

Plantios sustentáveis de eucalipto de alto rendimento para produção de fibra: O Caso Aracruz

E. Campinhos Jr.
Aracruz Celulose S.A. - E. Santo

SUMÁRIO:

Hoje é mais evidente a importância das florestas plantadas para as comunidades devido ao aumento da população do mundo, ano após ano.

A fim de suprir o aumento da demanda por madeira para fibra, energia, construção civil, resina, látex e outras necessidades, novas florestas têm sido estabelecidas, adotando-se novos conceitos de tecnologia envolvendo qualidade, produtividade e proteção ambiental, especialmente com espécies de rápido crescimento e de curta rotação.

As plantações de *Eucalyptus* estabelecidas pela Aracruz Celulose S.A. para produzir madeira para polpa, têm contribuído fortemente para a evolução da ciência florestal, especialmente nas áreas de silvicultura, propagação, genética, biotecnologia, nutrição, controle de pragas e doenças, relacionadas àquele gênero florestal.

Foram necessários significantes investimentos em C&T bem como a adaptação de tecnologias às condições locais, cujos retornos dos investimentos em produtividade e qualidade definiram a viabilidade técnica e econômica para a construção de uma indústria de polpa e sua posterior expansão alcançando uma produção de 1.025.000 t/ano de polpa branqueada.

Como conseqüência o incremento médio de produtividade de polpa por hectare passou de 5.9 para 10.9 t/ha/ano, melhorando significativamente. Isto foi possível devido a seleção de árvores mais adaptadas a cada "site" e com maior rendimento de fibra de alta qualidade, estabelecendo-se, assim, plantações clonadas de eucaliptos com idade média de rotação de 7 anos.

Estudos adicionais da Aracruz têm promovido avanços nos processos industriais, bem como na definição das características da fibra das árvores matrizes para atender as solicitações do mercado e, assim, prover maior vantagem competitiva.

Os cuidados com o meio ambiente - florestal e industrial - têm estado sempre presentes e tem sido o ponto chave para o bom desempenho do projeto.

Sem traçar estratégias na área de C&T e definir investimentos, as Empresas não competirão no mercado externo. Vários países tem excelentes condições ambientais e tecnologia, como o Brasil, para plantar florestas altamente produtivas.

Este fato tem criado uma emulação mundial, contribuindo fortemente para diminuir a pressão sobre as florestas nativas, pela conseqüente utilização de menor área para produzir o volume necessário de madeira.

Este é um exemplo de domesticação de um gênero florestal de excepcionais qualidades, representado por mais de 500 espécies e híbridos, que é o *Eucalyptus*.

INTRODUÇÃO

O crescimento global do consumo de madeira, está provocando uma mudança rápida nos conceitos de cultivo de árvores, promovendo a utilização e o desenvolvimento de novas tecnologias. Estão sendo produzidas madeiras de melhor qualidade, estabelecendo-se plantios mais produtivos e de baixos custos, praticando-se a preservação do meio ambiente e selecionando-se plantas para áreas anteriormente consideradas como marginais. É uma nova e atrativa oportunidade de negócios que atinge fazendeiros florestais, que colocam em prática a agrosilvicultura, estimula a formação de cooperativas madeireiras e induz governos a incentivar a lignocultura, ao lado do milho, soja, arroz, trigo, café, etc...

As espécies de rápido crescimento e de curta rotação, sem dúvida, são as que oferecem grandes vantagens pelo poder de competição e versatilidade, sendo preferidas para o estabelecimento de projetos de alto rendimento, como aqueles pertencentes ao gênero *Eucalyptus*: a) boa adaptação a diversos ecossistemas, b) existem populações nativas nos locais de ocorrência natural, c) são plantas com maturação precoce e boas produtoras de sementes, d) possuem boa forma, e) há possibilidades de cruzamentos entre espécies para produção de híbridos vigorosos e madeiras com novas características, f) a clonagem em várias espécies já é possível, g) produzem madeiras com boas propriedades para fibra, polpa, serraria, painéis, carvão, postes, construção civil, etc.

Tem-se registrado um crescimento da demanda de polpa de mercado de fibra de eucalipto de 11,2% ao ano, desde 1980. Como conseqüência, há um crescimento dos plantios, expansões de fábricas de polpa e construção de novas plantas, deslocando-se, assim, o centro tradicional de produção de fibra dos países temperados e sub-temperados para os tropicais e sub-tropicais, onde existem vastas áreas disponíveis, há mais luminosidade e o crescimento das árvores ocorre durante todo o ano.

