

Em busca da qualidade ideal da madeira do Eucalipto para produção de celulose. II. Inter-relações entre propriedades das árvores e de suas madeiras

MFN -0658

N CHAMADA:

TITULO: Em busca da qualidade ideal da madeira do Eucalipto para produção de celulose. II. Inter-relações entre propriedades das árvores e de suas madeiras

AUTOR(ES): BUSNARDO, C.A.GONZAGA, J.V.FOELKEL, C.E.B.VESZ, J.B.V.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO:

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 16

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 21-26.11.1983

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1983, ABTCP

PAG/VOLUME: p.31-53, v.1

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 16, 1983, São Paulo, v.1, p.31-53

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR:

RESUMO:

EM BUSCA DA QUALIDADE IDEAL DA MADEIRA DO EUCALIPTO
PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE. II. INTER-RELAÇÕES
ENTRE PROPRIEDADES DAS ÁRVORES E DE SUAS MADEIRAS

BUSNARDO, C.A.
GONZAGA, J.V.
FOELKEL, C.E.B.
VESZ, J.B.V.



Riocell - Rio Grande Cia. de Celulose do Sul - Guaíba, Brasil

0. Introdução

O estudo de inter-relações entre as características das madeiras que definem a sua qualidade e as propriedades da celulose e papel resultante tornou-se bastante popular nos últimos anos. Inúmeros trabalhos, tanto de revisão bibliográfica como de pesquisas aplicadas, surgiram para mostrar como determinadas propriedades podiam ser alteradas para a produção de celulose de características diferentes. Neste parecer, enfoques sobre a caracterização da madeira são muito importantes do ponto de vista do seu uso final, pois são através deles que podem ser formuladas hipóteses sobre o comportamento do material sob diferentes condições de processamento industrial e qualidade do produto, através de correlações existentes entre os parâmetros analisados.

O atual estágio de desenvolvimento da silvicultura e a demanda crescente de madeira fazem com que as avaliações do crescimento das florestas sejam cada vez mais sofisticadas. A adoção de novas técnicas de manejo e exploração florestal, associadas a programas de melhoramento genético, têm propiciado aumentos significativos na produção volumétrica de madeira por unidade de área plantada. A produção volumétrica é ainda o índice primordial na avaliação da economicidade da floresta como um todo, mas tendo em vista fatores como a alta variabilidade da madeira associada às diferentes espécies, procedência das sementes e idade de exploração, FERREIRA & KAGEYAMA (1978) consideraram o peso seco por unidade de área como um índice mais representativo. Desta forma, avaliações precisas da quantidade de matéria seca formada devem ser efetuadas para se decidir sobre os passos a serem dados nos programas. VEIGA & BRASIL (1981), utilizando o *E. propinqua*, e estudos realizados por VEIGA *et alii* (1981) com o *E. saligna* e o *E. urophylla*, mostraram a viabilidade de se estimar com boa precisão o peso seco de madeira em função do DAP com casca e da altura total da árvore para aquelas espécies.

A avaliação da produção em novoamentos florestais em

volve a utilização de equações volumétricas, muitas vezes associadas a fatores de forma. A impropriedade da utilização isolada do fator de forma está nos possíveis erros de estimativa de volume, devidos à variação do mesmo de acordo com a concicidade da árvore. A utilização de tabelas de volume, embora mais precisas, exige procedimentos matemáticos mais elaborados, devendo-se tomar o cuidado de se procurar aplicar a tabela adequada à região e à espécie em estudo. O uso indiscriminado de uma relação volumétrica pode introduzir sérios erros na estimativa do povoamento, podendo comprometer dessa maneira os resultados futuros.

O presente estudo tem por objetivo ampliar os procedimentos de avaliação das principais propriedades de interesse comercial, correlacionando-as primeiramente através da técnica de análise de regressão linear simples, com todas as variáveis de qualidade comumente determinadas. Em uma segunda etapa, essas variáveis foram explicadas através de modelos de correlação linear múltipla, envolvendo duas ou mais variáveis.

1. Material e métodos

O material utilizado para a realização do presente estudo foi proveniente de um povoamento comercial de *Eucalyptus saligna* representativo, e que se destacava dos demais. O povoamento foi instalado em outubro de 1971, com espaçamento 3 x 2m, e contava com aproximadamente 8 anos e 9 meses de idade quando do abate. De uma área de 29,8ha, com cerca de 1443 árvores/ha, procedeu-se à seleção de 55 árvores com características superiores. Árvores defeituosas, tortas, bifurcadas ou aquelas que apresentavam um pequeno diâmetro ao nível do DAP e mostravam quaisquer evidências de ataque, não foram consideradas quando do processo de seleção. As árvores selecionadas foram abatidas, por intermédio de um corte rente ao solo, retirando-se para cada árvore um disco com espessura média de 3cm à altura do DAP. A altura de retirada dos discos foi a tradicional para procedimentos de avaliação da qualidade da madeira, tendo em vista a existência de correlações existentes entre as diferentes alturas da árvore, já verificadas em trabalhos anteriores dos autores.

Nos discos amostrados, efetuaram-se as seguintes determinações:

- densidade básica do cerne;
- densidade básica do alburno,
- densidade básica da madeira integral sem casca,
- densidade básica da casca, todas determinadas pelo método da balança hidrostática.

A densidade básica média da madeira da árvore integral foi estimada pela aplicação de uma equação anteriormente desenvolvida.

As árvores abatidas foram cubadas individualmente, determinando-se os seguintes parâmetros silviculturais:

- altura comercial, por medição com trena, da base até um diâmetro com casca de 6cm,
- volume real comercial, com e sem casca: pela aplicação da fórmula de Smalian,
- fator de forma, com e sem casca: pela relação porcentual em

- tre os correspondentes volumes reais e volumes cilíndricos,
- variação do teor de cerne e alburno a diferentes alturas da árvore: estas determinações foram efetuadas pela mensuração dos correspondentes diâmetros do cerne, seguida da avaliação da respectiva área em relação à área total do disco sem casca. Os correspondentes teores de alburno foram obtidos por diferença porcentual dos teores de cerne,
 - variação do teor de casca a diferentes alturas da árvore : pela relação porcentual entre a diferença de áreas para o disco com casca e sem casca, pela área do disco com casca,
 - teores de cerne, e casca na árvore, expressos em forma volumétrica: pela relação porcentual entre os volumes de cerne e casca na árvore e o volume da árvore sem e com casca respectivamente. O teor de alburno correspondente foi obtido pela diferença porcentual do teor de cerne.

