lenha fina”, de toras de pequeno diâmetro, como a conhecida “lenha preta” (madeira defeituosa devido ao ataque da gomose”). Parte significativa da madeira dos acaciais do sul do Brasil é vendida como lenha para pequenos empreendedores, como aqueles nos negócios de padarias, pizzarias, olarias, secagem de grãos e de fumo. Outra parcela dessa lenha é muito popular junto à sociedade sul-rio-grandense, alimentando fogões a lenha, lareiras e churrasqueiras. Há ainda uma parte significativa de madeira de acácia que alimenta caldeiras de biomassa como toras ou como cavacos. Portanto, a acácia tem papel importante na geração de calor, vapor e energia elétrica no Rio Grande do Sul. Gera também felicidade e conforto em muitos lares gaúchos.

A madeira da acácia negra é densa, em geral mais densa do que a madeira da maioria dos eucaliptos plantados comercialmente no Brasil (*Eucalyptus grandis*, *E.saligna*, *E.urograndis*, *E.dunnii*, *E.viminalis*, *E.robusta*, *E.urophylla*, etc.). Entretanto, seu teor de lignina, que é uma vantagem para produção de celulose e papel, aqui se traduz em uma desvantagem.

Sabe-se que o poder calorífico de uma biomassa orgânica combustível é fortemente relacionado ao seu conteúdo percentual de carbono base peso seco. Como a lignina é mais rica em carbono que a celulose e as hemiceluloses, quanto maior o teor de lignina de uma biomassa, maior o seu poder calorífico. Isso pode ser entendido pelas fórmulas moleculares simplificadas desses constituintes da madeira.

Celulose: $(C_6H_{10}O_5)_n$ Teor de carbono molecular = 44,5%

Hemicelulose (xilana): $(C_5H_8O_4)_n$...Teor de carbono molecular = 45,5%

Lignina: $C_{40}H_{44}O_6$ Teor de carbono molecular = 77,5%

No caso das madeiras de *Eucalyptus spp.* e de *Acacia mearnsii* existe uma diferença importante em suas constituições químicas, como já visto anteriormente. Em função dessas diferenças e da proporção relativa de carbono nesses diferentes constituintes, a madeira de acácia negra possui em geral cerca de 2 a 2,5% a menos de carbono do que a madeira padrão de eucalipto, que é bem mais rica em lignina.

Tem-se como regra prática que cada 1% de carbono elementar na constituição da biomassa seca resulta em cerca de 100 kcal/kg seco da biomassa. Por essa razão, a madeira de acácia negra tem um potencial de gerar 200 a 250 kcal/kg seco a menos do que a madeira do eucalipto, em função de seu menor teor de lignina e conseqüentemente do constituinte carbono.

- Poder calorífico superior:

Acacia mearnsii: 4.200 a 4.350 kcal/kg seco

Eucalyptus spp.: 4.400 a 4.600 kcal/kg seco

Entretanto, nem só de poder calorífico superior vive uma biomassa. A madeira de acácia negra tem algumas vantagens importantes para seu uso como biomassa. Ela tem menor umidade ao abate da árvore, seca mais rapidamente, e tem maior densidade básica. Conseqüentemente, a lenha de acácia negra é muito atrativa e procurada pelos compradores de biomassa energética. A maior densidade básica acaba por compensar o menor teor de carbono. No final, por estere de madeira (ou metro cúbico de madeira empilhada), a geração energética é similar e até mesmo favorável à acácia em relação aos eucaliptos mais freqüentemente encontrados no mercado como biomassa.

- Potencial energético das madeiras absolutamente secas (toras de madeira empilhadas)

Deve ficar muito claro que os dados a seguir apresentados seriam os potenciais máximos em energia dessas biomassas, já que estão baseados nos poderes caloríficos superiores. Estamos colocando os mesmos com a finalidade de apenas mostrar as diferenças energéticas entre essas madeiras. Na vida prática, devemos trabalhar com os poderes caloríficos inferiores e descontando a energia perdida com a água liberada na combustão e com a perda de energia devido à umidade da madeira. Veremos muito mais sobre isso tudo no capítulo que escreveremos breve sobre biomassas combustíveis.

Eucalyptus grandis: 300 a 320 kg secos/estere de madeira
Cerca de 1,4 Gcal/estere

<i>Eucalyptus saligna:</i>	320 a 340 kg secos/estere de madeira Cerca de 1,5 Gcal/estere
<i>Eucalyptus urograndis:</i>	350 a 360 kg secos/estere de madeira Cerca de 1,6 Gcal/estere
<i>Eucalyptus paniculata:</i>	410 a 430 kg secos/estere de madeira Cerca de 1,9 Gcal/estere
<i>Acacia mearnsii:</i>	350 a 370 kg secos/estere de madeira Cerca de 1,55 Gcal/estere

Para biomassa energética na forma de cavacos de madeira, a situação fica inclusive mais favorável para a acácia negra em relação aos eucaliptos mais comuns disponíveis no mercado como biomassa.

- Potencial energético das madeiras absolutamente secas (cavacos de madeira)

<i>Eucalyptus grandis:</i>	145 a 150 kg secos/m ³ de cavacos Cerca de 0,65 a 0,68 Gcal/m ³ cavacos
<i>Eucalyptus saligna:</i>	155 a 170 kg secos/m ³ de cavacos Cerca de 0,70 a 0,75 Gcal/m ³ cavacos
<i>Eucalyptus urograndis:</i>	165 a 180 kg secos/m ³ de cavacos Cerca de 0,75 a 0,78 Gcal/m ³ cavacos
<i>Eucalyptus paniculata:</i>	210 a 220 kg secos/m ³ de cavacos Cerca de 0,95 a 0,98 Gcal/m ³ cavacos
<i>Acacia mearnsii:</i>	185 a 210 kg secos/m ³ de cavacos Cerca de 0,80 a 0,90 Gcal/m ³ cavacos

Além disso, a madeira de acácia negra tem toras mais finas, de mais fácil manuseio pelos pequenos proprietários rurais, ou dos negócios onde ela é necessária como lenha. Por essa razão, a simpatia que existe no Rio Grande do Sul pela lenha de acácia.

Para a conversão a carvão vegetal, a acácia é também bastante procurada. A carbonização mais usual é da parte inferior da árvore que foi atacada por gomose, onde as toras têm maior diâmetro e muitas vezes com casca. Essa madeira é rica em extrativos e tem densidade básica alta. Frente a essas características, o carvão vegetal de acácia negra é rico em calorias,

cerca de 7.400 a 7.500 kcal/kg seco e tem ainda alto teor de carbono fixo (aproximadamente 77 - 80%). Outras vantagens importantes são: alta densidade aparente (0,35 a 0,37 g/cm³ no carvão sólido), alta densidade a granel do carvão (210 a 220 kg carvão por metro cúbico de carvão amontoado) e baixo teor de cinzas no carvão (0,3 a 0,5%). Essas densidades são cerca de 15 a 20% superiores às densidades do carvão das espécies mais usuais dos eucaliptos. Outra vantagem muito apreciada do carvão de acácia negra é sua baixa friabilidade: ele não se esfarela muito, é bem consistente, gera pouco pó e finos ("moinha" de carvão).

Por todas essas razões, o carvão vegetal de acácia negra é bem popular no Rio Grande do Sul, sendo quase sempre o preferido no momento de assar um bom churrasco. Todos acreditam que o carvão de acácia negra gera mais calor, dura mais tempo como brasa e enobrece o churrasco e dá certo conforto ao assador. O mesmo é válido para o uso industrial do carvão vegetal de acácia pela siderurgia local.

Caso se queira produzir carvão de eucalipto de maior qualidade, inclusive com algumas vantagens ao de acácia negra, devem-se buscar espécies adequadas a essa finalidade. É o caso das espécies dos gêneros *Eucalyptus* e de *Corymbia* que possuem madeiras de densidade básica elevadas e uniformes: *Eucalyptus paniculata*, *E. tereticornis*, *E. cloeziana*, *Corymbia citriodora* e *C. maculata*. Em algumas situações no estado do Rio Grande do Sul, algumas dessas espécies são utilizadas para o carvoejamento.