Outros gêneros florestais de rápido crescimento são utilizados para produção de polpa, como *Acacia*, *Gmelina* e *Pinus*, porém os plantios nas regiões tropicais e sub-tropicais são dominados pelos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*.

Este trabalho focalizará o gênero *Eucalyptus*.

OS *EUCALYPTUS* NO MUNDO.

Ocorrência Natural

No Reino Vegetal poucas espécies são tão numerosas e versáteis quanto às do gênero *Eucalyptus*, que são cerca de 600. Somente duas espécies não ocorrem na Austrália: *E. urophylla* em Timor e outras ilhas próximas na Indonésia e o *E. deglupta* em Papua Nova Guiné, Irian Jaya e Moluccas na Indonésia e em Mindanao nas Filipinas. O limite de ocorrência natural está entre as latitudes de 9° N e 44° S.

O gênero *Eucalyptus* ocorre desde o nível do mar até uma altitude de 1800 metros. Há espécies que são arbustos e outras são de grande porte, cujas copas ultrapassam os 90 metros de altura e o diâmetro do tronco pode chegar a 6 metros.

Áreas Plantadas e Produtos

É um dos gêneros de árvores mais extensivamente plantados em todo o mundo, devido ao grande número de espécies, com possibilidades de adaptação a diferentes "sites" e de produzir madeiras para diferentes usos. Pode ser plantado na maioria das regiões de clima tropical e temperado, entre as latitudes de 45° S e 40° N, mostrando um alto grau de tolerância para extremas latitudes e altitudes. O *E. globulus*, por exemplo, ocorre naturalmente entre as latitudes 38,5° S e 43,5° S e abaixo de 1000 metros. Contudo se adaptou bem na Etiópia (latitude de 12° N e 2.500 m de altitude) e no Peru (latitude de 5° - 10° S e 3.000 m de altitude).

O Brasil foi o primeiro país a estabelecer grandes plantios de eucaliptos, a partir da introdução de dezenas de espécies, em 1904, por Edmundo Navarro de Andrade e hoje estima-se que existam 3.000.000 de hectares plantados, principalmente com *E. grandis*. A Índia aparece em 2° lugar, com 550.000 ha, especialmente com *E. tereticornis*. Em 1973 estimou-se que a Espanha tinha 390.000 ha plantados principalmente com *E. globulus* e *E. camaldulensis* e Portugal com 300.000 ha de *E. globulus* em 1983. Estes dois países aumentaram muito seus plantios nos anos 80. Em 1989 a África do Sul tinha 470.000 ha de plantios de eucaliptos, sendo cerca de 300.000 ha com *E. grandis*. Angola também aparece com área expressiva de plantios de *E. tereticornis*, com cerca de 390.000 ha em 1985.

A China tem aumentado rapidamente seus plantios de eucalipto e foi estimado em 1989 ter mais de 400.000 ha principalmente de *E. citriodora*, *E. exserta* e *E. globulus*, e introduziu na região sul recentemente o híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*, com bom resultado. É estimado que a Etiópia tenha mais de 250.000 ha plantados com *E. globulus* e *E. camaldulensis*.

No Chile, o plantio de eucaliptos aumenta rapidamente. Atualmente a área plantada é de 250.000 ha, sendo que 50% é de *E. globulus*. O Uruguai em 1981 possuía 110.000 ha de *E. globulus* e recentemente iniciou plantios com *E. grandis*. A Argentina possui excelentes condições ambientais para *E. grandis* e em 1985 tinha 240.000 ha plantados. Estima-se que mais outros 100 países tenham plantios de eucaliptos, porém menores.

Devido à necessidade de preservação das florestas nativas, os plantios de árvores de rápido crescimento estão se expandindo. Assim, estima-se que presentemente a área plantada com eucaliptos no mundo seja da ordem de 6.000.000 ha.

TABELA 1 - Estimativas de áreas plantadas com eucalipto em países com grandes plantios. Há estimativas para mais de 60 outros países, porém sendo menos seguras do que as estimativas para os 13 países listados.

	Área (ha)	Principais Espécies
Angola	390.000	<i>E. tereticornis</i>
Argentina	240.000	<i>E. grandis</i>
Brasil	2.5000.000	<i>E. grandis</i>
Chile	60.000	<i>E. globulus</i>
China	300.000	<i>E. exserta</i>
Etiópia	250.000	<i>E. globulus</i>
Índia	550.000	<i>E. tereticornis</i>
Marrocos	180.000	<i>E. camaldulensis</i>
Perú	90.000	<i>E. globulus</i>
Portugal	430.000	<i>E. globulus</i>
África do Sul	470.000	<i>E. grandis</i>
Espanha	390.000	<i>E. globulus</i>
Uruguai	110.000	<i>E. globulus</i>
Mais de 60 outros países	500.000	
Total mundial aproximado em 1985	6.000.000	

(Source: K. Eldridge, 1994, Austrália).