1.1. Modelagem matemática

Em uma primeira etapa, buscou-se conhecer, através da análise de regressão linear simples, a influência de cada variável quando correlacionada com as demais analisadas. As variáveis analisadas foram estabelecidas tendo em vista uma avaliação dos parâmetros dendrométricos e silviculturais comumente determinados, sua representatividade na caracterização global, bem como possíveis interações matemáticas com outras variáveis. Para esta fase da pesquisa, manipularam-se 2090 dados, correspondentes a 38 variáveis e 55 observações por variável. A significância das correlações lineares entre os pares de variáveis foi estabelecida pelos respectivos coeficientes de correlação (r), adotando-se em todas as situações do presente estudo um nível mínimo de significância de 95% de probabilidade. Os respectivos coeficientes de correlação, (r) nos níveis de significância adotados, bem como os coeficientes lineares e angulares e os respectivos valores médios das variáveis X_i e Y_i , estão apresentados nos Anexos 1 a 6. Em cada correlação entre pares de variáveis, a variável de menor grandeza numérica refere-se à variável independente (X_i), e a variável de maior grandeza numérica refere-se à variável dependente (Y_i). A equação de regressão linear é da forma $Y_i = A_1 + B_1 X_i$.

Em uma segunda etapa, objetivando a obtenção de melhores inter-relações entre as variáveis, com conseqüente elevação do coeficiente de correlação, procedeu-se à expressões de variáveis dependentes em função de duas ou mais independentes, através da análise de regressão linear múltipla. Este procedimento é bastante útil e de alto significado, pois permite a ponderação simultânea da influência de duas ou mais variáveis em relação ao parâmetro selecionado. As variáveis dependentes selecionadas para isso foram as seguintes: volume da árvore sem casca, peso da árvore, fator de forma com casca e peso estimado de casca. As variáveis globais analisadas, seus valores médios e medidas de dispersão estão apresentadas no Quadro I.

QUADRO I - Valores médios e medidas de dispersão para as variáveis analisadas

Nº	VARIÁVEL	\bar{X}	s	CV	UNIDADE
1.	Volume da árvore com casca	0,698	0,155	22,23	m ³ sólido
2.	Volume da árvore sem casca	0,617	0,139	22,53	m sólido
3.	Teor de casca volumétrico na árvore	11,61	1,16	9,99	%
4.	Teor de cerne volumétrico na árvore sem casca	42,97	5,45	12,68	%
5.	Teor de alburno volumétrico na árvore sem casca	57,03	5,45	9,56	%
6.	Volume cilíndrico da árvore com casca	1,329	0,318	23,93	m ³
7.	Volume cilíndrico da árvore sem casca	1,171	0,283	24,17	m ³
8.	Fator de forma com casca	0,527	0,019	3,61	-
9.	Fator de forma sem casca	0,529	0,019	3,59	-
10.	Teor de casca no disco para a posição da base	19,31	4,92	25,48	%
11.	Teor de casca no disco para a posição do DAP	11,93	1,42	11,90	%
12.	Teor de casca no disco para a posição correspondente a 25% H	9,83	1,44	14,65	%
13.	Teor de casca no disco para a posição correspondente a 50% H	10,27	2,34	22,78	%
14.	Teor de casca no disco para a posição correspondente a 75% H	12,55	2,90	21,11	%
15.	Teor de casca no disco para a posição correspondente a 100% H	16,47	3,41	20,70	%
16.	Teor de cerne no disco para a posição da base	50,82	6,95	13,68	%
17.	Teor de cerne no disco para a posição do DAP	54,96	5,61	10,21	%
18.	Teor de cerne no disco para a posição correspondente a 25% H	49,07	5,96	12,15	%
19.	Teor de cerne no disco para a posição correspondente a 50% H	39,38	6,68	16,96	%
20.	Teor de cerne no disco para a posição correspondente a 75% H	13,11	11,43	87,19	%
21.	Teor de cerne no disco para a posição correspondente a 100% H	3,14	6,44	205,10	%
22.	Teor de alburno no disco para a posição da base	49,18	6,95	14,13	%
23.	Teor de alburno no disco para a posição do DAP	45,04	5,61	12,46	%
24.	Teor de alburno no disco para a posição correspondente a 25% H	50,02	5,06	11,70	%

Nº	VARIÁVEL	\bar{X}	s	CV	UNIDADE
25.	Teor de alburno no disco para a posição correspondente a 50% H	60,62	6,68	11,02	%
26.	Teor de alburno no disco para a posição correspondente a 75% H	86,69	11,43	13,18	%
27.	Teor de alburno no disco para a posição correspondente a 100% H	96,86	6,44	6,65	%
28.	Densidade básica do cerne ao nível do DAP	0,449	0,032	7,13	g/cm ³
29.	Densidade básica do alburno ao nível do DAP	0,531	0,042	7,91	g/cm ³
30.	Densidade básica da madeira integral ao nível do DAP	0,485	0,036	7,42	g/cm ³
31.	Densidade básica da casca ao nível do DAP	0,284	0,017	5,99	g/cm ³
32.	Peso seco da árvore	0,297	0,070	23,57	t s.e.
33.	Relação cerne/alburno volumétrica ao nível do DAP	0,769	0,170	22,11	-
34.	Relação cerne/alburno gravimétrica ao nível do DAP	0,652	0,153	23,47	-
35.	Peso seco de casca da árvore	0,023	0,006	26,09	t s.e.
36.	Diâmetro da árvore com casca ao nível do DAP	0,252	0,024	9,52	m
37.	Diâmetro da árvore sem casca ao nível do DAP	0,236	0,023	9,75	m
38.	Altura comercial da árvore	26,3	1,19	4,52	m

2. Resultados obtidos e discussão

2.1. Volume da árvore sem casca

O volume de árvores em pé é uma das informações mais importantes para a tomada de decisões em operações de manejo e exploração florestal. Devido à impraticabilidade de se determinar o volume individual de todas as árvores do povoamento, torna-se necessária a utilização de alguma relação desse volume com características do povoamento facilmente mensuráveis. Dentre os métodos de estimativas, as tabelas de volume são particularmente empregadas, devido à sua simplicidade no campo. Utilizando-se o método de tabelas de volumes, as operações de campo se resumem em medir algumas características das árvores, estimando-se a seguir o volume de cada árvore por intermédio de relações existentes entre ele e as variáveis mensuradas.