O Rio Grande do Sul possui cerca de 30.000 pequenos produtores de carvão vegetal a partir de madeiras dos eucaliptos e de acácia negra. Entretanto, a produção de carvão vegetal no estado é pequena frente à produção brasileira, liderada pelo estado de Minas Gerais. Tem-se cerca de 1,6% da produção brasileira, que é de 2,5 milhões de toneladas no total geral do país).

=====

PROCESSOS SIMBIÓTICOS COM *Acacia mearnsii*

A *Acacia mearnsii*, como boa leguminosa que é, apresenta processos simbióticos muito importantes, tanto com bactérias nitrificadoras como com fungos micorrízicos. A relação mais conhecida e importante é a simbiose com o rizóbio, uma característica inerente das leguminosas. Por essa simbiose, bactérias conhecidas como rizóbios captam o nitrogênio do ar do solo e o fixam na forma de compostos solúveis que tanto as bactérias como as plantas podem consumir depois. Esse nitrogênio fixado passa a fazer parte

da constituição dos corpos vegetais tanto das bactérias como da acácia negra. Quando essa matéria orgânica se mineraliza, esse nitrogênio se libera lentamente para os solos, enriquecendo-os.

As bactérias simbiontes se alojam nas raízes finas da acácia negra, formam nódulos e lá trabalham para ajudar a acácia negra no fornecimento de nitrogênio. Diz-se fixar nitrogênio porque essas bactérias captam o nitrogênio gasoso e inerte do ar do solo e o convertem em produtos solúveis (íons) ou em amino-ácidos e proteínas (matéria orgânica nitrogenada). A acácia negra faz também sua parte. Ela dá abrigo a essas bactérias em suas raízes, fornece umidade e também outros tipos de nutrientes. Trata-se realmente de uma parceria que a Natureza orquestrou e que dá resultados, pois ambos os organismos não se parasitam e sim vivem pacificamente e em mútuo benefício. A fixação de nitrogênio é freqüente nas Mimosoideae e Papilionoideae, menos comum em Cesalpinioideae.

Existem também fatores físicos, químicos e biológicos do solo que podem limitar ou favorecer a nodulação das espécies que formam essa simbiose.

O grupo de bactérias conhecido como rizóbio engloba diversos gêneros: *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium* e *Mesorhizobium*. A fixação permite inclusive que se dispense a adubação nitrogenada, nos casos onde ela ocorra de forma efetiva. Com isso, minimizam-se os impactos ambientais por menor exigência de insumos e se reduzem os custos de implantação do cultivo.

A presença de bactérias fixadoras de nitrogênio em solos de acácia negra é usual. Mesmo assim, é interessante se promover a inoculação dessas bactérias já no estágio de preparação das mudas. O inóculo pode ser de origem laboratorial (cepas especializadas dessas bactérias): é o melhor tipo de inóculo, pois é desenvolvido para esse fim. Caso não se disponha do mesmo, uma alternativa é o uso de terra superficial de acaciais na preparação do substrato das mudas. Outra forma de se obter um inóculo é pela preparação de um extrato de raízes finas de acácia negra, por maceração dessas raízes.

Mudas inoculadas têm maior capacidade de enraizamento, de pegamento, crescem mais vigorosas e sobrevivem mais após o plantio.

Muitos estudos confirmam a fixação de 150 a 250 kg de nitrogênio por hectare ao ano pelas bactérias nitrificadoras associadas à acácia negra. Esse nitrogênio se distribui entre as partes da acácia, sendo mais armazenado nas suas folhas e é claro, nas raízes. Na colheita da plantação aos 6 a 8 anos, existe na parte aérea das plantas cerca de 300 a 450 kg de nitrogênio por hectare. A maioria está armazenada nas folhas. A exportação pela retirada da casca e madeira não é tão significativa: remove-se então aproximadamente 80 a 150 kg de nitrogênio por hectare. Significa que, após a colheita, ficam só da parte aérea para incorporação no solo, algo como 200 a 300 kg de N/hectare. Entretanto, há ainda todo o nitrogênio que foi liberado ou está sendo liberado pela serapilheira (folhedo que caiu ao longo

da rotação). Há ainda o nitrogênio presente nas raízes grossas e finas. Enfim, trata-se de um banco bem abastecido de nitrogênio para esses solos de acaciais.

Por essas razões todas que é bem mais saudável em termos ambientais se prolongar a rotação para 6 a 8 anos e não se colher a plantação em idades mais jovens. Ainda, é recomendável não se queimar todos os restos vegetais da colheita (apenas queimar o que é necessário para controle do cascudo-serrador), pois senão estaremos jogando fora a maior parte desse nitrogênio que nos foi doado pela Natureza.

Além da simbiose com *Rhizobium*, as acácias têm a capacidade de formar associações mutualistas com fungos micorrízicos, que auxiliam na absorção de nutrientes e água, melhorando a qualidade da raiz e a nutrição geral da planta. Alguns dos fungos micorrízicos mais comumente encontrados em acaciais são: *Pisolithus*, *Gigaspora*, *Glomus*, etc.

Os ganhos em sanidade e produtividade que se conseguem com ambos os tipos de associações simbióticas (rizóbios e micorrizas) fortalecem a necessidade de se praticar uma inoculação prévia nas mudas. Isso é fundamental quando a nova plantação for ser estabelecida em terra que não tinha acácia plantada nela.

Maiores estudos e pesquisas são necessários para se poder otimizar os processos e se maximizar ganhos.



PLANTIOS MISTOS DE EUCALIPTOS E DE ACÁCIAS

Plantações de florestas envolvendo mais de uma espécie são freqüentemente consideradas pelos ambientalistas como preferenciais às monoculturas e mais ainda em relação às monoculturas clonais. Na verdade, está agregando um pouco mais de biodiversidade e complexidade ao ambiente natural sendo utilizado pelo homem. De forma geral, as empresas reflorestadoras não olham com simpatia essa opção, pois significa mais custos, mais controles, mais planejamentos, maior variabilidade da matéria prima e com isso, variabilidade maior nas florestas e nos produtos da floresta. Como a maioria dos produtos das florestas plantadas são "commodities" bem estabelecidas, como celulose, papel, madeira serrada, painéis do tipo MDF, etc., qualquer alteração pode ser rechaçada pelos mercados compradores. Há sempre uma necessidade de boa comunicação e de forte convencimento dos compradores para mudanças nas matérias

primas. Apesar dessas dificuldades para convencimento dos plantadores de extensas áreas de florestas para a opção dos plantios mistos, ela existe.

Na verdade, nos acostumamos com as florestas clonais de baixa variabilidade e baixos custos, onde todas as árvores possuem um genoma replicado. As uniformidades de crescimento e de qualidade de produtos são excelentes. Entretanto, no Hemisfério Norte (Finlândia, Canadá, Suécia, etc.) quase toda a indústria de base florestal se apoia nas florestas naturais com multi-espécies. Tanto a produção de celulose como de muitos outros produtos de base florestal tem-se apoiado nessas florestas mistas de maior biodiversidade e maior irregularidade. Portanto, não é nada inédito ou inusitado se falar em florestas mistas para a produção de bens que demandam madeira como matéria-prima.

Por outro lado, as plantações mistas de eucaliptos e de leguminosas mostram vantagens muito interessantes. Se elas em uma primeira aproximação não forem suficientes para motivar os grandes produtores de florestas plantadas de eucalipto, pelo menos podem ser úteis para pequenos e médios agricultores que plantam pequenas áreas de florestas.