Os produtos e os usos de eucaliptos são os mais variados possíveis, tais como: lenha, carvão quebra-vento, sombreamento, polpa, escoramento de minas, cercas, óleos voláteis, mel, construção civil, dormentes para estrada de ferro, moveis, MDF, laminados, compensados, cosméticos e produtos de limpeza.

A maior utilização industrial da madeira de eucalipto é para produção de polpa e papel, devido às suas qualidades, disponibilidade e preço. A demanda de polpa de eucalipto está crescendo rapidamente e assim novas fábricas já estão em funcionamento, outras estão em expansão, bem como os plantios de eucalipto. A produção mundial de polpa kraft branqueada de eucalipto, em 1994, foi de 4.400.000 t, das quais 2.200.000 t foram produzidas no Brasil.

Em segundo lugar vem a utilização da madeira para combustível: lenha para uso doméstico e pequenas indústrias, carvão para indústrias de ferro e aço no Brasil e em outros países.

TABELA 2 - Rotação e produtividade de algumas espécies florestais para polpa.

Espécies	País	Rotação (anos)	Incremento Médio Anual (m ³ /ha/ano)
Fibra Curta			
<i>Eucalyptus</i> spp.	Brasil	7	40,0
<i>Eucalyptus grandis</i>	África do Sul	8-10	20,0
<i>Eucalyptus globulus</i>	Chile	10-12	20,0
<i>Eucalyptus globulus</i>	Portugal	12-15	12,0
<i>Eucalyptus globulus</i>	Espanha	12-15	10,0
<i>Betula</i> spp.	Suécia	35-40	5,5
<i>Betula</i> spp.	Finlândia	35-40	4,0
Fibra Longa			
<i>Pinus radiata</i>	Chile	25	22,0
<i>Pinus radiata</i>	Nova Zelândia	25	22,0
<i>Pinus</i> spp.	Brasil	15-20	16,0
<i>Pinus elliottii</i> P. taeda	USA	25	10,0
Douglas fir	Canadá (costa)	45	6,6
<i>Picea abies</i>	Suécia	70-80	4,0
<i>Picea abies</i>	Finlândia	70-80	3,6
<i>Picea glauca</i>	Canadá (interior)	55	2,5
<i>Picea mariana</i>	Canadá (este)	90	2,0

(Fonte: Jaakko Pöyry)

Rendimento das Plantações

Os incrementos volumétricos dos plantios de eucaliptos no mundo são bastante variados, em função do potencial genético, da espécie, da sua interação com o ecossistema e das práticas silviculturais utilizadas. São registrados incrementos médios anuais (IMA) de 10 a 90 m³ /ha/ano e com idade de rotação variando de 5 a 25 anos, dependendo do uso final da madeira e se é utilizado desbaste ou corte raso. Uma das grandes vantagens do eucalipto é a capacidade de rebrotamento, gerando nova produção de madeira a partir do mesmo plantio.

Com estes altos incrementos e com a capacidade de crescer e melhorar áreas marginais e de solos pobres, o cultivo do eucalipto tornou-se, sem dúvida, um grande aliado do homem que com isto pode preservar as florestas naturais e usar os bons solos para produção de alimentos, bem como gerar empregos.

O Desempenho Como Exótica

Uma questão sempre levantada é a respeito do melhor desempenho que tem o eucalipto como exótica em comparação com o seu crescimento em suas regiões de origem, em estado natural. Há várias razões colocadas pelos cientistas, tais como: em seu habitat natural as regenerações sofrem o ataque de insetos e doenças que estão ausentes em outros ambientes, bem como há a concorrência por luz, água e nutrientes por parte de outras plantas que crescem no mesmo ambiente disputando espaços. As condições físicas do solo muitas vezes não são adequadas ao desenvolvimento de um bom sistema radicular. Há ainda a ocorrência de fogo e outros fatores negativos.

Um plantio industrial de eucaliptos tem que ser econômico, portanto procura-se utilizar sementes de boa qualidade genética, em geral com algum grau de melhoramento, mudas selecionadas, solos bem preparados e fertilizados, há o controle de ervas daninhas para evitar a competição, as chuvas da região são adequadas para um bom crescimento das plantas, os plantios tem espaçamentos regulares, há o controle de erosões e proteção contra fogo. Os plantios de eucaliptos, geralmente de curta rotação, são um verdadeiro cultivo. Sendo árvores melhoradas geneticamente para determinado "site", apresentam boa adaptação e interação com este ambiente, convivendo com os organismos aí existentes, utilizando os nutrientes disponíveis nos solos e crescendo de acordo com a disponibilidade das chuvas locais.