As variáveis selecionadas como mais efetivas individualmente a influenciar o volume da árvore sem casca foram:

X_1 = volume da árvore com casca (m^3)

$$Y_2 = -0,007896 + 0,895417 X_1$$

$$r = +0,998 \quad (P < 0,0005)$$

X_6 = volume cilíndrico da árvore com casca (m^3)

$$Y_2 = 0,041833 + 0,432860 X_6$$

$$r = +0,988 \quad (P < 0,0005)$$

X_7 = volume cilíndrico da árvore sem casca (m^3)

$$Y_2 = 0,046800 + 0,487185 X_7$$

$$r = +0,989 \quad (P < 0,0005)$$

X_{36} = diâmetro da árvore com casca ao nível do DAP (m)

$$Y_2 = -0,795782 + 5,614262 X_{36}$$

$$r = +0,967 \quad (P < 0,0005)$$

X_{37} = diâmetro da árvore sem casca ao nível do DAP (m)

$$Y_2 = -0,793397 + 5,970587 X_{37}$$

$$r = +0,969 \quad (P < 0,0005)$$

X_{32} = peso seco da árvore (t s.e.)

$$Y_2 = 0,058605 + 1,878177 X_{32}$$

$$r = +0,945 \quad (P < 0,0005)$$

X_{38} = altura comercial da árvore (m)

$$Y_2 = -1,939377 + 0,097125 X_{38}$$

$$r = +0,831 \quad (P < 0,0005)$$

X_{35} = peso seco de casca na árvore

$$Y_2 = 0,145689 + 20,398175 X_{35} \quad (t \text{ s.e.})$$

$$r = +0,820 \quad (P < 0,0005)$$

Para uma mesma espécie, o volume da árvore com casca é a variável que mais influencia na obtenção do volume sem casca de uma árvore. Outras variáveis julgadas de importância para a obtenção de volumes de madeira sem casca mais elevados são os volumes cilíndricos das árvores com e sem casca, os diâmetros da árvore com e sem casca ao nível do DAP, o peso seco da árvore e a sua altura comercial. Pelo exposto, o volume de uma árvore individual pode ser rapidamente estimado por ensaios não destrutivos, como a simples mensuração do diâmetro a altura do peito, determinação essa que poderá ser facilmente executada pela determinação da "circunferência ao nível do peito", com posterior fornecimento do respectivo diâmetro. Observar as altas correlações existentes entre o volume da árvore sem casca com os respectivos volumes cilíndricos, diâmetros determinados ao nível do DAP e alturas comerciais das árvores. O peso seco da árvore mostrou ser um parâmetro de alta significância, pois o mesmo é um fator combinado do volume e da densidade. Conforme o esperado, a observância de altas correlações envolvendo os diâmetros ao nível do DAP foram

observadas, pois diâmetros mais elevados estão associados a árvores de maior volume, embora com prejuízo do fator de forma. O desejável seria a obtenção de árvores com fatores de forma mais elevados, pois para estas situações o volume real aproxima-se mais do volume cilíndrico.

A combinação de dois ou mais parâmetros dendrométricos e silviculturais resultou em uma melhor explicação dos modelos de variação, conforme pode ser visualizado nas equações de regressão linear múltiplas apresentadas a seguir:

$$V_{\Delta/c} = f(DAP_{c/c}; H)$$

$$V_{\Delta/c} = -1,309867 + 4,511543DAP_{c/c} + 0,030074 H$$

$$r = +0,983$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot DAP_{c/c} = +0,943$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot H = +0,683$$

$$V_{\Delta/c} = f(DAP_{\Delta/c}; H)$$

$$V_{\Delta/c} = -1,307832 + 4,806202 DAP_{\Delta/c} + 0,029999 H$$

$$r = +0,985$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot DAP_{\Delta/c} = +0,949$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot H = +0,704$$

$$V_{\Delta/c} = f(\%CASCA_{\text{vol arv}}; Vol_{\text{cil}_{c/c}}; FF_{c/c})$$

$$V_{\Delta/c} = -0,561249 - 0,005875\%CASCA_{\text{vol arv}} + 0,462113 Vol_{\text{cil}_{c/c}} + 1,199487 FF_{c/c}$$

$$r = +0,999$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot \%CASCA_{\text{vol cil}} = -0,824$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot Vol_{\text{cil}_{c/c}} = +0,999$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot FF_{c/c} = +0,974$$

$$V_{\Delta/c} = f(Vol_{\text{cil}_{c/c}}; FF_{c/c}; \%CASCA_{DAP})$$

$$V_{\Delta/c} = -0,565797 + 0,462874 Vol_{\text{cil}_{c/c}} + 1,147092FF_{c/c} - 0,003108 \%CASCA_{DAP}$$

$$r = +0,999$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot Vol_{\text{cil}_{c/c}} = +0,999$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot FF_{c/c} = +0,940$$

$$r_{\text{parcial}} V_{\Delta/c} \cdot \%CASCA_{DAP} = -0,534$$

Uma explicação sobre o significado dos valores dos coeficientes de correlação seria válida. O valor do r total = 0,999 indica que para o último modelo, 99,80% da variabilidade do volume da árvore sem casca é explicada pela variabilidade conjunta das variáveis volume cilíndrico da árvore com casca, fator de forma com casca e teor de casca no disco amostrado ao nível do DAP. O significado dos valores de r parciais é o seguinte: mantidas constantes as demais variáveis, ele indica a influência de uma variável independente na outra dependente. Por exemplo, mantidos constantes o volume cilíndrico

da árvore com casca e o teor de casca no disco amostrado ao nível do DAP, o fator de forma com casca mostra uma correlação positiva com o volume da árvore sem casca da ordem de 0,940.