Atualmente existem muitos estudos de pesquisa sendo realizados para avaliação de florestas plantadas com pelo menos uma espécie de eucalipto e outra de uma leguminosa arbórea. As expectativas, como era de se esperar, têm sido confirmadas em quase todas essas pesquisas. Dentre essas expectativas, a maior delas é o fornecimento do nitrogênio vital de uma forma contínua para o eucalipto por parte da leguminosa. Como as raízes finas dos dois tipos de vegetais se entrelaçam no solo e como sempre temos renovação de raízes, o eucalipto irá sempre receber de presente da acácia uma parte dos nutrientes que a mesma está dispondo. Além disso, a serapilheira, folhedeo ou manta orgânica na superfície do solo se enriquece ainda mais de nitrogênio pela deposição de folhas e galhos da leguminosa, que são mais ricos em nitrogênio que as mesmas partes do eucalipto. O resultado é que o solo florestal fica mais rico em nitrogênio. Mas não são apenas as árvores de eucalipto que são beneficiadas. As leguminosas ganham em micorrização, já que os eucaliptos possuem alta capacidade de se associar com fungos micorrízicos.

Os resultados dessas plantações mistas mostram que os incrementos florestais das árvores do eucalipto e da leguminosa são acelerados. As plantas dos dois gêneros crescem mais vigorosas e mais saudáveis. Afinal, o nitrogênio é vital para a formação de amino-ácidos e proteínas e é necessário nos processos de transferência de energia no metabolismo vegetal.

Existem muitos estudos de plantações mistas de eucaliptos com *Acacia spp.*; *Albizzia spp.* e até mesmo com bracinga (*Mimosa scabrella*). Todos relatam maior teor de nitrogênio nas partes aéreas e nas raízes dos eucaliptos em relação às testemunhas. A maioria dos estudos mostram ainda que a produção florestal final da floresta mista não difere estatisticamente da produção da testemunha 100% eucalipto. Por outro lado, a produção é bem

superior à produção da testemunha 100% leguminosa. Ocorre, além da melhor disponibilização de nitrogênio para as plantas, uma melhor distribuição das copas, com maior penetração de sol para atingir as folhas. A leguminosa, que sempre tem um ritmo de crescimento inferior ao do eucalipto, é forçada a crescer mais rápido pela competição que sente. Ela consegue manter-se ativa e não sofre abafamento ou é dominada, como mostram os experimentos. Já as árvores dos eucaliptos, crescem ainda mais do que sua testemunha. Comparativamente às árvores de leguminosas, ainda são maiores e mais produtivas. Pela razão de maior crescimento das árvores de eucalipto em relação à sua testemunha é que os plantios mistos são tão produtivos quanto os plantios puros de eucalipto.

Há diferentes combinações de plantios mistos. Os mais usuais consistem em se plantar 2 a 3 linhas de eucalipto a cada uma de leguminosa. Outra forma são faixas estreitas de eucalipto e faixas estreitas de leguminosa, de forma alternada e no mesmo talhão.

Considero a alternativa de plantações mistas uma possibilidade interessante para os agricultores, que terão mais madeira e ainda manterão a produção de casca de acácia negra. Eles poderão desbastar aos 7 anos as árvores de acácia e manter as melhores de eucalipto sendo conduzidas para produtos sólidos (serraria, etc.). Com a colheita da acácia aos 7 anos, as árvores remanescentes de eucalipto ganharão novas forças para aumentar seus volumes. Ainda mais que terão na ciclagem dos nutrientes os restos da colheita florestal das acácias, ricos em nitrogênio. Uma maravilha, algo que merece mais estudos e investigações por parte de empresas e das academias. Há muito a se mostrar em termos de viabilidades técnica, econômica, ambiental e social para essas associações de árvores em florestas plantadas mistas.

=====

***Acacia mearnsii* COMO PLANTA INVASORA**

Acacia mearnsii tem sido classificada como uma espécie florestal a merecer cuidados em função de seu potencial de invasão a ecossistemas naturais. Como suas sementes são abundantes e disseminadas pelo vento, formigas e pássaros, há sempre a possibilidade de germinação de plantas de acácia negra em locais inapropriados. Isso pode ocorrer tanto em cultivos agrícolas, pastagens e em áreas de preservação natural. Apesar da

dormência das sementes, elas a perdem a qualquer pequeno incêndio, por isso a ameaça.

Em função disso, os reflorestamentos com acácia negra precisam ser bem planejados e implantados de forma a se ter sistemas de proteção contra a disseminação de suas sementes (barreiras com outras plantações, cultivos agrícolas, pastagens, etc.). Além disso, é essencial o monitoramento da invasão de ecossistemas naturais para erradicação das árvores que nascerem em locais inadequados.

Toda plantação florestal de acácia negra ao lado de ecossistemas naturais como áreas de preservação permanente e mesmo áreas de reserva legal, demanda constante atenção e monitoramento nesses ecossistemas. As mudas de acácia negra que surgirem nesses ecossistemas precisam ser erradicadas quando ainda jovens. Como a acácia negra brota muito mal, basta se cortar a plantinha no colo com uma foice ou enxada. Os restos vegetais da planta agregarão matéria orgânica e um pouco de nitrogênio ao ecossistema, algo que acaba sendo um pequeno benefício. Quando esse controle não é realizado pelo silvicultor de acácia, as plantas invasoras a esses ecossistemas podem crescer, florescer, frutificar, sementear e aumentar a invasão.



Plantas de *Acacia mearnsii* "invadindo" área de eucaliptos manejados para serraria



Planta de acácia negra "invadindo" ecossistema natural



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Definitivamente, existem fantásticas oportunidades para que acácia negra e eucaliptos venham a ter interessantes complementações florestais e industriais. Isso até que já ocorre atualmente, mas de forma ainda bastante incipiente. Com mais pesquisas e otimizações nas suas florestas, madeiras, processos e produtos, com certeza serão encontrados mecanismos para que, ao invés de concorrer por terras e por usos, que essas plantas venham a se complementar e a agregar mais qualidade ambiental, social e econômica para nossa sociedade. Especialmente para o Brasil, onde já existe tanto conhecimento acumulado sobre elas.



REFERÊNCIAS DA LITERATURA E SUGESTÕES PARA LEITURA

Meus amigos, pacientemente garimpei a literatura para lhes oferecer um banco de dados fácil de ser acessado pela web. Temos a seguir aproximadamente 160 referências que cobrem muito do conhecimento disponível atual sobre a *Acacia mearnsii* no Brasil. Espero que aqueles que também forem pacientes e que necessitarem desse tipo de informação, que ela lhes possa ser útil. Naveguem e se divirtam, há coisas notáveis para serem lidas e aprendidas:

Ahmed, F.; Smith, C.W.; Ghebremicael, S.T. **Using satellite-based technology for predicting productivity and water use of black wattle.** PF Workshop / CSIR South Africa. Apresentação em PowerPoint: 31 slides. (2004)

Disponível em:

http://academic.sun.ac.za/forestry/precision/pdf/Ahmed_etal.pdf

Antonio, M.G. **A silvicultura no Rio Grande do Sul.** Apresentação em PowerPoint: 22 slides. AGEFLOR. (2008)

Araújo, A.S.; Carvalho, E.M.S. **Fixação biológica de nitrogênio em leguminosas.** Universidade Federal do Piauí. Comunicado Técnico 11. 4 pp. (2006)

Disponível em:

<http://www.ufpi.br/cca/download/ARAUJO%20Fixacao%20Biologica.pdf>

Australian National Botanical Gardens. **Australian plants.** Website especializado.