Questões Sobre Plantações de Eucaliptos

Os plantios de eucaliptos tem gerado muitos debates a respeito de suas vantagens e desvantagens, em várias partes do mundo. O maior argumento contra os plantios extensivos de eucaliptos é que reduzem a disponibilidade de água da região. Por outro lado, um solo bem coberto por árvores, folhas mortas, galhos, etc... promove um aumento da disponibilidade de água nos rios e nascentes durante a estação seca, diminuindo a possibilidade de erosão e assoreamento dos cursos de água. Retirando-se as árvores, haverá ocorrência de periódicas inundações alternadas com pouca água utilizável nos rios.

As características da região onde se pretende estabelecer um plantio de eucaliptos ou de outra espécie de rápido crescimento, devem ser bem estudadas para se avaliar a viabilidade, com relação a disponibilidade de água.

Outro argumento contra os eucaliptos é que seu plantio forma um ambiente silencioso ou um deserto verde sem biodiversidade, monótona e sem estética. É necessário entender que a plantação de eucaliptos é uma cultura com ecologia simplificada como de cana, de café e milho, e não é uma floresta como a floresta tropical, com centenas de espécies de vegetais, exuberante e com muitos animais, e que tem outro objetivo. Mesmo assim, em suas menores rotações (6 a 8 anos) permite a formação de biodiversidade no sub-bosque, o que não acontece em culturas de trigo, soja e milho, por exemplo.

Os plantios industriais de eucaliptos são monoculturas, normalmente de curta rotação e de alta produtividade, ocupando relativamente pequenas áreas. São estabelecidos dentro dos melhores padrões de silvicultura para ser economicamente sustentáveis

Uma das grandes vantagens indiretas das plantações de eucaliptos de alto rendimento, é o seqüestro do carbono que está em excesso na atmosfera, sendo fixado na biomassa formada. Grande parte deste carbono permanecerá fixo sob forma de papéis, móveis, construções e em outros produtos da madeira.

Para o estabelecimento de grandes plantios homogêneos de árvores, especialmente exóticas, deve-se planejar a manutenção de blocos de áreas de preservação da vegetação natural, especialmente junto aos rios, lagos, áreas com inclinação acentuada, para evitar a quebra total da biodiversidade. Esta medida minimiza a possibilidade de ataque de pragas, especialmente se o plantio for feito com material genético melhorado para a região. Haverá então uma satisfatória interação entre as árvores e o meio ambiente.

Para as questões levantadas no mundo contra o gênero *Eucalyptus*, existem soluções, pois há dezenas de cientistas que se dedicam em estudá-lo em todos seus aspectos, somando estes conhecimentos a uma grande experiência acumulada.

Felizmente há um reconhecimento internacional da grande importância que tem o gênero *Eucalyptus*, tanto para o mundo como fonte de produtos renováveis quanto para o ecossistema de que faz parte, resultando daí que a Austrália desenvolve um fantástico trabalho de conservação de suas florestas naturais de eucaliptos, sob forma de Parques Nacionais, Reservas Florestais e Florestas Estaduais, garantindo a perpetuação da variabilidade genética de suas espécies em seu estado natural.

Anualmente são organizadas pelo CSIRO e pelos Serviços Florestais Estaduais Australianos, colheitas de milhares de amostras de sementes de eucaliptos, de várias espécies e procedências para fins científicos, para atender aos programas especiais de assistência que a Austrália o UNDP e FAO dedicam a países em desenvolvimento, bem como para o estabelecimento de pesquisas em empresas privadas e em Serviços Florestais de muitos países. São colhidas também grandes quantidades de sementes por profissionais autorizados, para uso interno e para o exterior

TENDÊNCIAS MUNDIAIS DA PRODUÇÃO DE MADEIRA INDUSTRIAL PARA POLPA.

A produção de madeira industrial no mundo cresceu cerca de 16% nos últimos 15 anos e vários países estão se destacando, tais como : Brasil, Chile e Uruguai, que dobraram a produção a partir de 1977.

TABELA 3 - Produção de Madeira Industrial - 1977 a 1992 (milhões de m³)

País	1977	1992	% da mudança
Mundo	1.381,20	1.603,38	16
Brasil *	37,32	77,71	108
Chile *	6,02	17,77	195
Uruguai *	0,35	1,04	201
Nova Zelândia *	9,49	14,99	58
África do Sul *	9,18	12,60	37
Espanha *	10,60	15,11	43
Portugal *	7,42	10,31	39
Suécia	44,26	49,15	11
USA	320,44	402,50	26
Canadá	143,37	179,22	25

*Estes países tem contado com extensivos plantios industriais, principalmente com espécies exóticas.