Resumidamente, pode-se dizer que o aumento do teor de casca na árvore e no disco amostrado ao nível do DAP provocam diminuições no volume da árvore sem casca. Para se proceder à elevação do volume de madeira sem casca, pode-se aumentar os diâmetros da árvore com e sem casca ao nível do DAP, ou o volume cilíndrico da árvore, ou o fator de forma, ou a altura, ou combinando-se o efeito dessas variáveis. A proporção a ser variada em cada parâmetro pode ser obtida pelas equações apresentadas. Outros parâmetros que conduzem à elevação do volume da árvore sem casca estão relacionados a incrementos do teor de cerne volumétrico na árvore e nos discos amostrados às alturas do DAP, 25% e 50% da altura comercial, bem como da proporção relativa entre cerne e alburno ao nível do DAP.

As mesmas variáveis que influenciaram o volume da madeira sem casca mostraram significância para o volume da madeira com casca, com pequenas diferenças no coeficiente de correlação, de modo que para este parâmetro as mesmas considerações são aplicadas.

2.2. Peso seco da árvore

O peso seco (s.e.) de uma árvore, por ser um fator combinado do volume sólido de madeira e da densidade básica, é um parâmetro muito importante para a classificação de árvores e quantificação da produção de matéria seca de um povoamento destinado à produção de celulose. Em termos silviculturais é interessante a obtenção de árvores que forneçam um alto teor de matéria seca para celulose ao final do ciclo de rotação. As árvores amostradas para a realização do presente estudo eram muito boas no que diz respeito à aspectos silviculturais e fenotípicos, com volume comercial de madeira, na quase totalidade de acima de $0,5 \text{ m}^3$ sólido/árvore, e em alguns casos, ao redor de 1 m^3 sólido/árvore. A combinação de altos volumes e densidades relativamente elevadas para a espécie, propiciaram a obtenção de elevados valores de pesos secos para considerável porção das árvores amostradas.

Conforme o esperado, o peso seco da árvore foi altamente correlacionado com o volume da árvore com e sem casca, volume cilíndrico com e sem casca, diâmetros da árvore com e sem casca ao nível do DAP, peso estimado de casca e altura comercial. A alta correlação observada entre os diâmetros da árvore com e sem casca ao nível do DAP e o peso da árvore é trazido pela rapidez de avaliação do parâmetro, associado ao fato da estimativa poder ser efetuada em árvores em pé, e sem a adoção de métodos destrutivos. Outras variáveis que influenciaram positivamente o peso seco da árvore foram as seguintes:

teor de cerne volumétrico na árvore e nos discos amostrados nas posições correspondentes ao DAP, 25% e 50% da altura comercial, relações cerne e alburno, densidade básica do cerne e da madeira integral. A densidade básica da madeira integral para discos amostrados ao DAP não se revelou individualmente como uma variável das mais adequadas para a estimativa do peso da árvore, possivelmente explicado pelos inúmeros modelos de varia-

ção que a densidade básica pode apresentar no sentido base → topo. A obtenção de uma região da árvore mais representativa para os ensaios de comparação dos parâmetros dendrométricos e silviculturais é objeto de estudo dos autores. Entretanto, essa variável associada a outros parâmetros silviculturais mostrou-se de valia para estimativas do peso s.e. das árvores.

As equações de regressão linear relacionando individualmente as variáveis independentes mais significativas estão apresentadas a seguir:

X_1 = volume da árvore com casca (m^3)

$$Y_{32} = -0,002269 + 0,429270 X_1$$

$$r = +0,951 \quad (P < 0,0005)$$

X_2 = volume da árvore sem casca (m^3)

$$Y_{32} = 0,004087 + 0,475242 X_2$$

$$r = +0,945 \quad (P < 0,0005)$$

X_6 = volume cilíndrico com casca (m^3)

$$Y_{32} = 0,022553 + 0,206777 X_6$$

$$r = +0,938 \quad (P < 0,0005)$$

X_7 = volume cilíndrico sem casca (m^3)

$$Y_{32} = 0,027562 + 0,230477 X_7$$

$$r = +0,930 \quad (P < 0,0005)$$

X_{36} = diâmetro da árvore com casca ao nível do DAP (m)

$$Y_{32} = -0,370764 + 2,654868 X_{36}$$

$$r = +0,909 \quad (P < 0,0005)$$

X_{37} = diâmetro da árvore sem casca ao nível do DAP (m)

$$Y_{32} = -0,361955 + 2,790852 X_{37}$$

$$r = +0,901 \quad (P < 0,0005)$$

X_{35} = peso seco de casca na árvore (t s.e.)

$$Y_{32} = 0,047343 + 10,818348 X_{35}$$

$$r = +0,864 \quad (P < 0,0005)$$

X_{38} = altura comercial da árvore

$$Y_{32} = -0,991033 + 0,048948 X_{38} \text{ (m)}$$

$$r = +0,833 \quad (P < 0,0005)$$

Equações de regressão linear múltiplas significativas, correlacionando duas ou mais variáveis independentes, estão apresentadas a seguir. Para a obtenção destas equações, optou-se pela utilização de parâmetros dendrométricos e silviculturais de maior representatividade, combinando-os adequadamente.