Disponível em:

<http://www.anbg.gov.au>

Barichello, L.R. **Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acacia mearnsii* na região sul do Brasil.** Dissertação de Mestrado UFSM. (sem número de páginas). (2003)

Disponível resumo em:

<http://w3.ufsm.br/labeflo/ensino/publicacoes/teses/m007.pdf>

ou

<http://www.ufsm.br/ppgef/dissertacoes/leonirbarichello.pdf>

Barichello, L.R.; Schumacher, M.V.; Vogel, H.L.M. **Quantificação da biomassa de um povoamento de *Acacia mearnsii* na região sul do Brasil.** *Ciência Florestal* 15(2): 129 – 135. (2005)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v15n2/A2V15N2.pdf>

Barichello, L.R.; Schumacher, M.V.; Caldeira, M.V.W. **Conteúdo de macronutrientes na biomassa de *Acacia mearnsii*.** *Revista Acadêmica* 4(2): 11 – 20. (2006)

Disponível em:

<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/ACADEMICA?dd1=1005&dd99=pdf>

Bauhus, J.; Khanna, P.K.; Menden, N. **Above-ground and below-ground interactions in mixed plantations of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*.** *Canadian Journal of Forest Research* 30(12): 1806 – 1894. (2000)

Disponível em:

<http://rparticle.web-p.cisti.nrc.ca:80/rparticle/AbstractTemplateServlet?journal=cjfr&volume=30&year=&issue=&msno=x00-141&calyLang=fra>

Binkley, D.; Dunkin, K.A.; DeBell, D.; Ryan, M.G. **Production and nutrient cycling in mixed plantations of *Eucalyptus* and *Albizzia* in Hawaii.** *Forest Science* 38(2): 393 – 408. (1992)

BNDES – Banco Nacional Desenvolvimento Econômico e Social. **Florestamento na região sul do Brasil. Uma análise econômica.** Publicação BNDES. 51 pp. (2003)

Disponível em:

http://www.brde.com.br/estudos_e_pub/Florestamento%20na%20Regi%C3%A3o%20Sul%20do%20Brasil.pdf

Borges Jr., N.; Martins-Corder, M.P.; Sobrosa, R.C.; Santos, E.M. **Rebrota de cepas de árvores adultas de acácia negra (*Acacia mearnsii*)**. Revista Árvore 28(4): 611 – 615. (2004)

Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n4/22610.pdf>

Bristow, M.; Vanclay, J.K.; Brooks, L.; Hunt, M. **Growth and species interaction of *Eucalyptus pellita* in a mixed and monoculture plantation in the humid tropics of North Queensland**. Forest Ecology and Management. 33 pp. (2006)

Disponível em:

http://eprint.uq.edu.au/archive/00004581/01/R104_Bristow_pp.pdf

Bristow, M.; Nichols, J.D.; Vanclay, J.K. **Improving productivity in mixed-species plantations**. Forest Ecology and Management. 4 pp. (2006)

Disponível em:

http://eprint.uq.edu.au/archive/00004351/01/R105_fem.pdf

Brito, J.O.; Barrichelo, L.E.G.; Muramoto, M.C. **Estimativa da densidade a granel do carvão vegetal a partir de sua densidade aparente**. Circular Técnica IPEF nº 150. 6 pp. (1982)

Disponível em:

<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr150.pdf>

Brockwell, J.; Searle, S.D.; Jeavons, A.C.; Waayers, M. **Nitrogen fixation in acacias**. Australian Centre for International Agricultural Research. 68 pp. (2005)

Disponível em:

<http://www.aciar.gov.au/system/files/node/619/mn115part1.pdf> (Parte 01)

<http://www.aciar.gov.au/system/files/node/619/mn115part2.pdf> (Parte 02)

Busnardo, C.A.; Benfato, C.S.; Gonzaga, J.V.; Foelkel, C.E.B. **Branqueamento e caracterização de celuloses kraft a partir de cozimentos conjuntos de misturas de cavacos de *Eucalyptus saligna* e *Acacia mearnsii***. 17º Congresso Anual ABCP. 18 pp. (1984)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1984.%20Branqueamento%20polpas%20eucalyptus%20e%20acacia.pdf>

Busnardo, C.A.; Menochelli, S.; Gonzaga, J.V.; Rostirolla, R.A. **Interface recebimento de madeira x produção de polpa: estabelecimento de relações práticas sobre índices de qualidade**. 22º Congresso Anual ABTCP. 21 pp. (1989)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/04%20Busnardo%20e%20coworkers.pdf>

Caldeira, M.V.W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de acácia negra (*Acacia mearnsii*)**. Dissertação de Mestrado UFSM. (sem número de páginas). (1998)

Disponível resumo em:

<http://w3.ufsm.br/labeflo/ensino/publicacoes/teses/m001.pdf>

Caldeira, M.V.W.; Schumacher, M.V.; Tedesco, N.; Pereira, J.C.; Santos, E.M. **Produção de biomassa em uma procedência australiana de *Acacia mearnsii* plantada no sul do Brasil**. Revista Árvore 24(2): 201 – 206. (2000)

Caldeira, M.V.W.; Schumacher, M.V.; Santos, E.M. **Conteúdo de nutrientes em uma procedência de *Acacia mearnsii* plantada no Rio Grande do Sul – Brasil**. Boletim de Pesquisa Florestal 42: 105 – 121. (2001)

Disponível em:

<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarqv/boletim42/caldeira1.pdf>

Caldeira, M.V.W.; Schumacher, M.V.; Tedesco, N.; Santos, E.M. **Ciclagem de nutrientes em *Acacia mearnsii*. Quantificação do conteúdo de nutrientes na biomassa aérea de *Acacia mearnsii* procedência australiana**. Ciência Rural 30(6): 977 – 982. (2000)

Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/cr/v30n6/a09v30n6.pdf>

Caldeira, M.V.W.; Schumacher, M.V.; Rondon Neto, R.M.; Watzlawick, L.F.; Santos, E.M. **Quantificação da biomassa acima do solo de *Acacia mearnsii* procedência Batemans Bay, Austrália**. Ciência Florestal 11(2): 79 – 91. (2001)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v11n2/art7v11n2.pdf>

Caldeira, M.V.W.; Rondon Neto, R.M.; Schumacher, M.V. **Acúmulo e exportação de nutrientes em um povoamento de acácia negra (*Acacia mearnsii*) procedência Bodalla – Austrália**. Revista Floresta 33(1): 73 – 78. (2003)

Disponível em:

<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewFile/2279/1904>

Caldeira, M.V.W.; Rondon Neto, R.M.; Schumacher, M.V.; Watzlawick, L.F. **Exportação de nutrientes em função do tipo de exploração em um povoamento de *Acacia mearnsii***. Floresta e Ambiente 9(1): 97 – 104. (2002)

Disponível em:

<http://www.if.ufrj.br/revista/pdf/Vol9%2097A104.pdf>

Calil, F.N.; Schumacher, M.V.; Witschoreck, R. **Nitrogen compartmentalization in a silvopastoral system**. EuroSoil Simposia. 10 pp. (2004)

Disponível em:

http://www.bodenkunde2.uni-freiburg.de/eurosoil/abstracts/id257_Calil_full.pdf

Camillo, S.B.; Schneider, P.R.; Silva, M.C.M.; Frizzo, S.M.B. **Determinação do ponto de amostragem para a obtenção da concentração média de tanino em acácia**. Ciência Florestal 8(1): 109 – 113. (1998)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v8n1/art10v8n1.pdf>

Cantarelli, E.B. **Leguminosae: Mimosoideae, Caesalpinioideae, Papilionoideae**. Apresentação em PowerPoint: 47 slides. UFSM. (2007)

Disponível em:

<http://www.cesnors.ufsm.br/professores/cantarelli/botanica-sistemica/4%20-%20Leguminosae.ppt>

Castro, A.W.V.; Pedrozo, E.A.; Quadros, J.L. **Cadeia produtiva do agronegócio florestal na região sul do Brasil**. Website especializado (sem referência de data).

