

Influência da produtividade de clones híbridos de eucalipto na densidade da madeira e na polpação Kraft

Influence of eucalypt hybrids clones productivity on wood basic density and kraft pulping yield

David Evandro Fernandes¹, José Lívio Gomide², Jorge Luiz Colodette² e Maria Zélia Ferreira³

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da produtividade de 15 clones híbridos de eucalipto, plantados em quatro locais de precipitações pluviométricas distintas, na densidade básica da madeira e na polpação kraft. Os resultados indicaram diferença significativa de incremento médio anual entre os locais estudados e correlação entre a produtividade e densidade básica da madeira, sendo esta, baixa quanto ao aspecto genético e alta para o aspecto ambiental. Também foi observado menor rendimento de celulose dos clones no local onde ocorreu menor produtividade e maior densidade da madeira. Contrariando outros estudos descritos na literatura, a demanda de álcali para polpação não apresentou correlação com o rendimento de celulose.

Palavras-chave: IMA, densidade básica, álcali efetivo, rendimento de celulose e polpação kraft.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of the productivity of 15 eucalypt hybrid clones grow at four sites with different precipitation regimes on wood basic density and kraft pulping yield. The results obtained showed significant differences in annual growth increments among sites. Correlation between productivity and wood basic density was low for the genetic aspect and high for environmental aspect. It was also detected lower pulping yields and higher values of wood density for clones planted in lower productivity site. Differing from other studies found in the literature, the alkali charge for pulping did not show significant correlation with pulping yield.

Keywords: Annual Growth Increment, wood basic density, effective alkali, pulping yield, kraft pulping.

INTRODUÇÃO

A viabilidade de qualquer empreendimento florestal depende fundamentalmente de vários fatores, como disponibilidade de terras aptas na região de plantio, condições climáticas, distância até o local de consumo, características do solo e disponibilidade de material genético adaptado e adequado ao produto final, além de boa infraestrutura.

Como as condições climáticas, as características do solo e o material genético, influenciam diretamente a produtividade de plantações florestais e, como conseqüência, podem interferir também na qualidade da madeira. Na literatura são encontradas muitas citações sobre a correlação entre a taxa de crescimento das árvores e a densi-

dade da madeira. São descritas correlações positivas, negativas ou nulas, embora para a maioria dos estudos, a correlação negativa (maior taxa de crescimento proporcionando menor densidade) seja a mais aceita (MALAN, 1991 e WANG, 1984 *apud* DOWNES, 1997; MIGLIORINI, 1986).

Estudos demonstram a existência de forte correlação positiva entre a densidade da madeira e dimensões das fibras, principalmente a espessura da parede celular e o comprimento (ALMEIDA, 2003; SILVA JUNIOR, 1997) que, por sua vez, variam em função da idade das árvores e da taxa de crescimento. Outra característica que deve ser considerada é a grande proporção de madeira juvenil, caracterizada por apresentar fibras com paredes mais finas e de menor comprimento, existente no tronco de árvores em áre-

¹Aluno do Curso Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Celulose e Papel, da Universidade Federal de Viçosa/MG. - E-mail: devandro@uol.com.br

²Professor Titular do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – MG – CEP 36570.000 – E-mail: jlgomide@ufv.br e colodette@ufv.br

³Especialista em Mensuração Florestal da empresa Veracel Celulose SA – CEP 45820-970, Eunápolis/BA – E-mail: maria.zelia@veracel.com.br

as de rápido crescimento (TOMAZELO, 1987). O lenho juvenil é formado nos primeiros anos de crescimento do tronco, na região da medula, apresentando paredes celulares mais finas, menor diâmetro celular, menores comprimentos das fibras e dos vasos, teores mais baixos de celulose e glucomananas, mais xilanas e lignina, além de maiores quantidades de fibras e vasos (KOGA, 1988 apud TRUGILHO *et al.*, 1997).

A densidade básica da madeira é um parâmetro de grande importância nas indústrias siderúrgicas, conferindo maior poder calorífico ao carvão vegetal, e de celulose, onde exerce forte influência no consumo específico (m^3 de madeira/tonelada de celulose), e também nas propriedades e qualidade da polpa. A densidade básica é muito utilizada em programas de melhoramento florestal e na seleção de árvores, por causa da alta herdabilidade e da relativa facilidade de determinação.

Além da importância no consumo específico, a densidade da madeira pode afetar o consumo de químicos no cozimento e o rendimento do digestor, devido ao balanço de massa. Madeiras mais densas apresentam fibras com menor diâmetro do lúmen, o que implica em maior dificuldade para impregnação pelo álcali, podendo interferir na taxa de deslignificação. A grande maioria dos trabalhos publicados mostra correlação negativa entre rendimento de celulose e carga alcalina. Entretanto, existem controvérsias em relação à correlação entre rendimento de celulose e densidade básica, que pode variar de negativa a quase nula (GOMIDE *et al.*, 2005; QUEIROZ *et al.*, 2004; SANTOS, 2005).