(Fonte: adaptado de Fenton, R. and Romero, J.L. (1995). An Overview of Fast Growing Plantations. Editado por Bruce J. Zobel).

Uma grande porção dos plantios estabelecidos nos últimos 15 - 20 anos nos trópicos e sub-trópicos, são destinados para produção de madeira para polpa. De acordo com a FAO, o total de polpa exportada no mundo tem aumentado em cerca de 40% nos últimos 15 anos, e maiores aumentos são de países que têm sido mais ativos no estabelecimento de plantios industriais de rápido crescimento, que são o Brasil, Nova Zelândia, Chile e Espanha.

Na América do Sul, as exportações de polpa aumentaram de 433.000 t em 1977 para 2.665.000 t em 1992. O Brasil e o Chile são os principais exportadores.

Na América do Norte os USA quase triplicaram a exportação de polpa, devido a produção dos seus plantios no sudeste. O melhoramento florestal e a silvicultura intensiva têm aumentado, e continuará a aumentar, a produtividade de plantações no mundo todo.

TABELA 4 - Exportação de Polpa - 1977 a 1992 (1000 t)

País	1977	1992	% da mudança
Mundo	17.070	25.500	43
Brasil	95	1.630	1616
Chile	339	939	177
Nova Zelândia	477	592	24
Espanha	83	569	586
USA	2.415	6.552	171
Canadá	6.090	8.860	45
Plantios de rápido crescimento	1.312	17.070	1201
	(7,7% do mundo)	(19,5% do mundo)	

(Fonte: adaptado de Fenton, R. and Romero, J.L. (1995). An Overview of Fast Growing Plantations. Editado por Bruce J. Zobel).

Como indicado na figura acima, a madeira industrial de plantações de rápido crescimento tem aumentado significativamente nas últimas 2 décadas tornando-se um importante participante no suprimento mundial de madeira.

No Brasil, a exportação de polpa refere-se a de eucalipto branqueada, que passou de 927.000 t em 1987 para 1.897.000 t em 1994, sendo que 52 % foi produção da Aracruz Celulose S.A.

A exportação brasileira de 1994 gerou uma receita de 788 milhões de dólares.

OS EUCALYPTUS NA ARACRUZ CELULOSE .

A Aracruz Celulose está entre as principais fornecedoras de polpa de mercado branqueada de eucalipto no mundo, usada para produzir "tissues" e papéis para imprimir e escrever.

O complexo industrial é composto por 2 fábricas , cuja capacidade é de 1.025.000 toneladas por ano, unidades para recuperação de químicos, tratamento de água, geração de energia elétrica, tratamento de efluentes, unidade eletroquímica para produzir os químicos usados no processo e um porto privado que é o único no Brasil especializado para embarcar celulose.

A companhia exporta cerca de 90% de seu produto, principalmente para clientes dos USA (31%), Europa (37%, dos quais 7% para a Alemanha) e Ásia (23%). Atualmente a Aracruz representa 3% da produção total mundial de polpa de mercado, 8% da produção total mundial de polpa de mercado de fibra curta e 22% da produção mundial de polpa de mercado de eucalipto.

As fábricas estão localizadas no Município de Aracruz no Estado do Espírito Santo, circundadas por 38.170 ha de eucaliptos. Possui ainda 2 outras áreas de plantações de eucaliptos: no norte do Estado do Espírito Santo com 44.764 ha e no sul do Estado da Bahia com 49.213 ha, totalizando 132.147 ha de área líquida. Há ainda 56.667 ha cobertos com vegetação nativa e 14.137 ha ocupados com estradas, aceiros, reservatórios de água e construções, cuja área bruta total é de 202.951 ha.

Todas as atividades da companhia são conduzidas sob o melhor conceito de tecnologia, qualidade e desenvolvimento sustentável, que envolve promoção social e crescimento econômico em harmonia com a natureza. A Aracruz é um ativo membro do BCSD - Business Council for Sustainable Development e foi uma das primeiras companhias a subscrever o ICC Business Charter for Sustainable Development.

A distância entre a Aracruz e a cidade de Manaus, que está no centro da Amazônia, é de 2.885 km, o que equivale a distância entre New York e Denver, e a distância até ao Rio de Janeiro é de aproximadamente 500 km em direção ao norte, pela costa.