Disponível em:

<http://www.fee.tche.br/sitefee/download/jornadas/2/e13-06.pdf>

Charão, L.S. **Polinização em *Acacia mearnsii***. Revista de Ciências Agro Ambientais v. 3: 92 – 109. (2005)

Disponível em:

http://www.unemat.br/rcaa/docs/vol3/9_artigo_v3.pdf

Coelho, S.R.F. **Crescimento e fixação de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas nativas**. Dissertação de Mestrado ESALQ/USP. 56 pp. (2006)

Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-04012007-153640>

Coelho, S.R.F.; Gonçalves, J.L.M.; Mello, S.L.M.; Moreira, R.M.; Silva, E.V.; Laclau, J.P. **Crescimento e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 42(6): 759 – 768. (2007)

Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n6/v42n6a01.pdf>

Costa, A.F.; Marchiori, J.N.C. **Estudo anatômico da madeira de *Acacia mearnsii***. IV Congresso Florestal Estadual de Nova Prata. V.1: 237 – 245. (1980)

Csurhes, S.; Edwards, R.; **Potential environmental weeds in Australia: candidate species for preventative control.** Queensland Department of Natural Resources. 202 pp. (1998)

Disponível em:

<http://www.weeds.gov.au/publications/books/pubs/potential.pdf>

Dallago, J.S. **Utilização da cinza de biomassa de caldeira como fonte de nutrientes no crescimento de plantas de acácia negra (*Acacia mearnsii*).** Dissertação de Mestrado UFSM. (sem referência de número de páginas). (2000)

Disponível resumo em:

<http://coralx.ufsm.br/labeflo/ensino/publicacoes/teses/m004.pdf>

DeBell, D.S.; Whitesell, C.D.; Schubert, T.H. **Mixed plantations of *Eucalyptus* and leguminous trees enhance biomass production.** U.S.D.A. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station Research Paper PSW-175. 11 pp. (1985)

Dedecek, R.A.; Curcio, G.R.; Rachwal, M.F.; Simon, A.A. **Efeitos dos sistemas de preparo do solo na erosão e na produtividade da acácia negra (*Acacia mearnsii*).** Ciência Florestal 17(3): 205 – 215. (2007)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v17n3/A3V17N3.pdf>

Dunlop, R.W.; Duer, C.; Zwolinski, J. ***Acacia mearnsii*, a misjudged species: a sustainable source of energy.** (sem referência de data e de fonte de publicação)

EMBRAPA FLORESTAS. **Cultivo da acácia negra.** (2002)

Disponível em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br:80/FontesHTML/AcaciaNegra/CultivodaAcaciaNegra/index.htm>

Ferreira, O.C. **Carbon content in biomass fuel.** Economy & Energy IX(57). (2006)

Disponível em:

http://ecen.com/eee57/eee57e/carbon_content_in_biomass_fuel.htm

Finger, C.A.G.; Spathelf, P.; Schneider, P.R.; Coelho, L. **Curvas de altura-diâmetro de acácia negra.** Ciência Rural 30(3): 387 – 391. (2000).

Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/cr/v30n3/a02v30n3.pdf>

Fleig, F.D. **Análise econômica dos sistemas de produção com acácia negra (*Acacia mearnsii*) no Rio Grande do Sul.** Dissertação de Mestrado UFSM. 104 pp. (1993)

Fleig, F.D.; Schneider, P.R.; Brum, E.T. **Análise econômica dos sistemas de produção com acácia negra (*Acacia mearnsii*) no Rio Grande do Sul.** *Ciência Florestal* 3(1): 203 – 240. (1993)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v3n1/art13v3n1.pdf>

Fleig, F.D.; Spathelf, P.; Seling, I. **Efeitos econômicos de diferentes espaçamentos sobre a produção de madeira e casca verde da acácia negra *Acacia mearnsii*.** 12 pp. (sem referência de data ou de fonte de publicação)

Foelkel, C.E.B.; Zvinakevicius, C.; Andrade, J.O.M. **A *Acacia mollissima* como matéria prima fibrosa para a produção de celulose kraft.** *CENIBRA Pesquisa* nº 35. 11 pp. (1977)

Foelkel, C.E.B.; Barrichelo, L.E.G. **Madeiras de coníferas e folhosas na fabricação de celulose kraft no Brasil e nos Estados Unidos da América: um estudo comparativo.** 8ª Convenção Anual ABCP. 6 pp. (1975)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1975.%20madeira%20con%EDferas%20e%20folhosas.pdf>

Forrester, D.; Bauhus, J.; Cowie, A.L.; Vanclay, J.K. **Mixed-species plantations of eucalyptus with nitrogen fixing trees: a review.** *Forest Ecology and Management* 233: 211 – 230 (2006)

Disponível em:

http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1016&context=jerry_vanclay

Forrester, D.; Cowie, A.L.; Bauhus, J.; Wood, J.J.; Forrester, R.I. **Effects of changing the supply of nitrogen and phosphorus on growth and interactions between *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii* in a plot trial.** *Plant and Soil* 280(1 / 2): 267 – 277. (2006)

Disponível em:

<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=17630241>

Freddo, A. **Elementos minerais em madeiras de eucaliptos e acácia negra e sua influência na indústria de celulose kraft branqueada.** Dissertação de Mestrado UFSM. 85 pp. (1997)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufsm/UFSM%20%20Andre%20Freddo.pdf>

Freddo, A.; Foelkel, C.E.B.; Frizzo, S.M.B.; Silva, M.C.C. **Elementos minerais em madeiras de eucaliptos e acácia negra e sua influência**

na indústria de celulose kraft branqueada. Ciência Florestal 9(1): 193-209. (1999)

Disponível em:

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ciencia_florestal/elementos%20minerai%201999.pdf

Freitas, L.G.G. **Acácia negra no Rio Grande do Sul.** Revista Florestal VIII(I): 7 – 21, 53. (1949)

Gonzaga, S.S. **Inoculação de sementes de leguminosas.** Embrapa Pecuária Sul Instrução Técnica 14. 2 pp. (2002)

Disponível em:

http://www.caprivirtual.com.br/Artigos/inoc_legum_cpssul.pdf

Granja, A. **Acacia negra.** 5 pp. (sem referência de data e de fonte de publicação)

Hasse, G. **Reflorestamento e desenvolvimento sustentável. Perspectivas dos negócios com madeira no sul do Brasil.** Já Editores. 111 pp. (2005)

Hicks, C.C.; Clark, N.B. **Pulpwood quality of 13 eucalypt species with potential for farm forestry.** Joint Venture Agroforestry Program Publication 01/164. 44 pp. (2001)

Disponível em:

<http://www.rirdc.gov.au/reports/AFT/01-164.pdf>

Huang, F.H.; Al Khayri, J.M.; Gbur, E.E. **Micropropagation of Acacia mearnsii.** In-vitro Cellular and Developmental Biology Plant 30(1): 70 – 74. (1994)

Disponível em:

<http://www.springerlink.com/content/y6650kx2n380g65x>

Huhtinen, M. **Wood as a fuel.** Intelligent Energy Europe. 8 pp. (2005)

Disponível em:

http://www.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/5eures/WoodEnergyEcology/5Eures_WoodPropertiesPDF.pdf

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Extração vegetal da silvicultura: Rio Grande do Sul.** Website especializado. (2006)

Disponível em:

<http://www.ibge.com.br/estadosat/temas.php?sigla=rs&tema=extra%20vegetal2006&titulo=Extra%20vegetal%20e%20silvicultura%202006>

ILDIS – International Legume Database & Information Service. **Information about the family Leguminosae.** Website especializado.

Disponível em:

<http://www.ildis.org/Leguminosae>

Ilic, J.; Boland, D.; McDonald, M.; Downes, G.; Blackmore, P. **Woody density. Phase 1: State of knowledge**. Australian National Carbon Accounting System. Technical Report nº 18. 228 pp. (2000)

Disponível em:

<http://www.greenhouse.gov.au/ncas/reports/pubs/tr18final.pdf>

Illana, H.A.; Marchiori, J.N.C. **Estudo anatômico do xilema secundário de *Acacia longifolia***. IV Congresso Florestal Estadual de Nova Prata. V.1: 207 - 215. (1980)

INFOR Chile. **Acacias: genética y silvicultura**. Circulares Técnicas. (1998 a 2000)

Disponível em:

<http://www.infor.cl/webinfor/PW-GeneroAcacias/circular1.pdf> (Circular nº 1)

<http://www.infor.cl/webinfor/PW-GeneroAcacias/circular2.pdf> (Circular nº 2)

<http://www.infor.cl/webinfor/PW-GeneroAcacias/circular3.pdf> (Circular nº 3)

Instituto Horus. **Fichas técnicas de espécies exóticas invasoras: *Acacia mearnsii***. Website especializado.