Este estudo foi realizado com objetivo de avaliar os efeitos da produtividade florestal na densidade básica da madeira, em clones híbridos de eucalipto, e o impacto na polpação kraft, analisando especificamente a densidade básica, o rendimento de celulose e a carga alcalina.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se para este estudo um teste de interação genótipo x ambiente, em que quarenta e oito clones híbridos de eucalipto foram plantados em quatro locais distintos, na região Extremo Sul da Bahia. O delineamento experimental empregado foi em blocos ao acaso, com parcelas de seis plantas em linha, e três repetições. O plantio foi realizado em setembro de 2000, no espaçamento 3 x 3 metros, recebendo como adubação 350 kg/ha de fosfato reativo, no fundo do sulco de subsolagem, e 180 kg/ha de NPK 10-15-20 + 1% de boro, aplicado em duas covas, ao lado das mudas, 10 dias após o plantio. O controle de plantas daninhas foi realizado de forma intensiva, pelo uso do herbicida pós-emergente glifosato, de modo que as plantas de eucalipto não sofreram qualquer tipo de competição até o final do experimento no sétimo ano. Os quatro locais de plantio do experimento foram denominados como Centro, Norte, Oeste e Sul, para demonstrar sua posição relativa dentro da área de plantio da empresa Veracel Celulose S.A., apresentando as características apresentadas na Tabela 1.

Para determinação do volume total das árvores de cada clone e posterior cálculo do incremento médio anual (IMA), todos os indivíduos nas quatro repetições tiveram a circunferência medida à altura do peito, com fita métrica, e a altura foi medida com hipsômetro tipo Suunto, sendo o volume calculado pela equação:

$$\ln(V) = -10,0954 + 1,7907 * \ln(DAP) + 1,1306 * \ln(HT)$$

em que: In = Logarítmo natural; V = Volume total(m^3); DAP = Diâmetro à altura do peito, tomado a 1,3 m do solo; HT = Altura total(m)

Após o cálculo do volume, foi utilizado o Software Selegen (RESENDE, 1997), para estimativa do valor genético dos clones, expresso

Tabela 1. Dados referentes aos locais de plantio.

Table 1. Data about plantation sites.

Local	Latitude	Longitude	Tipo de solo	Precipitação (mm/ano)
Centro	16°6'54,2"S	39°23'5,9"W	FTd1.1 (Plintossolo argilúvico, distrófico típico, textura média/muito argilosa, A moderado, caulínítico, relevo plano)	1395
Norte	15°51'19,1"S	39°13'16,8"W	PAd4.1 (Argissolo amarelo, distrófico abruptico, textura arenosa/média/argilosa, A moderado, caulínítico, relevo plano)	1342
Oeste	16°20'45,7"S	39°35'24,3"W	PAdx6.1 (Argissolo amarelo, distrocoeso abruptico, textura média/argilosa ou muito argilosa, A moderado, epieutrófico ou não, endoálico, caulínítico, relevo plano)	1245
Sul	16°48'59,9"S	39°15'49,5"W	PAdx6.1 (Argissolo amarelo, distrocoeso abruptico, textura média/argilosa ou muito argilosa, A moderado, epieutrófico ou não, endoálico, caulínítico, relevo plano)	1750

em IMA (Incremento Médio Anual), reduzindo assim o efeito ambiental no experimento.

Os 15 clones que apresentaram melhor desempenho, considerando o IMA e aspectos silviculturais, como retidão do tronco, ausência de doenças e forma da copa, foram amostrados para determinação da densidade básica e realização de cozimentos kraft. Foram abatidas duas árvores de cada clone, aos sete anos de idade, e retirados toretes de 1 metro de comprimento, a cada 25% da altura comercial (diâmetro mínimo de 6 cm, com casca). Os toretes foram transformados em cavacos num picador de disco DEMUTH de três facas. Os cavacos foram classificados em peneiras com malhas de 32 x 32 e 6 x 16 mm, eliminando-se aqueles com nós, os finos e os "oversize".

Para a determinação da densidade básica, os cavacos foram saturados com água quente ($\pm 65^\circ\text{C}$), por três dias, e, a seguir, foram submetidos a vácuo em água a temperatura ambiente, por cerca de 12 horas. Após saturados, o excesso de água da superfície dos cavacos foi retirado com o auxílio de uma centrífuga industrial e, por último, foi utilizada balança hidrostática para determinação da densidade básica.