A companhia é auto-suficiente em madeira de eucalipto de alta qualidade e desenvolve todas as operações para produzir o volume necessário para as suas 2 fábricas que é de cerca de 4.000.000 de m³ sólidos com casca por ano, que inclui: Viveiro para mudas produzidas por sementes e clonagem, preparo de solo, plantio, controle de ervas e formigas, combate a incêndios, corte e transporte de madeira, manutenção de estradas e aceiros, inventário contínuo dos plantios, pesquisa e tecnologia.

A Aracruz iniciou suas atividades no Estado do Espírito Santo em 1967, onde comprou terras planas, sem cobertura florestal e utilização expressiva, com disponibilidade de água para a indústria, próxima à costa, com baixa elevação (máximo de 60 metros), com clima favorável ao plantio de eucaliptos de rápido crescimento para produção de polpa branqueada.

Devido a falta de experiência local com plantações de eucaliptos e a não existência de sementes melhoradas para as condições locais de Aracruz, foram introduzidas sementes comerciais brasileiras de *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*, tradicionalmente usadas no Brasil para produção de polpa. A partir dos 2 anos de idade começaram a surgir problemas nos plantios, tais como:

- Ocorrência de grande variabilidade fenotípica entre os indivíduos, demonstrando que as sementes eram de baixa qualidade genética, resultado de cruzamentos interespecíficos.
- Alto índice de mortalidade e árvores dominadas, que no sétimo ano alcançou 40% dos indivíduos.
- Forte ocorrência de cancro nos troncos das árvores, causado pelo fungo *Criphonectria cubensis*, atingindo mais fortemente o *E. saligna* (90%), medianamente o *E. grandis* (35 a 40 %) e muito pouco o *E. urophylla* (5%).
- Verificou-se problemas com morte de plantas causada pela formação defeituosa do sistema radicular, devido ao sistema de produção de mudas utilizado na época, que consistia em se fazer a semeadura em canteiros para posteriormente transplantar as mudas para o recipiente.
- A falta de chuvas ou falta de solo preparado, fazia com que as mudas no viveiro se tornassem inadequadas para o plantio devido deformações do sistema radicular causadas pelo tipo de recipiente utilizado, que era um bloco de argila ou sacolas de polietileno. Mais tarde muitas vinham a morrer ou tombavam com o vento.
- O sistema de controle às formigas cortadeiras de folhas não era eficiente e como consequência grandes áreas plantadas eram mortas, chegando a 2% do total.

Diante destes fatos e sendo a Aracruz pioneira na região, ficou evidente a necessidade da formação de uma equipe de técnicos para desenvolver e adaptar tecnologias adequadas às condições locais, executando um bem elaborado programa de pesquisas, que foi iniciado em 1971.

Não houve dúvida de que a prioridade seria concentrada na obtenção de desenvolvimento de material genético adequado ao ecossistema local e ao uso final da madeira. Após os estudos sobre a ecologia das espécies de eucaliptos potencias para a região, várias coletas de sementes de matrizes de *E. grandis* foram realizadas em diversas procedências ao norte da Austrália, bem como de *E. urophylla* em várias ilhas da Indonésia. Com este material foram desenvolvidos os trabalhos de genética e melhoramento dessas duas espécies. Outras 52 espécies de eucaliptos foram introduzidas, com vistas à produção de híbridos para polpa e outras utilizações futuras, como madeira para serraria e energia.

Com relação aos problemas de produção de mudas, introduziu-se uma tecnologia desenvolvida no Hawaii, pelo USDA, que consiste em se utilizar tubos cônicos de polietileno, com 14 cm de altura e 2,5 cm de diâmetro, com substrato leve (vermiculita e composto de casca) e bandejas para manter os tubos.

Posteriormente o fertilizante para as mudas passou a ser o de liberação lenta, que fornece nutrientes durante 90 dias, que é o período de formação das mudas.

A ocorrência de focos de formigas passou a ser monitorada e o seu controle ser sistemático, evitando-se assim que novos focos viessem a ser estabelecidos. Hoje o dano causado é insignificante, pois estão sob controle a um custo baixo.

Apesar do eucalipto ser uma espécie de rápido crescimento, seriam necessários 12 anos até o início da produção de sementes no primeiro estágio de melhoramento. Assim, em 1974 foram iniciados estudos para adaptação do método de propagação vegetativa por enraizamento de estacas (clonagem) às condições locais e para atender produções massais de estacas enraizadas, objetivando utilizar os híbridos espontâneos dos plantios iniciais que apresentavam bom comportamento e boas características da madeira para polpa.