Disponível em:

http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Acacia_mearnsii.htm

ISSG Invasive Species Specialist Group. **Global invasive species database: *Acacia mearnsii***. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=51&fr=1&sts=sss>

ITIS – Integrated Taxonomic Information System. ***Acacia mearnsii* taxonomy**. Website especializado.

Disponível em:

http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=182081

Joker, D. ***Acacia mearnsii***. Seed Leaflet 4. 2 pp. (2000)

Disponível em:

[http://food-security.info/food-security.info/pdf%20\(English\)/Danish%20Seed%20Leaflets/acacia_mearnsii_4.pdf](http://food-security.info/food-security.info/pdf%20(English)/Danish%20Seed%20Leaflets/acacia_mearnsii_4.pdf)

Kelty, M.J. **The role of species mixtures in plantation forestry**. Forest Ecology and Management 233(2/3): 195 – 204. (2006)

Disponível em:

<http://www.aseanbiodiversity.info/Abstract/51006273.pdf>

Klein, J.E.M.; Schneider, P.R.; Finger, C.A.G.; Fleig, F.D. **Produção de madeira e casca de acácia negra (*Acacia mearnsii*) em diferentes espaçamentos**. Ciência Florestal 2(1): 87 - 97. (1992)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v2n1/art7v2n1.pdf>

Link, D.; Costa, E.C.; Thum, A.B. **Alguns aspectos da biologia do serrador *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae)**. Ciência Florestal 4(1): 129 – 135. (1994)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v4n1/art8v4n1.pdf>

Marchiori, J.N.C. **Anatomia das madeiras do gênero *Acacia* nativas e cultivadas no estado do Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado UFPR. 201 pp. (1990)

Martinez, D.T. **Seleção genética de *Acacia mearnsii* (acácia negra) visando o aumento da qualidade e produtividade de madeira e tanino no Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado UFPR. 100 pp. (2006)

Disponível em:

<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/6914/1/Diego.pdf>

Martins, M.A.L. **Estudo tecnológico da polpação kraft de *Acacia mearnsii***. Tese de Mestrado UFV. 89 pp. (1983)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/Marco%20Aur%20E9lio%20Luiz%20Martins.pdf>

Martins, M.A.L.; Foelkel, C.E.B.; Gomide, J.L.; Vital, B.R. **Estudo tecnológico da polpação kraft de *Acacia mearnsii***. 3º Congresso Latino Americano de Celulose e Papel ABCP. 20 pp. (1983)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1983.%20polpa%20E7%E3o%20kraft%20Acacia.%20Tese%20Marco.pdf>

Maslin, B.R.; McDonald, M.W. **Evaluation of *Acacia* as a woody crop option for Southern Australia**. Joint Venture Agroforestry Program Publication AcaciaSearch 03/017. 45 pp. (2004)

Disponível em:

<http://www.rirdc.gov.au/reports/AFT/03-017.pdf>

Mattos, N.F. **Espécies conhecidas como acácia negra cultivadas no Rio Grande do Sul**. Roessléria 3(2): 67 – 79. (1980)

Mello, A.H. **Ocorrência, caracterização e eficiência de fungos micorrízicos em *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii***. Tese de Doutorado UFSM. 136 pp. (2006)

Disponível em:

<http://w3.ufsm.br/ppgcs/disserta%20E7%F5es%20e%20teses/teses/tese%20final%20Andr%20E9ia%20Melo.pdf>

Mezzomo, L.X.; Martins, M.A.L.; Foelkel, C.E.B.; Sacon, V.M.. **Potencialidades de quatro espécies de *Eucalyptus* cultivados na Bahia para produção de celulose solúvel branqueada.** 29º Congresso Anual ABTCP. 14 pp. (1996)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1996.%20Eucaliptos%20Bahia%20para%20polpa%20sol%FAvel.%20Mezzomo.pdf>

Migdley, S.J.; Turnbull, J.W. **Domestication and use of Australian acacias: case studies of five important species.** Australian Systematic Botany 16(1): 89 – 102. (2003)

Disponível em:

<http://www.publish.csiro.au/paper/SB01038.htm>

Mochiutti, S. **Produtividade e sustentabilidade de plantações de acácia negra (*Acacia mearnsii*) no Rio Grande do Sul.** Tese de Doutorado UFPR. 286 pp. (2007)

Disponível em:

[http://dspace.c3sl.ufpr.br:80/dspace/bitstream/1884/10306/1/Tese+Silas+Mochiutti\[1\].pdf](http://dspace.c3sl.ufpr.br:80/dspace/bitstream/1884/10306/1/Tese+Silas+Mochiutti[1].pdf)

Mochiutti, S.; Higa, A.R.; Simon, A.A. **Susceptibilidade de ambientes campestres à invasão de acácia negra (*Acacia mearnsii*).** Floresta 27(2): 239 – 252. (2007)

Disponível em:

<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/8654/6011>

Morgante, P.G. **Fixação biológica e assimilação de nitrogênio.** Website especializado ESALQ/USP. (sem referência de data)

Disponível em:

<http://www.ciagri.usp.br/~lazaropp/FisioVegGrad/MetNitro.htm>

Moura, A.M.; Foelkel, C.E.B.; Frizzo, S.M.B. **Caracterização de compostos reduzidos de enxofre gerados na produção de celulose kraft e pré-hidrólise kraft.** Ciência Florestal 12(1): 49 – 58. (2002)

Disponível em:

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ciencia_florestal/compostos%20reduzidos%20de%20enxofre%202002.pdf

Muneri, A.; Balodis, V. **Determining fibre coarseness of small wood samples from *Acacia mearnsii* and *Eucalyptus grandis* by Kajaani FS 200 fibre analyser.** Appita Journal 50(5): 405 – 408. (1997)

Neutzling, F.C.; Palmeira, E.M. **A competitividade das exportações brasileiras de cavacos de madeira**. Observatório de la Economia Latino Americana. (sem referência de data)

Disponível em:

<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/07/nmp.htm>

Nieto, V.M.; Rodriguez, J. **Acacia mearnsii (Fabaceae – Acacia decurrens, Acacia mollissima)**. The RNGR Team Website: Species descriptions.

Disponível em:

www.rngr.net/Publications/tsm/Folder.2003-07-11.4726/Acacia%20mearnsii.pdf/file

Old, K.M.; Vercoe, T.K.; Floyd, R.B.; Wingfield, M.J.; Roux, J.; Naser, S. **Technical guidelines for safe movement of germplasm: Acacia spp.** FAO/IPGRI Guide nº 20. 88 pp. (2002)

Disponível em:

<http://www.biodiversityinternational.org/publications/Pdf/829.pdf>

Oliveira, H.A. **Acacia negra e tanino**. Associação Brasileira de Acacicultores. 116 pp. (1960)

Omachi, I.H.; Rodrigues, L.G.; Stolf, M.; Cannaval, R.; Sobreiro, R. **Produção de biomassa florestal para exportação: o caso da AMCEL**. Biomassa & Energia 1(1): 29 – 36. (2004)

Disponível em:

http://www.renabio.org.br/arquivos/p_producao_amcel_31090.pdf

Paula, K.R. **Fatores ambientais e genéticos na produção de sementes de acácia negra**. Dissertação de Mestrado UFPR. 77 pp. (2005)

Disponível em:

<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/4391/1/Disserta%3F%3Fo+Kelly+Renata+de+Paula.pdf>

ou

<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/4391/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Kelly%20Renata%20de%20Paula.pdf>

Peixoto, A.R. **A acácia negra**. Anuário Brasileiro de Economia Florestal 10(10): 175 – 180. (1958)

Pereira, J.C.; Schumacher, M.V.; Hoppe, J.M.; Caldeira, M.V.W.; Santos, E.M. **Produção de biomassa em um povoamento de Acacia mearnsii no estado do Rio Grande do Sul**. Revista Árvore 21(4): 521 – 526. (1997)