Os cozimentos kraft dos clones foram realizados em autoclave rotativa, com 04 reatores para 250g de cavacos cada um. Foram adotadas as seguintes condições de cozimento: a) Tempo de impregnação (rampa de aquecimento) = 90 minutos; b) Temperatura de cozimento = 170°C ; c) Tempo de cozimento = 45 minutos; d) Sulfidez = 30% e) Relação licor/madeira = 4/1. Para determinar, por meio de modelo matemático, a carga de álcali necessária para obter número kappa 18, foram realizados, previamente, cozimentos exploratórios com cargas alcalinas diferentes para cada um dos quatro reatores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados referentes à produtividade dos clones, por região de plantio, expressos em IMA (Incremento médio anual). As produtividades dos clones de forma geral foram elevadas, considerando padrões conhecidos no Brasil para plantios de eucalipto, este fato é comum em experimentos de parcelas em linhas com três ou mesmo cinco repetições, pois nestas condições os clones de maior arranque e, ou, capacidade de crescimento, apresentam vantagem desde o início, resultando em valores de IMA ao final do experimento, sete anos de idade, bem acima do potencial produtivo do

material genético quando plantado em condições monoclonais.

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram diferenças significativas entre as produtividades dos clones dentro dos locais, sendo este fato comum em experimentos de competição clonal. Após a verificação, por análise de variância, de diferenças significativas entre regiões (Tabela 3), as médias de IMA foram analisadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, que mostrou a seguinte sequência de produtividade: Sul > Centro = Norte > Oeste, como apresentado na Tabela 3, onde as médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si.

Esta tendência observada para as médias representa muito bem o comportamento dos clones nos locais Sul e Oeste, sendo que nos outros eles apresentaram variações, alguns com produtividade maior na região Centro e outros na região Norte.

Na implantação do experimento nos quatro locais, procurou-se condições semelhantes de solo, sendo que todos apresentam gradiente textural, existindo alguma variação no teor de argila entre eles. Porém, com o conhecimento existente sobre o efeito positivo que os índices de precipitação exercem na produtividade do eucalipto, as diferenças ocorridas entre os locais podem ser explicadas pelas médias anuais de chuvas no período do experimento (1750 mm/ano no Sul, 1395 mm/ano no Centro, 1342 mm/ano no Norte e 1250 mm/ano no Oeste).

Na Figura 1, é apresentada a correlação entre as médias de IMA e precipitação, confirmando o acima exposto. Por esta regressão, verifica-se o incremento de $6,17\text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$, para cada 100 mm de precipitação.

Estudando o efeito do suprimento de água em plantios clonais de eucalipto (STAPE *et al.*, 2010), observaram crescimento 30% superior em parcelas irrigadas, comparado com as não irrigadas, comprovando o efeito positivo da água na produtividade de plantios florestais de eucaliptos.

As densidades básicas das madeiras dos clones nas diferentes regiões de plantio, são apresentadas na Tabela 2. Como mencionado anteriormente, na literatura especializada são relatados resultados contraditórios para correlação entre produtividade e densidade da madeira, podendo ser negativa, positiva ou nula. Os resultados mostram que os clones apresentaram médias de densidade com diferenças significativas entre os locais pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com a sequência Oeste > Centro = Norte > Sul, sendo esta oposta à produtividade (IMA).

Tabela 2. Incremento médio anual(IMA), Rendimento de celulose, Densidade básica e Carga de álcali dos 15 clones aos 7 anos de idade e suas respectivas médias, por local de plantio.
Table 2. Annual average increment (AAI), Pulp yield, Basic density and Alkali charge, of the 15 clones, at age 7 and their respective averages, per planting sites.