$$P_{arv} = f(V_{c/c}; DBMI_{DAP})$$

$$P_{arv} = -0,284458 + 0,430673 V_{c/c} + 0,579922 DBMI_{DAP}$$

$$\lambda = +0,996$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot V_{c/c} = +0,996$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot DBMI_{DAP} = +0,962$$

$$P_{arv} = f(DBMI_{DAP}; DAP_{c/c})$$

$$P_{arv} = -0,6952402 + 0,645569 DBMI_{DAP} + 2,700302 DAP_{c/c}$$

$$\lambda = +0,967$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot DBMI_{DAP} = +0,792$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot DAP_{c/c} = +0,964$$

$$P_{arv} = f(DBMI_{DAP}; DAP_{\delta/c})$$

$$P_{arv} = -0,722361 + 0,701219 DBMI_{DAP} + 2,877113 DAP_{\delta/c}$$

$$\lambda = +0,969$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot DBMI_{DAP} = +0,822$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot DAP_{\delta/c} = +0,966$$

$$P_{arv} = f(DAP_{c/c}; H)$$

$$P_{arv} = -0,727303 + 1,890087 DAP_{c/c} + 0,020858 H$$

$$\lambda = +0,940$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot DAP_{c/c} = +0,788$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot H = +0,575$$

$$P_{arv} = f(DAP_{\delta/c}; H)$$

$$P_{arv} = -0,735370 + 1,945657 DAP_{\delta/c} + 0,021773 H$$

$$\lambda = +0,935$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot V_{\delta/c} = +0,767$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot H = +0,576$$

$$P_{arv} = f(V_{\delta/c}; DBMI_{DAP})$$

$$P_{arv} = -0,299628 + 0,480325 V_{\delta/c} + 0,619866 DBMI_{DAP}$$

$$\lambda = +0,997$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot V_{\delta/c} = +0,996$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot DBMI_{DAP} = +0,967$$

$$P_{arv} = f(\% CERNE_{DAP}; Vol cil_{\delta/c})$$

$$P_{arv} = -0,033239 + 0,001348 \% CERNE_{DAP} + 0,219161 Vol cil_{\delta/c}$$

$$\lambda = +0,935$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot \% CERNE_{DAP} = +0,266$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot Vol cil_{\delta/c} = +0,915$$

$$P_{arv} = f(V_{c/c}; \% CASCA_{DAP})$$

$$P_{arv} = -0,064404 + 0,431938 V_{c/c} + 0,005054 \% CASCA_{DAP}$$

$$\lambda = +0,957$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot V_{c/c} = +0,957$$

$$\lambda_{parcial} P_{arv} \cdot \% CASCA_{DAP} = +0,222$$

$$P_{arv} = f(\text{DBMI}_{DAP}; \text{DAP}_{\Delta/c}; H)$$

$$P_{arv} = -0,934749 + 0,616742 \text{ DBMI}_{DAP} + 2,287722 \text{ DAP}_{c/c} + 0,014915 H$$

$$r = +0,983$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \text{DBMI}_{DAP} = +0,857$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \text{DAP}_{\Delta/c} = +0,935$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot H = +0,672$$

$$P_{arv} = f(\text{DBMI}_{DAP}; \text{DAP}_{c/c}; H)$$

$$P_{arv} = -0,919390 + 0,570553 \text{ DBMI}_{DAP} + 2,133341 \text{ DAP}_{c/c} + 0,015319 H$$

$$r = +0,982$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \text{DBMI}_{DAP} = +0,835$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \text{DAP}_{c/c} = +0,932$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot H = +0,675$$

$$P_{arv} = f(\text{Vol cil}_{c/c}; \text{FF}_{c/c}; \% \text{CASCA}_{DAP})$$

$$P_{arv} = -0,451795 + 0,227136 \text{ Vol cil}_{c/c} + 0,724980 \text{ FF}_{c/c} + 0,005454 \% \text{CASCA}_{DAP}$$

$$r = +0,958$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \text{Vol cil}_{c/c} = +0,954$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \text{FF}_{c/c} = +0,514$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \% \text{CASCA}_{DAP} = +0,357$$

$$P_{arv} = f(\text{Vol cil}_{c/c}; \text{FF}_{c/c}; \% \text{CASCA}_{DAP}; \text{DBMI}_{DAP})$$

$$P_{arv} = -0,576805 + 0,223093 \text{ Vol cil}_{c/c} + 0,570697 \text{ FF}_{c/c} - 0,000682 \% \text{CASCA}_{DAP} + 0,587540 \text{ DBMI}_{DAP}$$

$$r = +0,996$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \text{Vol cil}_{c/c} = +0,995$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \text{FF}_{c/c} = +0,835$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \% \text{CASCA}_{DAP} = -0,140$$

$$r_{\text{parcial}} P_{arv} \cdot \text{DBMI}_{DAP} = +0,951$$

As inúmeras equações apresentadas não são absolutas para a estimação do peso seco de uma árvore, pois muitas das variáveis utilizadas interagem entre si, acarretando como consequência, dificuldades adicionais na expressão do parâmetro co mo modelo matemático isolado.

Um exemplo típico de inter-relacionamento entre variáveis é %casca na árvore e peso seco da árvore. Isoladamente, seria de se supor que uma árvore com mais casca, pelo fato de ser de menor densidade que a madeira, deveria pesar menos. O modelo mostra o contrário, porque árvores com maior porcentagem de casca são ao mesmo tempo árvores de maior volume de madeira e conseqüentemente de maior peso.

A utilização de equações mais simples em geral devem ser preferidas, desde que os dados disponíveis assim permitirem.

2.3. Peso seco de casca

Atualmente, os procedimentos de inventários florestais, de uma maneira generalizada, empregam metodologias conservadoras para a avaliação volumétrica ou quantificação do peso de matéria seca produzido por um povoamento. Parâmetros de menor importância econômica direta, como por exemplo, o peso ou o volume de casca, não são levados em consideração. A idéia generalizada de que o volume de casca situa-se entre 10 e 20% em relação ao volume da árvore para a grande maioria das espécies florestais, contribui subjetivamente na estimativa do volume sólido de madeira, podendo torná-lo tendencioso. GUIMARÃES (1982) mostrou a importância da quantidade de casca para a escolha de uma determinada espécie para reflorestamento, pois para duas espécies distintas de mesmas idades e dimensões, o dobro da quantidade de casca foi verificado. Além do mais, a casca hoje pode ser considerada importante sub-produto florestal para fins energéticos.