Perrando, E.R. **Propagação vegetativa da acácia negra (Acacia mearnsii)**. Dissertação de Mestrado UFSM. 123 pp. (2003)

Disponível resumo em:

<http://servicos.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=20038842002010015P6>

Perrando, E.R.; Corder, M.P.M. **Rebrota de cepas de *Acacia mearnsii* em diferentes idades, épocas do ano, e alturas de corte.** Pesquisa Agropecuária Brasileira 41(4): 555 – 562. (2006)

Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/pab/v41n4/29799.pdf>

Petrik, A.W.; Coimbra, L.A.O.; Roza, M.R.; Milanez, A.F.; Marengo, J.V. **Polpeamento contínuo em contracorrente.** 3º Congresso Latino Americano de Celulose e Papel ABCP. 9 pp. (1983)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/01%20%20Petrik%20e%20coworkers.pdf>

Petrik, A.W.; Busnardo, C.A.; Gonzaga, J.V.; Milanez, A.F. **Produção de celulose kraft a partir de misturas de madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Acacia mearnsii*.** 17º Congresso Anual ABCP. 28 pp. (1884)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/02%20%20celuloses%20de%20misturas%20de%20eucalipto%20e%20acacia%20Petrik.pdf>

Projeto Invader. **Plantas invasoras em Portugal: *Acácia negra (Acacia mearnsii)*.** Website especializado.

Disponível em:

<http://www1.ci.uc.pt/invasoras/files/16acacia-negra.pdf>

<http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/default.aspx?module=Files/FileDescription&ID=356&state=TD>

Purdue University. **Crop Index: *Acacia mearnsii*.** Website especializado.

Disponível em:

http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Acacia_mearnsii.html

Rachwal, M.F.G.; Dedecek, R.A.; Curcio, G.R.; Simon, A. **Manejo dos resíduos da colheita de acácia negra (*Acacia mearnsii*) e a sustentabilidade do sítio.** Ciência Florestal, 17(2): 137 – 144. (2007)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v17n2/A7V17N2.pdf>

Rachwal, M.F.G.; Curcio, G.R.; Dedecek, R.A.A. **Caracterização do desenvolvimento e produção de madeira da *Acacia mearnsii* aos 3 e 4 anos de idade em solos derivados de micaxistos no município de Piratini, RS.** Comunicado Técnico Embrapa Florestas 26: 1 – 10. (1997)

Disponível em:

http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/com_tec26.pdf

Rachwal, M.F.G.; Dedecek, R.A.; Curtcio, G.R.; Simon, A.A. **Produção de madeira, casca e tanino de *Acacia mearnsii* com 7 anos em solos derivados de micaxistos e arenito no município de Piratini-RS.** Comunicado Técnico Embrapa Florestas 54. 4 pp. (2001)

Disponível em:

http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/com_tec54.pdf

Rech, B.; Freitas, A.J.P.; Gonçalves, A.B. **Determinação do tratamento pré-germinativo para sementes de acácia negra (*Acacia mearnsii*).** IV Congresso Estadual Florestal de Nova Prata. 07 pp. (1980)

Rech, B.; Pereira, C.L.; Freitas, A.J. **Fatores de conversão para o cálculo de volume de *Acacia mearnsii*.** Circular Técnica IPEF nº 120. 7 pp. (1980)

Disponível em:

<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr120.pdf>

Redko, B.V.P. **A acácia negra como fonte de celulose para papel.** I Seminário sobre Celulose e Conexos. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 5 pp. (1967)

REMADE. **Acácia negra pode ser cortada com 5 anos.** Revista da Madeira 89(15). Website especializado. (2005)

Disponível em:

http://www.remade.com.br/pt/revista_materia.php?edicao=89&id=729

Richardson, D.M. **Forestry trees as invasive aliens.** Conservation Biology 12(1): 18 – 26. (1998)

Disponível em:

<http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1046/j.1523-1739.1998.96392.x>

Rohde, G.M. **Carvão vegetal no RS.** Atlas Sócio-Econômico do Rio Grande do Sul. Website especializado. (2006)

Disponível em:

<http://www.scp.rs.gov.br/ATLAS/atlas.asp?menu=608>

Sansígolo, C.A.; Busnardo, C.A.; Gonzaga, J.V.. **Qualidades de madeira e polpa de árvores jovens e adultas de *Acacia mearnsii*.** 19º Congresso Anual ABCP. 27 pp. (1986)

Disponível em:

<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/03%20acacia%20madeira%20de%20arvores%20jovens%20e%20adultas.pdf>

Santos, A.F.; Auer, C.G.; Grigoletti Jr., A. **Caracterização de tipos de sintomas de gomose da acácia negra (*Acacia mearnsii*) no sul do Brasil**. Boletim de Pesquisa Florestal 37: 31 – 39. (1998)

Disponível em:

<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarqv/boletim37/asantos.pdf>

Santos, A.F.; Grigoletti Jr., A.; Auer, C.G.; Santana, D.L.Q. **O complexo gomose da acácia negra**. Circular Técnica Embrapa Florestas nº 44. 8 pp. (2001)

Disponível em:

<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/circ-tec44.pdf>

Santos, A.F. **Gomose de *Phytophthora* em acácia negra**. Comunicado Técnico Embrapa Florestas 101. 3 pp. (2003)

Disponível em:

http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/com_tec101.pdf

Santos, A.F.; Luz, E.D.M. **A gomose de acácia negra no Brasil**. Summa Phytopathologica 33(2): 113 – 118. (2007)

Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/sp/v33n2/a02v33n2.pdf>

Santos, A.F.; Luz, E.D.M.N. **Distribuição de *Phytophthora nicotianae* e *P. boehmeriae* nas plantações brasileiras de acácia negra**. Fitopatologia Brasileira 31(4): 398 – 400. (2006)

Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n4/11.pdf>

Santos, O.I.B.; Magalhães, A.; Chaves, R.; Blos, A.L.F.; Silva, T.N. **Perspectivas de desenvolvimento sustentável da metade sul do Rio Grande do Sul com base nos arranjos silvícolas emergentes e na produção de etanol a partir de celulose**. IX ENGEMA Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. 17 pp. (2007)

Disponível em:

<http://engema.up.edu.br/arquivos/engema/pdf/PAP0365.pdf>

SBS-Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Fatos e números do Brasil florestal**. 108 pp. (2006)

Disponível em:

<http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>

Schneider, P.R. **Modelos de equação e tabelas para avaliar o peso de casca de acácia negra (*Acacia mearnsii*)**. Dissertação de Mestrado UFPR. 149 pp. (1978)

Schneider, P.R.; Oesten, G.; Brill, A.; Mainardi, G.L. **Determinação da produção de casca em acácia negra, *Acacia mearnsii***. *Ciência Florestal* 1(1): 64 – 75. (1991)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v1n1/art5v1n1.pdf>

Schneider, P.R.; Finger, C.A.G.; Schneider, P.S.P.; Fleig, F.D. **Subsídios para o manejo da acácia negra (*Acacia mearnsii*)**. Publicação CEPEF/UFSM. 71 pp. (2000)

Schneider, P.R.; Silva, J.A. **Teste de equações para predizer a espessura de casca e fator K para acácia negra (*Acacia mearnsii*)**. *Revista Floresta* 10(2): 5 –11. (1979)

Schneider, P.R.; Fleig, F.D.; Finger, C.A.G.; Spathelf, P. **Produção de madeira e casca verde por índice de sítio e espaçamento inicial de acácia negra (*Acacia mearnsii*)**. *Ciência Florestal* 11(1): 151 – 165. (2001)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v11n1/art13v11n1.pdf>

Schneider, P.R.; Camillo, S.B.A.; Finger, C.A.G.; Frizzo, S.M.B. **Determinação de equações para produção de tanino em acácia negra, *Acacia mearnsii***. *Ciência Florestal* 9(1): 103 – 113. (1999)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v9n1/art11v9n1.pdf>