Clones	IMA (m³/ha/ano)			Rendimento de Celulose (%)			Densidade básica (kg/m³)			Carga de Álcali, AE (%)						
	Sul	Centro	Norte	Sul	Centro	Norte	Sul	Centro	Norte	Sul	Centro	Norte	Oeste			
1	85,8	65,6	70,9	50,5	51,4	49,4	51,5	51,0	457	457	488	513	22,8	23,7	22,3	23,0
2	59,2	57,0	64,5	50,8	51,7	52,1	51,8	51,5	455	497	490	514	21,7	20,9	22,1	20,3
3	89,6	90,8	81,6	74,1	53,5	52,3	51,0	52,1	460	489	477	523	22,8	20,9	21,8	21,3
4	107,2	90,4	94,2	60,2	52,9	51,8	52,4	52,0	455	481	483	519	20,9	21,4	21,2	21,0
5	69,6	62,9	64,4	50,9	52,9	51,3	52,0	51,6	476	483	477	499	21,7	23,0	21,9	21,9
6	52,8	50,6	56,1	48,4	54,9	52,7	53,5	51,6	488	498	539	574	19,1	21,0	19,7	21,9
7	133,1	103,0	100,6	84,3	50,6	50,8	50,3	50,6	490	480	476	524	23,0	21,7	23,2	21,0
8	95,9	91,3	78,4	61,0	52,4	52,1	52,6	51,5	427	446	446	453	22,2	21,8	20,7	21,3
9	100,0	74,7	83,7	52,9	51,8	53,0	53,2	51,2	454	482	472	503	21,6	20,4	20,6	20,9
10	86,6	92,8	81,9	67,8	52,7	52,1	51,1	51,2	440	502	507	506	21,7	20,4	23,3	21,5
11	98,3	84,3	82,6	62,6	53,9	53,5	53,4	51,9	433	491	468	480	19,3	21,4	21,0	20,1
12	140,1	105,0	66,0	76,5	52,8	52,7	52,2	50,8	478	478	513	536	19,9	20,8	21,3	21,1
13	115,2	83,1	88,7	62,7	51,0	50,1	51,2	49,2	511	522	535	530	21,5	23,3	21,6	22,2
14	134,5	93,9	100,8	78,9	51,2	51,5	51,2	50,8	450	465	448	484	22,6	21,1	22,8	20,9
15	100,2	82,6	66,8	57,2	53,2	51,6	50,9	48,6	466	475	501	503	20,6	22,0	21,6	22,1
Média	97,9a	81,9b	78,7b	62,6c	52,5a	51,8a	51,9a	51,0b	462,7a	483,1b	488,0b	510,7c	21,4a	21,6a	21,7a	21,3a

Tabela 3. Análise de variância para Incremento médio anual (IMA), Rendimento de celulose, Densidade básica e Carga de álcali.

Table 3. Analysis of variance for Annual average increment (AAI), Pulp yield, Basic density and Alkali charge.

FV	GL	IMA (m³/ha/ano)			Rendimento de Celulose (%)			Densidade básica (kg/m³)			Carga de Álcali, AE (%)		
		QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento (regiões)	3	3.137,24	29,57	0,000 ^s	5.843,66	28,82	0,000 ^s	5,10	9,43	0,000 ^s	0,30	0,42	0,739 ^{NS}
Bloco (clones)	14	945,66	8,91	0,000 ^s	1.761,60	8,69	0,000 ^s	2,88	5,33	0,000 ^s	2,00	2,82	0,000 ^s
Erro	42	106,08			202,73			0,54			0,71		
Total	59												
CV (%)			12,83			2,93			1,42			3,93	
Média			80,3			486,1			51,8			21,5	

GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV: Coeficiente de variação

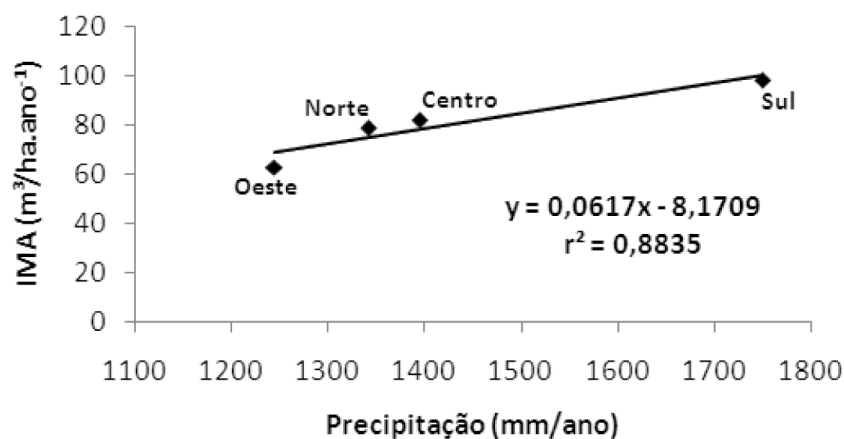


Figura 1. Correlação entre as médias de IMA e precipitação.
Figure 1. Correlation between averages of AAI and precipitation.

A correlação entre produtividade e densidade básica da madeira, para os resultados obtidos neste estudo, pode ser analisada sobre dois aspectos distintos, ou seja:

a) Aspecto genético - baixa correlação, considerando os dados de densidade e IMA dos 15 clones dentro de cada local, conforme se observa na Figura 2.

b) Aspecto ambiental - considerando separadamente o comportamento de cada clone nos quatro locais (Sul, Centro, Norte e Oeste), nota-se que 11 dos 15 clones apresentam correlação negativa moderada a alta, entre a densidade básica e o IMA, os restantes quatro clones também tiveram correlação negativa, porém baixa. Para os locais Sul e Oeste, onde ocorrem os maiores contrastes, para ambos os

parâmetros, 100% dos clones têm maior produtividade e menor densidade no Sul, ocorrendo o oposto para o local Oeste. A Figura 3 mostra a correlação entre densidade básica e IMA para cada um dos 15 clones, representando o aspecto ambiental.