O peso seco de casca apresentou correlações altamente significativas e positivas com o peso da árvore, volume da árvore com e sem casca, volumes cilíndricos com e sem casca, diâmetros da árvore com e sem casca à altura do DAP, bem como com a altura comercial. Ainda, o peso seco de casca mostrou-se relacionado com os teores de cerne, expressos em forma volumétrica, nos discos amostrados nas posições correspondentes ao DAP, 25% e 50% da altura comercial, densidade básica do cerne e da casca, teor de casca volumétrico na árvore, segundo uma relação direta, indicando que alterações nesses parâmetros modificam de maneira idêntica o peso de casca. Árvores mais cilíndricas tendem a fornecer menores valores de peso seco de casca, pois fatores de forma mais elevados estão associados à árvores de menores diâmetros.

As equações de regressão lineares mais significativas envolvendo as variáveis individuais estão apresentadas a seguir:

$$X_1 = \text{volume da árvore com casca (m}^3\text{)}$$

$$Y_{35} = 0,001738 + 0,030620 X_1$$

$$r = +0,849 \quad (P < 0,0005)$$

$$X_2 = \text{volume da árvore sem casca (m}^3\text{)}$$

$$Y_{35} = 0,002779 + 0,032945 X_2$$

$$r = +0,820 \quad (P < 0,0005)$$

$$X_6 = \text{volume cilíndrico com casca (m}^3\text{)}$$

$$Y_{35} = 0,003663 + 0,014633 X_6$$

$$r = +0,831 \quad (P < 0,0005)$$

$$X_7 = \text{volume cilíndrico sem casca (m}^3\text{)}$$

$$Y_{35} = 0,004300 + 0,016069 X_7$$

$$r = +0,812 \quad (P < 0,0005)$$

X_{32} = peso seco da árvore (t s.e.)

$$Y_{35} = 0,002577 + 0,069053 X_{32}$$

$$r = +0,864 \quad (P < 0,0005)$$

X_{36} = diâmetro da árvore com casca ao nível do DAP(m)

$$Y_{35} = -0,025961 + 0,194993 X_{36}$$

$$r = +0,836 \quad (P < 0,0005)$$

X_{37} = diâmetro da árvore sem casca ao nível do DAP(m)

$$Y_{35} = -0,024424 + 0,201212 X_{37}$$

$$r = +0,813 \quad (P < 0,0005)$$

X_{38} = altura comercial da árvore (m)

$$Y_{35} = -0,063441 + 0,003288 X_{38}$$

$$r = +0,700 \quad (P < 0,0005)$$

As equações de regressão linear múltipla, selecionadas como de maior representatividade são as seguintes:

$$P_c = f(V_{c/c}; \%CASCA_{DAP})$$

$$P_c = -0,011851 + 0,032120V_{c/c} + 0,001105\%CASCA_{DAP}$$

$$r = +0,895$$

$$r_{\text{parcial}} P_c \cdot V_{c/c} = +0,888$$

$$r_{\text{parcial}} P_c \cdot \%CASCA_{DAP} = +0,532$$

$$P_c = f(\text{Vol cil}_{c/c}; FF_{c/c}; \%CASCA_{DAP})$$

$$P_c = -0,047678 + 0,016612\text{Vol cil}_{c/c} + 0,066248FF_{c/c} + 0,001155\%CASCA_{DAP}$$

$$r = +0,895$$

$$r_{\text{parcial}} P_c \cdot \text{Vol cil}_{c/c} = +0,882$$

$$r_{\text{parcial}} P_c \cdot FF_{c/c} = +0,403$$

$$r_{\text{parcial}} P_c \cdot \%CASCA_{DAP} = +0,546$$

$$P_c = f(\text{Vol cil}_{c/c}; FF_{c/c}; \%CASCA_{DAP}; DBMI_{DAP})$$

$$P_c = -0,052207 + 0,016470\text{Vol cil}_{c/c} + 0,060658FF_{c/c} + 0,000932\%CASCA_{DAP} + 0,021287DBMI_{DAP}$$

$$r = +0,903$$

$$r_{\text{parcial}} P_c \cdot \text{Vol cil}_{c/c} = +0,888$$

$$r_{\text{parcial}} P_c \cdot FF_{c/c} = +0,384$$

$$r_{\text{parcial}} P_c \cdot \%CASCA_{DAP} = +0,446$$

$$r_{\text{parcial}} P_c \cdot DBMI_{DAP} = +0,277$$

As equações de regressão lineares múltiplas forneceram estimativas bastante razoáveis para o peso de casca. A aplicabilidade das mesmas ficará sujeita à precisão exigida, bem como da disponibilidade dos parâmetros dendrométricos e

2.4 Fator de forma com casca

O fator de forma com casca, tendo em vista o fato de ser um parâmetro associado ao volume sólido da árvore, é uma característica que deve ser incluída em programas de melhoramento genético florestal. Significativas correlações foram observadas com os diâmetros da árvore com e sem casca ao nível do DAP, e com os respectivos volumes cilíndricos com e sem casca. A diminuição do fator de forma com a elevação do diâmetro da árvore pode ser explicada pelo fato de que em árvores de maior desenvolvimento silvicultural, o volume real sólido de madeira torna-se menor em relação ao volume cilíndrico, pois as árvores são menos cilíndricas. Do ponto de vista silvicultural, interessa a obtenção de árvores com fatores de forma mais elevados, para que as mesmas possuam maior quantidade de matéria seca por unidade de volume cilíndrico. A altura comercial da árvore é também um parâmetro importante a ser considerado, pois verificou-se que árvores de maior crescimento em altura apresentavam em contra-partida, menores fatores de forma. Tal situação já era esperada, pois um maior crescimento em altura está associado a um mais elevado crescimento em diâmetro da árvore, parâmetro esse selecionado como de maior influência no fator de forma com casca de uma árvore.