Schneider, P.R.; Fleig, F.D.; Finger, C.A.G.; Klein, J.E.M. **Crescimento da acácia negra, *Acacia mearnsii*, em diferentes espaçamentos**. *Ciência Florestal* 10(2): 101 – 112. (2000)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v10n2/art8v10n2.pdf>

Schneider, P.R.; Fortes, F.O.; Souza, L.H.S.; Lúcio, A.D.C.; Finger, C.A.G.; Schneider, P.S.P. **Análise da mortalidade de *Acacia mearnsii***. *Ciência Florestal* 15(2): 137 – 143. (2005)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v15n2/A3V15N2.pdf>

Schneider, P.R.; Finger, C.A.G.; Giacomelli Sobrinho, V.; Schneider, P.S.P. **Determinação indireta do estoque de biomassa e carbono em povoamentos de acácia negra (*Acacia mearnsii*)**. *Ciência Florestal* 15(4): 391- 402. (2005)

Disponível em:

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v15n4/A6V15N4.pdf>

Schonau, A.P.G. **A site evaluation study in black wattle (*Acacia mearnsii*)**. Annale University of Stellenboch vol 44(2). 214 pp. (1969)

Schumacher, M.V.; Brum, E.J.; Calil, F.N. **Caderno didático CFL 506: Proteção florestal**. UFSM. 98 pp. (2005)

Disponível em:

http://w3.ufsm.br/labeflo/ensino/graduacao/protecao/caderno_2005.pdf

Schumacher, M.V.; Calil, F.N.; Vogel, H.L.M. **Silvicultura aplicada**. Apostila UFSM. 120 pp. (2005)

Disponível em:

http://www.ufsm.br/petagonomia/apostilas/apostila_silvicultura_aplicada.pdf

Searle, S. **Traditional uses of Australian acacias**. World Wide Wattle website.

Disponível em:

<http://www.worldwidewattle.com/infogallery/utilisation/aboriginal.php>

Seffrin, R.C.A.S.; Costa, E.C.; Couto, M.R.M.; Lopes, S.J. **Medidas morfológicas de fêmeas e machos de *Oncideres dejeani* (Coleoptera: Cerambycidae)**. Ciência Rural 36(4): 1313 – 1315. (2006)

Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n4/a44v36n4.pdf>

SETA Divisão Florestal. **Conheça a acácia negra**. Website especializado

Disponível em:

<http://www.seta-sa.com.br/site/florestal/conheca.php>

SETA Divisão Florestal. **Ciclo da acácia**. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.seta-sa.com.br/site/florestal/ciclo.php>

SETA Divisão Florestal. **Woodchips**. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.seta-sa.com.br/site/mita/woodchips.php>

SGS Qualifor. **Relatório de certificação de manejo florestal Tanagro S/A**. 37 pp. (2003)

Disponível em:

http://www.forestry.sgs.com/sgs-fm-coc-1664-main_assessment_report-portuguese.pdf

SGS Qualifor. **Forest management certification report Tanagro S/A**. 37 pp. (2003)

Disponível em:

http://www.forestry.sgs.com/sgs-fm-coc-1664-main_assessment_report.pdf

Skreiberg, O. **An introduction to heating values, energy quality, efficiency, fuel and ash analysis and environmental aspects.** Energy Systems for Developing Countries. Makerere University. Apresentação em PowerPoint: 41 slides. (2005)

Disponível em:

http://folk.ntnu.no/lekangso/kurs2005/presentations/Day4-6_Bio-Energy/2_Skreiberg_fuels.pdf

Spathelf, P.; Seling, I; Borges, R.Z. **Avaliação econômica da recuperação de áreas mineradas na empresa Copelmi Mineração S/A Butiá, RS. Brasil.** UFSM. 6 pp. (2004)

Disponível em:

<http://www.seta-sa.com.br/site/gruposeta/imagens/noticia.pdf>

TANAC. **Unidade Florestal. Acácia negra no Rio Grande do Sul.** Website especializado.

Disponível em:

<http://www.tanac.com.br/PT/institucional.php?codCategoriaMenu=151&nomArea=Unidade%20Florestal&codDado=7&menu=138&PHPSESSID=30c4f1513b2f8b70c018a5fd2485c6ce>

TANAC. **Unidade Florestal. Acacicultura.** Website especializado.

Disponível em:

<http://www.tanac.com.br/PT/institucional.php?codCategoriaMenu=154&nomArea=Acacicultura&codDado=10&menu=138>

TANAC. **Unidade cavacos. Exportação de cavacos de madeira.** Website especializado

Disponível em:

<http://www.tanac.com.br/PT/institucional.php?codCategoriaMenu=150&nomArea=Unidade%20Cavacos&codDado=6&menu=138>

TANAC. **Ciclo da industrialização da acácia negra. O aproveitamento racional de recursos naturais renováveis.** 5 pp. (sem referência de data e de fonte de publicação)

TAPPSA. **The wattle tree: a valuable weed for green resins.** Website especializado.

Disponível em:

http://www.tapps.co.za/html/the_wattle_tree.html

Turnbull, J.W. **Australian acacias in developing countries.** International Workshop Proceedings. 197 pp. (1986)

UFSM – **Inventário florestal contínuo do estado do Rio Grande do Sul: conclusões.** Website especializado.

Disponível em:

<http://coralx.ufsm.br/ifcrs/conclu.htm>

UFSM – **Fitopatologia Florestal: Gomose em acácia negra**. Website especializado.

Disponível em:

http://w3.ufsm.br/fitoflorestal/mostrafoto.php?pat_nome_cientifico=Phytophthora%20nicotiana

Vargas, L.K.; Lisboa, B.B.; Scholles, D.; Silveira, J.R.P.; Jung, G.C.; Granada, C.E.; Neves, A.G.; Braga, M.M.; Negreiros, T. **Diversidade genética e eficiência simbiótica de rizóbios noduladores de acácia negra de solos do Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Ciência do Solo 31(4): 647 – 654. (2007)

Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n4/a05v31n4.pdf>

Vascular Plant Image Libray. **Images of the Mimosaceae**. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.csdl.tamu.edu/FLORA/imaxxmim.htm>

Vezzani, M.; Tedesco, M.J.; Barros, N.F. **Alterações dos nutrientes no solo e nas plantas em consórcio de eucalipto e acácia negra**. Revista Brasileira de Ciência do Solo 25(1): 225 – 231. (2001)

Disponível em:

<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=949330>

Von Poser, G.L.; Gosmann, G.; d'Ávila, R.R.P.; Horn, M.A. **Acácia negra**. Ciência Hoje 11(63): 68 – 70 (1990)

Wikipédia. **Acacia**. Enciclopédia digital livre.

Disponível em:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Acacia> (Português)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Acacia> (Inglês)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Acacia> (Espanhol)

Wikipédia. **Acacia mearnsii**. Enciclopédia digital livre.

Disponível em:

http://en.wikipedia.org/wiki/Acacia_mearnsii (Inglês)

Wikipédia. **Fabaceae**. Enciclopédia digital livre.

Disponível em:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Fabaceae> (Português)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Fabaceae> (Inglês)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Fabaceae> (Espanhol)

White, R.H. **Effect of lignin content and extractives on the higher heating value**. Wood and Fiber Science 19(4): 446 – 452. (1987)

Disponível em:

<http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1987/white87a.pdf>

World Wide Wattle. **Acacia Info Gallery**. Website especializado

Disponível em:

<http://www.worldwidewattle.com/infogallery>

World Wide Wattle. **Acacia mearnsii**. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.worldwidewattle.com/speciesgallery/mearnsii.php>

Zanetti, R. **Manejo integrado de besouros serradores**. Notas de aulas de Entomologia. UFLA. 6 pp. (sem referência de data ou de fonte de publicação).

Disponível em:

<http://www.den.ufla.br/Professores/Ronald/Disciplinas/Notas%20Aula/MIPFlorestas%20serradores.pdf>