A baixa correlação negativa entre produtividade florestal e densidade básica, considerando o aspecto genético é muito desejável, pois indica a possibilidade de selecionar clones de alta produtividade e alta densidade básica, sendo dois parâmetros essenciais nos programas de melhoramento genético (FONSECA *et al.*, 2001). Um bom exemplo foi o clone 13 que apresentou IMA de 115,2 m³/ha/ano e densidade básica de 511 kg/m³, no local Sul, onde a média foi de 462,7 kg/m³.

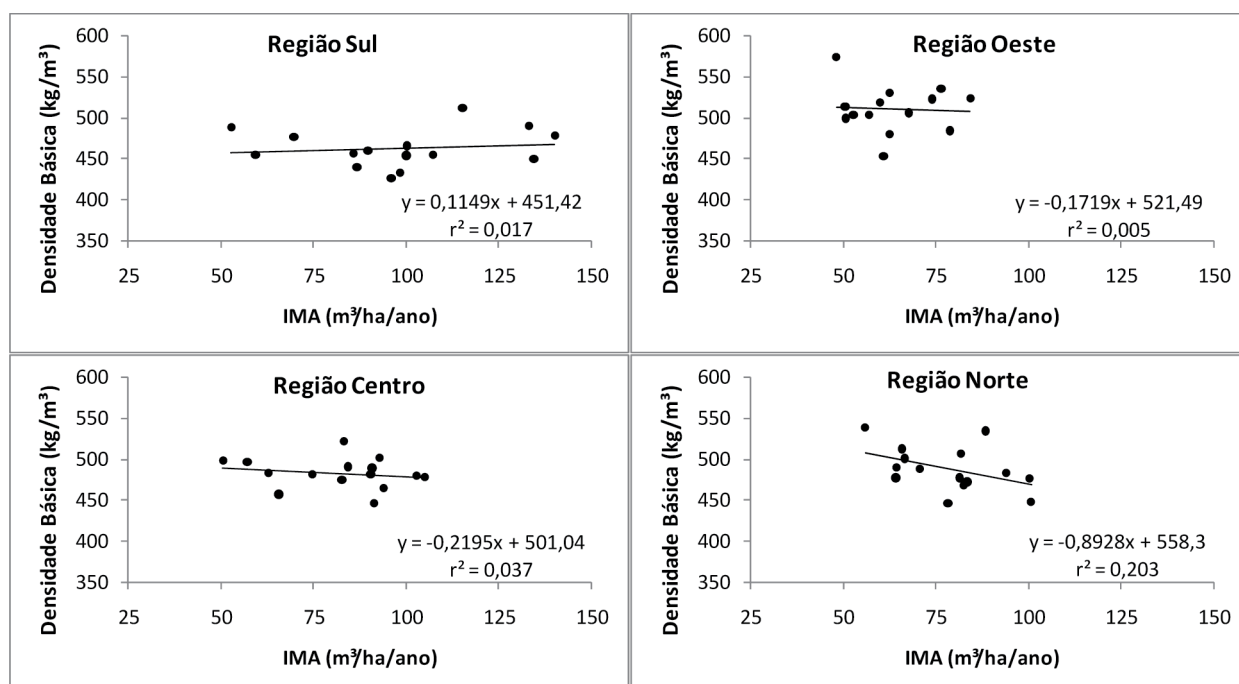


Figura 2. Correlação entre densidade básica e IMA, para os 15 clones, dentro de cada região (aspecto genético).
Figure 2. Correlation between wood basic density and AAI for the 15 clones, within each site (genetic aspect).

Quanto ao aspecto ambiental, representado pelos locais de plantio, a implicação prática da correlação negativa entre a produtividade e a densidade da madeira, é a recomendação de clones para plantios comerciais, sugerindo o direcionamento de clones com densidades básicas mais baixas e IMA's altos, para regiões de menor potencial de crescimento, objetivando melhoria da produtividade, cuidando para que os valores de densidade básica estejam dentro da faixa requerida pelo processo para o qual a madeira será direcionada.

A Figura 3 mostra a correlação entre densidade básica e IMA para cada um dos 15 clones, demonstrando claramente tendência negativa entre estes dois parâmetros.

Os resultados de rendimento dos cozimentos Kraft das madeiras dos 15 clones, são apresentados na Tabela 2. As médias por local mostraram que apenas o Oeste difere significativamente dos demais, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Outra correlação importante para os programas de melhoramento genético ocorreu entre densidade básica e rendimento de celulose, que neste estudo também foi analisada separando-se os aspectos genético e ambiental, como segue:

a) Aspecto genético – observou-se baixa correlação, considerando os valores de densidade e rendimento de celulose dos 15 clones dentro de cada local, conforme Figura 4.