A clonagem viria rapidamente criar condições para estabelecer plantios melhorados e produtivos.

Da busca de boas plantas em uma vasta população de 60 milhões de indivíduos, foram encontradas 6.000 com características satisfatórias: livres de doenças e ataques de insetos, alto volume, boa forma, auto-desrama, galhos finos, habilidade para rebrotar e estacas com habilidade para enraizar.

Posteriormente foram desenvolvidos estudos completos sobre as características da madeira dos clones para polpeamento e produção de papel, eliminando-se aqueles que não atingiam as qualificações.

Paralelamente, árvores puras de *E. grandis* e *E. urophylla* já estavam sendo selecionadas e produzia-se híbridos em pomares de sementes.

Aproveitando-se as vantagens que a clonagem oferece para se obter um plantio de eucalipto moldado, mantendo todas as características desejáveis pelo silvicultor e pelo industrial, avançou-se mais, após descobrir-se que existem clones que se adaptam bem em vários tipos de "sites" e que outros possuem especificidade de adaptação: com o mapeamento dos solos dos 132.000 ha de área plantável da companhia, instalou-se testes para se avaliar o grau da interação genótipos x ambientes. Com base nestes resultados passou-se a plantar os clones mais adaptados em cada tipo de "site".

Com relação aos riscos da propagação massal de clones, realmente existem e estão associados ao fato de se plantar vastas áreas com o mesmo genótipo. Neste caso a base genética poderá ser tão restringida que limitará seleções e ganhos posteriores. Isto pode conduzir a uma baixa adaptação às mutações das pragas e patógenos que se alteram rapidamente e atacam as plantas. Por outro lado, as perspectivas de ganhos com plantios clonais não podem ser obtidas devido a baixa capacidade clonal de adaptação a diferentes condições ambientais

Presentemente, graças aos avanços tecnológicos, estes riscos podem ser reduzidos através do melhoramento e manejo de plantas. Os plantios devem ser estabelecidos usando-se uma grande base genética, através do uso de clones adaptados a diferentes condições ambientais. Para se obter isso é indispensável que testes competitivos entre clones sejam feitos em diferentes ambientes ou em solos predominantes. Adicionalmente, o estudo de parâmetros fisiológicos do consumo e perda de água e a sua relação com a produtividade primária e a partição de assimilados, assumem grande importância na seleção de clones tolerantes ao déficit hídrico, produtivos e com um menor grau de impacto ambiental. Através destes testes de forte pressão ambiental e genotípica, a seleção será possível obtendo-se clones adaptados a condições específicas e outros clones adaptados à várias condições ambientais.

A distribuição clonal por "site" em mosaico é recomendada para suplantar o risco de baixa variabilidade genética local. Embora muitos trabalhos discutam o tamanho do "site" e o número ideal de clones em blocos monoclonais, não há uma conclusão científica para definição do melhor modelo.

Os plantios clonais de eucalipto da Aracruz, iniciados há 16 anos, têm mostrado uma boa estabilidade ambiental, que parece estar mais associada à presença das áreas de preservação nativa e a adaptação ambiental, pois todas as árvores matrizes clonadas conviveram com este ecossistema por vários anos, antes de serem selecionados.

A biodiversidade, e conseqüentemente a estabilidade oferecida por este esquema, é manifestada porque somente 0,02% dos ataques de pragas monitoradas em 12 anos tiveram que sofrer algum tipo de intervenção. Então, quase que a maioria absoluta das pragas nos plantios de eucalipto foram naturalmente controladas pela fauna local, principalmente avifauna.

Assim foi possível maximizar a produção de madeira/ha, adotar o melhor manejo para cada tipo de solo e criar um programa de fertilização balanceada adequada a cada clone e com custo otimizado, criando condições para se manter uma produtividade sustentável de madeira.

O IMA (incremento médio anual) dos plantios iniciais foi de 28 m³/ha/ano, e aumentou gradualmente atingindo hoje 45 m³/ha/ano, com 7 anos de rotação. O consumo específico de madeira para produzir 1 tonelada de polpa branqueada decresceu de 4,87 m³, em 1978, para 3,89 m³ em 1994.

O resultado mais importante foi o aumento de produtividade de polpa branqueada por hectare, que passou de 5,9 t/ha/ano para 10,9 t/ha/ano.

Para se assegurar uma produção sustentável de madeira, a companhia tem investido em pesquisa e desenvolvimento para melhorar as plantações, os processos de produção de polpa e produtos. A cada ano tem sido possível melhorar e selecionar o material genético para plantios, resultando em melhoria da qualidade. Para alcançar este nível de desenvolvimento, a Aracruz teve que desenvolver e adaptar tecnologias, especialmente as relacionadas com a cultura do eucalipto e com o manejo dos solos.