As equações de regressão linear mais significativas relacionando os parâmetros mencionados estão apresentadas a seguir:

X_{36} = diâmetro da árvore com casca ao nível do DAP(m)

$$Y_8 = 0,620387 - 0,370079 X_{36}$$

$$r = -0,472 \quad (P < 0,0005)$$

X_{37} = diâmetro da árvore sem casca ao nível do DAP(m)

$$Y_8 = 0,617934 - 0,383849 X_{37}$$

$$r = -0,461 \quad (P < 0,0005)$$

X_6 = volume cilíndrico da árvore com casca (m³)

$$Y_8 = 0,562699 - 0,026672 X_6$$

$$r = -0,451 \quad (P < 0,0001)$$

X_7 = volume cilíndrico da árvore sem casca (m)

$$Y_8 = 0,561629 - 0,029366 X_7$$

$$r = -0,442 \quad (P < 0,0001)$$

X_2 = volume da árvore sem casca (m³)

$$Y_8 = 0,553778 - 0,042983 X_2$$

$$r = -0,318 \quad (P < 0,05)$$

X_1 = volume da árvore com casca (m³)

$$Y_8 = 0,553801 - 0,038033 X_1$$

$$r = -0,314 \quad (P < 0,05)$$

X_{38} = altura comercial da árvore (m)

$$Y_8 = 0,646543 - 0,004532 X_{38}$$

$$r = -0,287 \quad (P < 0,05)$$

X_{32} = peso da árvore (t s.e.)

$$V_B = 0,549742 - 0,075627 X_{32}$$

$$r = -0,282 \quad (P < 0,05)$$

As equações de regressão linear múltipla selecionadas como de maior representatividade para a estimação do fator de forma são as seguintes:

$$FF_{c/c} = \delta(\text{Vol cil}_{c/c}; H)$$

$$FF_{c/c} = 0,466151 - 0,040186 \text{Vol cil}_{c/c} + 0,004350 H$$

$$\lambda = +0,477$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot \text{Vol cil}_{c/c} = -0,397$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot H = +0,173$$

$$FF_{c/c} = \delta(P_{a\lambda v}; DAP_{\Delta/c}; H)$$

$$FF_{c/c} = 0,765582 + 0,243033 P_{a\lambda v} - 0,927033 DAP_{\Delta/c} - 0,003479 H$$

$$\lambda = +0,568$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot P_{a\lambda v} = +0,364$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot DAP_{\Delta/c} = -0,507$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot H = -0,147$$

$$FF_{c/c} = \delta(V_{c/c}; P_{a\lambda v}; DAP_{c/c}, H)$$

$$FF_{c/c} = 1,349896 + 0,524579 V_{c/c} + 0,008584 P_{a\lambda v} - 3,120087 DAP_{c/c} - 0,015430 H$$

$$\lambda = +0,890$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot V_{c/c} = +0,819$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot P_{a\lambda v} = +0,021$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot DAP_{c/c} = -0,876$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot H = -0,710$$

$$FF_{c/c} = \delta(V_{\Delta/c}; P_{a\lambda v}; DAP_{c/c}; H)$$

$$FF_{c/c} = 1,243937 + 0,442484 V_{\Delta/c} + 0,110439 P_{a\lambda v} - 2,653111 DAP_{c/c} - 0,013483 H$$

$$\lambda = +0,828$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot V_{\Delta/c} = +0,708$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot P_{a\lambda v} = +0,225$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot DAP = -0,804$$

$$\lambda_{\text{parcial}} FF_{c/c} \cdot H = -0,586$$

Pelas equações apresentadas, nota-se que o fator de forma é altamente influenciado por variáveis como o volume da árvore com e sem casca, diâmetros da árvore com e sem casca na altura do DAP, e altura comercial da árvore. O peso seco da árvore não se revelou como uma variável de significativa im-

portância para a estimativa do fator de forma, de modo que um programa de melhoramento genético visando a elevação da densidade básica, não forneceria ganhos no fator de forma.

O melhoramento genético para a elevação do fator de forma é um desafio a ser vencido, pois as variáveis envolvidas no melhoramento apresentam efeitos antagônicos. Silvicul-turamente, a elevação do fator de forma poderá ser obtida pela adoção de tratos culturais apropriados, bem como pelo plan-tio em espaçamentos mais reduzidos. FISHWICH (1976) comentou que espaçamentos mais reduzidos apresentam como consequência, uma maior produção de madeira, com troncos mais cilíndricos e galhos menores. A altura média das árvores é influenciada pelo número de plantas por hectare, com tendências de elevações quando do aumento do número de plantas por hectare. Isso pode ser explicado tendo em vista o fato de que em espaçamentos ma-is reduzidos, a competição em busca de luz é maior, estimulã-do dessa forma o crescimento em altura, com consequente dimi-nuição da taxa de crescimento em diâmetro, que é um dos parâ-metros mais significativos para a elevação do fator de forma. Por outro lado, o crescimento em altura correlaciona-se nega-tivamente com o fator de forma. Estas considerações devem ser perfeitamente ponderadas, pois a implantação de florestas em espaçamentos reduzidos, apesar de proporcionarem valores de á-reas basais por hectare mais elevados, contribuem para a ele-vação dos custos de implantação do povoamento, bem como da e-levação do porcentual de falhas, devido ao maior número de ár-vores dominadas. Além disso, a qualidade da árvore, como fon-te de madeira para inúmeros fins, é prejudicada.

3. Parâmetros de qualidade susceptíveis a um programa de melhoramento

A qualidade da madeira pode ser estabelecida pela adequação da matéria prima para determinada utilização final. Dessa maneira, a qualidade pode ser associada à sua versatili-dade, sendo tanto mais elevada quanto mais diversificada for a sua utilização. Segundo FONSECA & KAGEYAMA (1978), a condi-ção básica para o emprego de qualquer método de melhoramento, é a existência de variação qualitativa e ou quantitativa do caráter a melhorar. Um programa de melhoramento da qualidade da madeira deve ser direcionado para procurar evitar ou mini-mizar as influências originadas pela interação dos parâmetros envolvidos. Um programa orientado para a elevação do peso e volume de uma árvore deverá ser direcionado para elevações con-juntas do diâmetro e da altura da árvore, associado a uma maior densidade básica e fator de forma do material.