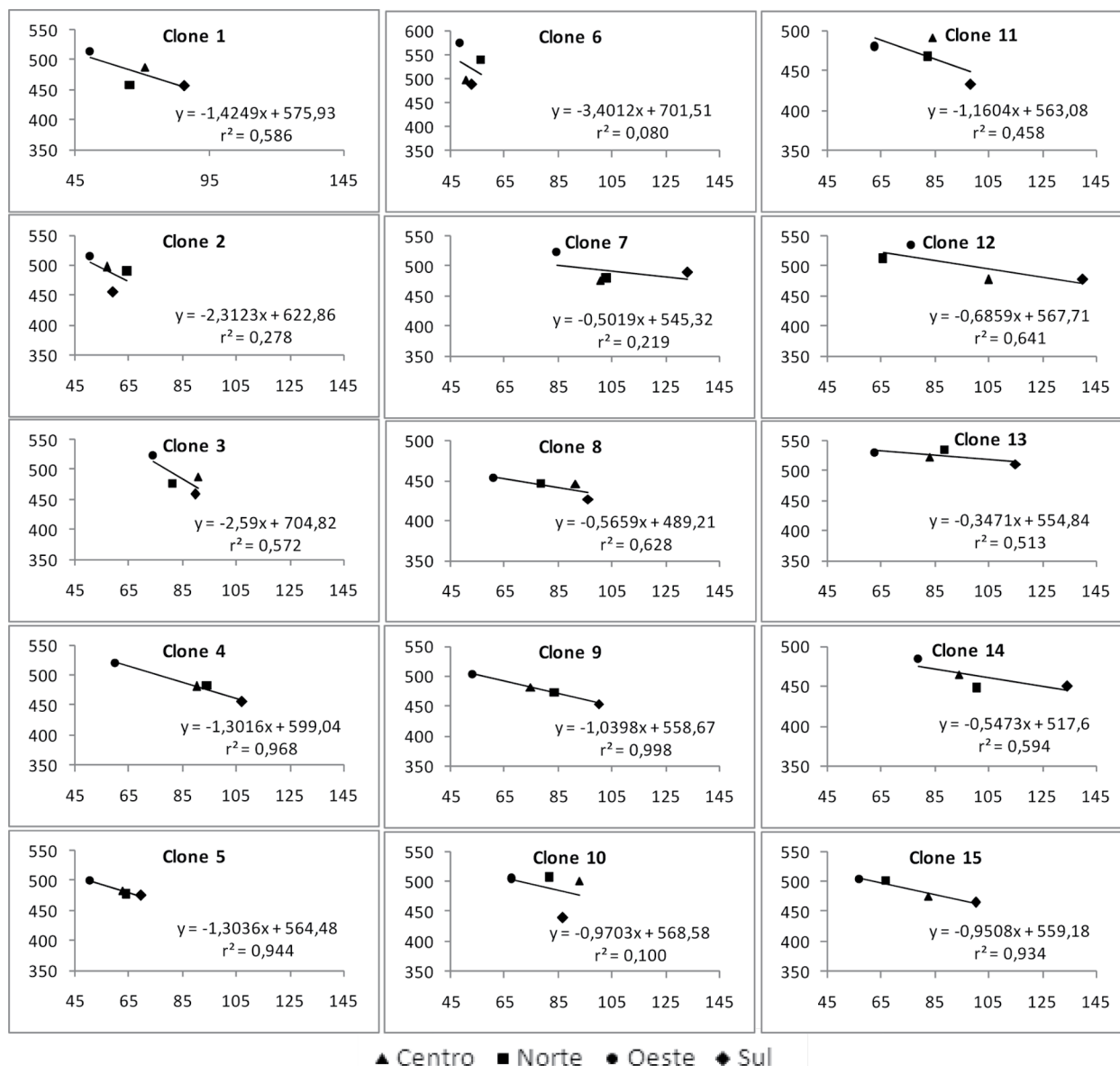


Figura 3. Correlação entre densidade básica (valores no eixo y) e IMA (valores no eixo x), para cada clone nas quatro regiões (aspecto ambiental).

Figure 3. Correlation between wood basic density (y values) and AAI (x values) for each clone within sites (environmental aspect).