O ponto chave foi a criação de bons canais de comunicação e cooperação com profissionais de pesquisas e operações florestais e industriais, de companhias particulares e instituições de Governos, com vistas a trocas de experiências.

O mercado mundial de polpa de fibra curta é especialmente competitivo, como ficou comprovado há 3 anos, quando o preço caiu drasticamente e muitas fábricas tiveram que sair do mercado devido ao seu alto custo da madeira e de produção. Neste cenário competitivo é necessário um contínuo melhoramento dos plantios e o desenvolvimento de novas tecnologias associadas ao processo de produção de celulose e ao desenvolvimento de novos produtos, com elevada capacidade de competição no mercado externo. É necessário que as Empresas definam estratégias de Ciência e Tecnologia a médio e longo prazo.

Conclusão

A madeira é a principal fonte de matéria prima para produção de polpa e papel, cujo consumo tem aumentado significativamente, que como consequência tem provocado um aumento do estabelecimento de plantios de florestas industriais de curtas rotações e de altos incrementos em regiões tropicais e sub-tropicais.

Os *Eucalyptus* e os *Pinus*, pela diversidade de espécies e tecnologia disponível, são os gêneros florestais preferidos para os plantios.

As produtividades alcançadas pelos plantios melhorados e clonados de *Eucalyptus*, torna-os altamente competitivos, devido a homogeneidade das características da madeira, garantindo qualidade permanente dos produtos, atendendo ao mercado cada vez mais exigente.

Sem traçar estratégias na área de C&T e definir investimentos, as Empresas não competirão no mercado externo. Vários países tem excelentes condições ambientais e tecnologia, como o Brasil, para plantar florestas altamente produtivas.

As questões negativas levantadas contra os plantios de *Eucalyptus*, são todas tecnicamente respondidas.

O resultado positivo do projeto Aracruz, é um exemplo de uma Empresa que traçou estratégias em C&T. Desenvolveu e adaptou tecnologias adequadas ao seu ecossistema e reconhece que o cuidado com o meio ambiente foi decisivo para seu sucesso.

Referências:

- 1 - ANFPC - Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose - Relatório Estatístico Florestal (1993) - São Paulo.
- 2 - Aracruz Celulose S.A. - Fatos & Números (1995) - Rio de Janeiro.
- 3 - Bertolucci, F. L. G., Demuner, B. J., Garcia, S. L. R. and Ikemori, Y. K. - (1995). Increasing Fiber Yield and Quality at Aracruz. In *Eucalypt Plantation: Improving Fibre Yield and Quality*. CRCTHF -IUFRO Conference Proceedings 19 -24 February 1995, Hobart, Australia.
- 4 - Campinhos, E. (1991). Plantation of Fast Growing Species For Tropical Areas. Special Paper - 10^o World Forestry Congress, Paris, Spتمبر 1991.
- 5 - Campinhos, E. and Cláudio-da-Silva, E. - (1990) - Development of the Eucalyptus Tree of the Future. ESPRA Spring Conference, May 1990, Seville, Spain.
- 6 - Campinhos, E., La Torraca, S. M., Laranjeiro, A. J. and Penchel, R. M. (1992). The Use/Place of Clonal Multiplication in Tree Breeding and Propagation Programmes - Prerequisite for Success and Reasons for Failures. Aracruz Celulose, Rio de Janeiro.
- 7 - Eldridge, K. G., Davidson, J., Harwood, C. and Van Wyk, G. (1994). Eucalypt Domestication and Breeding. Clarendon Press, Oxford.
- 8 - FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1988) - The Eucalypt Dilemma, Rome.
- 9 - Fenton, R. and Romero, J. L. (1995). An Overview of Fast Growing Plantations. Edited by Bruce J. Zobel.
- 10 - Ikemori, Y. K., Penchel, R. M. and Bertolucci, F. L. G. (1994) - Integrating Biotechnology Into Eucalypt Breeding. International Symposium of Wood Biotechnology, Aug. 31 - Sep. 1, 1994, Tokyo.
- 11 - Kelly, S. (1983). Eucalypts - vol. 1. Van Nostrand Reinhold Company, NY.
- 12 - Wilson, R. A., Astorga, R., Gomez, C. and Gonzales - Rio, F. (1995). Papermaking with DNA. "Intelligent Fibre". In *Eucalypt Plantations: Improving Fibre Yield and Quality*. CRCTHF - IUFRO Conference Proceedings 19 -24 February 1995, Hobart, Australia.