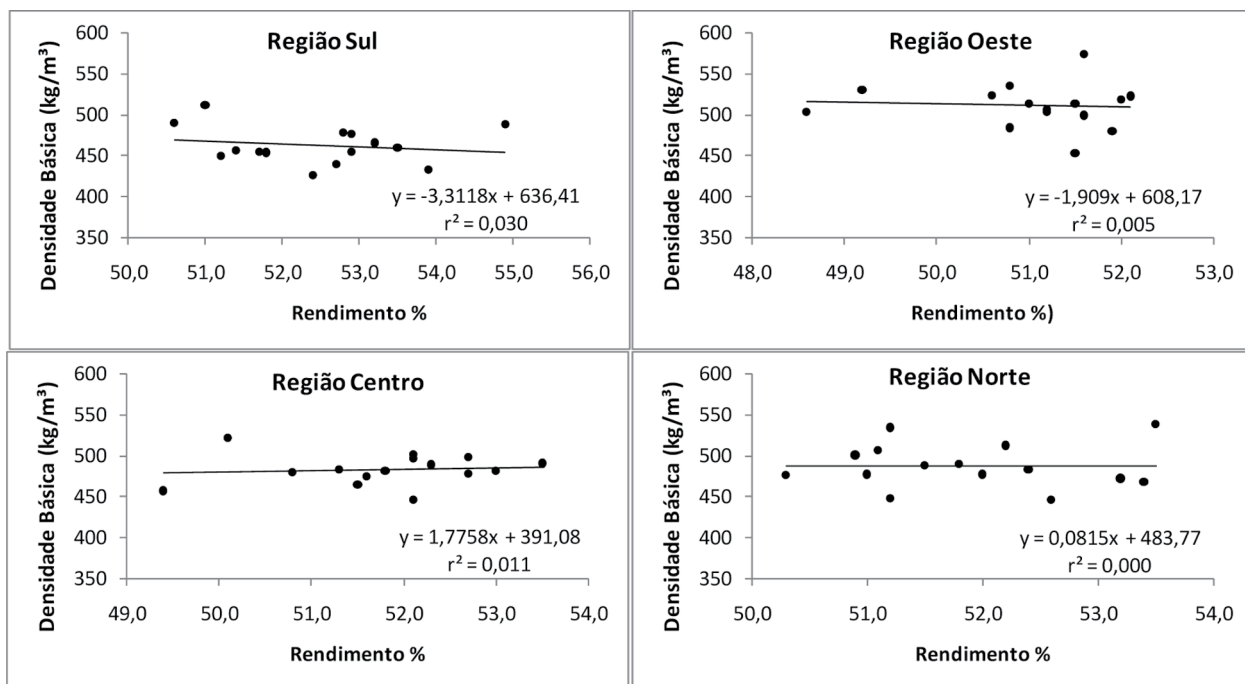


Figura 4. Correlação entre densidade básica e rendimento de celulose, para os 15 clones, dentro de cada região (aspecto genético).

Figure 4. Correlation between wood basic density and pulping yield, for the 15 clones, within sites (genetic aspect).

b) Aspecto ambiental – no local Oeste, onde os clones apresentam maior densidade básica, observa-se que os rendimentos de celulose foram inferiores, com diferença estatisticamente significativa para os demais locais. Este efeito inverso da densidade sobre o rendimento parece ser mais efetivo para valores mais altos de densidade básica, como no local Oeste, devido à maior dificuldade de impregnação dos cavacos pelo álcali, por isso, nem sempre pode ser observada, conforme relatado por Barrichello *et al.* (1983) e Queiroz *et al.* (2004) que trabalhando com dois clones de eucalipto de densidades básicas bem distintas (447 Kg/m³ e 552 kg/m³), encontraram, também, relação inversa entre densidade e rendimento de celulose. Estes autores mencionaram que, provavelmente, este fato ocorre devido à maior dificuldade de impregnação dos cavacos de maior densidade, o que resulta em maior demanda de álcali no cozimento e, conseqüentemente, em rendimento mais baixo.

A baixa correlação quanto ao aspecto genético entre densidade básica e rendimento de celulose, tem a mesma implicação prática que a correlação entre densidade e IMA para o programa de melhoramento genético, ou seja, abre a possibilidade de se selecionar clones de alta densidade e rendimento de celulose, com impacto direto sobre o consumo específico (m³ de madeira por tonelada de celulose).

As cargas de álcali utilizadas na polpação kraft das madeiras dos 15 clones de eucalipto, são apresentados na Tabela 2. Os valores obtidos, podem ser considerados altos para álcali efetivo, mas se devem ao cozimento Batch, sem circulação de licor.

A correlação entre a carga de álcali e o rendimento de cozimento foi baixa, contrariamente a resultados encontrados na literatura que, de forma geral, mostram forte correlação negativa entre estes dois parâmetros, como no estudo de Ferreira *et al.* (2006) e Gomide *et al.* (2005). A análise de variância foi realizada, indicando não haver diferença significativa para a carga de álcali dos clones entre os locais (Tabela 3).

Na Figura 5 verifica-se a ausência de correlação entre rendimento e carga de álcali para as médias dos quatro locais estudados.

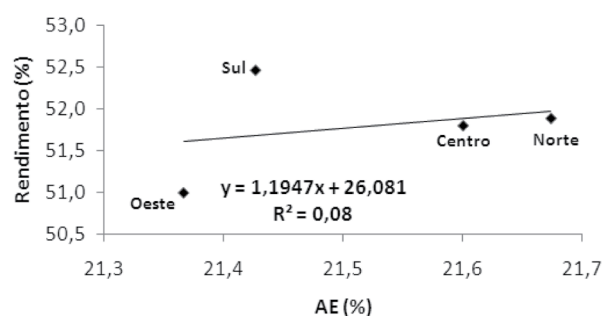


Figura 5. Correlação entre rendimento e álcali efetivo, por região.

Figure 5. Correlation between pulping yield and alkali charge, by region.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados neste trabalho permitiram concluir que:

- houve influência dos índices de precipitação na produtividade dos clones de eucalipto.
- a produtividade influenciou negativamente a densidade da madeira.
- apenas o nível mais baixo de produtividade resultou em menor rendimento de polpação.
- não houve correlação entre rendimento de polpação e a carga de álcali.

AGRADECIMENTOS

À empresa Veracel Celulose, pelo apoio na realização do Curso de Mestrado e permissão para a divulgação dos resultados deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.S. Influência da carga alcalina no processo de polpação Lo-Solids para madeiras de eucalipto. 2003. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

BARRICHELLO, L.E.G.; BRITO, J.O.; COUTO, H.T.Z.; CAMPINHOS JUNIOR, E. Densidade básica, teor de holocelulose e rendimento de celulose de madeiras de *Eucalyptus grandis*. *Silvicultura*, São Paulo, v.8, n.32, p.802-808, 1983.

DOWNES G.M.; HUDSON I.L.; RAYMOND C.A.; DEAN G.H.; MICHELL A.J.; SCHIMLECK L.R.; EVANS R., MUNERI A. *Sampling plantation eucalypts for wood and fiber properties*. Melbourne: CSIRO Publishing, 1997.

FERREIRA, C.R.; FANTINI JUNIOR, M.; COLODETTE, J.L.; GOMIDE, J.L.; CARVALHO, A. M. M. L. Avaliação tecnológica de clones de eucalipto: parte 1 – Qualidade da Madeira para produção de celulose Kraft. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.70, p.161-170, 2006.

FONSECA, S.M.; COSTA, M.M.; FONSECA, M.J.O.; FERNANDES, D.F.; SOUZA, E. Avaliação tecnológica da madeira das florestas da CENIBRA, aos 7 anos de idade, para Produção de Celulose Kraft. *Informativo Técnico CENIBRA*, n.2, 2001.

GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; OLIVEIRA, R.C.; SILVA, C.M. Caracterização tecnológica para produção de celulose da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa, v.29, n.1, p.129-137, 2005.

MIGLIORINI, A.J. *Variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus grandis Hill Ex. Maiden em função de diferentes níveis de produtividade da floresta*. 1986. 89p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

QUEIROZ S.C.S.; GOMIDE J.L.; COLODETTE, J.L.; OLIVEIRA R.C. Influência da densidade básica da madeira na qualidade da polpa kraft de clones híbridos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake clones. *Revista Árvore*, Viçosa, v.28, n.6, p.901-909, 2004.

RESENDE, M.D.V.; OLIVEIRA, E.B. Sistema “SELEGEN” – Seleção Genética Computadorizada para o Melhoramento de Espécies Perenes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.9, n 32, 1997.

SANTOS, S.R. Influência da qualidade da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e do processo kraft de polpação na qualidade da polpa branqueada. 2005. 160p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SILVA JUNIOR, F.G. Potencialidade da seleção precoce de *Eucalyptus urophylla* em função da qualidade da madeira destinada à produção de celulose. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL DA ABTCP, 30., 1997, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABTCP, 1997. p.281-292.

STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G.; FONSECA, S.; LOOS, R.A.; TAKAHASHI, E.N.; SILVA, C.R.; SILVA, S.R.; HAKAMADA, R.E.; FERREIRA, J.M.A.; LIMA, A.M.N.; GAVA, J.L.; LEITE, F.P.; ANDRADE, H.B.; ALVES, J.M.; SILVA, G.G.C.; AZEVEDO, M.R. The Brazil *Eucalyptus* Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. *Forest Ecology Management*, Amsterdam, v.259, n.9, p.1684-1694, 2010.

TOMAZELO, M.F. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. *Serie técnica IPEF*, v.29, n.4, p.25-36, 1985.

TRUGILHO, P.F.; MENDES L.M.; SILVA, J.R.M.; LIMA, J.T. Influência da idade nas características físicas, químicas e anatômicas da madeira de *E. grandis*. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE *EUCALYPTUS*, 1997. Salvador. *Anais...* Salvador: IUFRO, 1997. v.3. p.269-275.

Recebido em 07/09/2010

Aceito para publicação em 15/03/2011