A densidade básica é um dos mais importantes parâme-tros a serem encarados entre as diversas propriedades físicas da madeira. Ela é uma característica bastante complexa resul-tante da combinação de diversos fatores, sendo influenciada pe-las condições de crescimento da árvore. Essa variabilidade pos-sibilita o seu controle dentro de certos limites, através de t-écnicas de manejo florestal. Sendo de alta herdabilidade, a densidade básica deve ser considerada como uma das mais impor-tantes propriedades da madeira a serem incluídas em programas de melhoramento genético. Entretanto, mais importante que a densidade, o crescimento volumétrico e o fator de forma isola-damente, está o parâmetro resultante dos três que é o peso se-

co da árvore. Em última instância, o peso da árvore é que representa a quantidade de matéria-prima para a indústria de celulose. Dessa forma, é sugerido que essa variável seja mais considerada para os programas de melhoramento florestal visando a indústria de celulose.

4. Conclusões

As equações de regressão linear simples obtidas evidenciam a possibilidade de se efetuarem estimativas de parâmetros de qualidade da madeira com precisão adequada, por intermédio de parâmetros dendrométricos facilmente mensuráveis, como por exemplo os diâmetros da árvore com e sem casca ao nível do DAP, e a sua altura comercial. Conforme o esperado, a combinação de duas ou mais variáveis também resultou em vantagens no que diz respeito à explicação por um modelo matemático da variação do parâmetro. As equações de regressão linear múltiplas apresentadas não são as únicas possíveis de serem obtidas, e a avaliação das alterações efetuadas nas variáveis envolvidas é meramente um problema matemático.

As equações mais simples, relacionando por exemplo os diâmetros das árvores com e sem casca ao nível do DAP e as respectivas alturas comerciais das árvores envolvidas, devem ser preferidas, sempre que houver disponibilidade desses dados, pois fornecem estimativas expeditas dos parâmetros de qualidade, associado ao fato de não haver necessidade de se proceder a ensaios destrutivos. Observar a alta explicação para a variabilidade do volume sem casca da árvore e do peso seco da árvore em função dos respectivos diâmetros da árvore com e sem casca ao nível do DAP e da altura comercial.

5. Literatura consultada

1. FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P. Y. Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalipto. In: Congresso Florestal Brasileiro. 3., Manaus, 1978. Anais. p. 148-152.
2. FISHWICH, R.W. Estudo de espaçamento em plantações brasileiras. Brasil Florestal, São Paulo, 7 (26) : 12 - 23. 1976.
3. FONSECA, S.M. & KAGEYAMA, P. Y. Melhoramento genético face à produção de resina. IPEF, Circular Técnica Nº 36, Piracicaba, ESALQ, 1978.
4. GUIMARÃES, D.P. Análise das funções de forma de onze espécies de *Eucalyptus*. In: Congresso Florestal Brasileiro, 4., Belo Horizonte, 1982. Anais. p. 640-642.
5. VEIGA, R.A.A. & BRASIL, M.A.M. Peso de matéria seca e volume do *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden. Equações. Boletim Técnico do Instituto de Florestas, São Paulo, 35(2) : 73-84, 1981.
6. VEIGA, R.A.A.; BRASIL, M.A.M. & FERREIRA, M. Peso da parte comercial do fuste de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla*. Estimativa do primeiro corte. Boletim Técnico do Instituto de Florestas, São Paulo, 35(2) : 85-92. 1981.

ANEXO I - Coeficientes de correlação, coeficientes angulares e lineares, e valores médios para os pares de variáveis significativamente correlacionados

r	\bar{X}	\bar{Y}	B1	A1	VAR	N	SIG
0.998167957	0.6980	0.6171	0.895417883	-0.007896395	1	2	05
0.454944311	0.6980	42.9696	15.972005785	31.821738943	1	4	.1
-0.454952440	0.6980	57.0304	-15.972289671	68.178459193	1	5	.1
0.933290297	0.6980	1.3209	2.023633050	-0.035495009	1	6	05
0.936897263	0.6980	1.1705	1.797085084	-0.033754586	1	7	05
-0.314126233	0.6980	0.5273	-0.030333447	0.533800503	1	8	5
-0.307878413	0.6980	0.5290	-0.030944376	0.554822194	1	9	5
0.448718023	0.6980	54.9623	16.221683364	43.610673073	1	17	.1
0.455171704	0.6980	49.0665	17.473881335	36.870338969	1	18	05
0.336169417	0.6980	39.3733	14.569627216	29.209275452	1	19	5
-0.443716081	0.6980	45.0372	-16.221642557	56.339316627	1	23	.1
-0.455167809	0.6980	50.9335	-17.473765893	63.129598638	1	24	05
-0.338165498	0.6980	60.6217	-14.569461765	70.730627241	1	25	5
0.951303758	0.6980	0.2973	0.429269899	-0.002259325	1	32	05
0.475349541	0.6980	0.7692	0.520742946	0.405758541	1	33	05
0.509217318	0.6980	0.6518	0.501422971	0.301780636	1	34	05
0.849334418	0.6980	0.0231	0.030619731	0.001737632	1	35	05
0.970112892	0.6980	0.2517	0.149921387	0.117014869	1	36	05
0.969162511	0.6980	0.2362	0.141113167	0.137744505	1	37	05
0.831060371	0.6980	26.3213	6.385410731	21.354488234	1	38	05
0.457738923	0.6171	42.9696	17.914179563	31.915266542	2	4	05
-0.457746978	0.6171	57.0304	-17.914493140	68.034926957	2	5	05
0.938036331	0.6171	1.3289	2.255267329	-0.032736689	2	6	05
0.988937231	0.6171	1.1705	2.007443265	-0.038193036	2	7	05
-0.318463776	0.6171	0.5273	-0.042983262	0.533778344	2	8	5
-0.306072497	0.6171	0.5290	-0.040942208	0.534300683	2	9	5
0.446973271	0.6171	54.9623	18.093423680	43.737859886	2	17	.1
0.460316734	0.6171	49.0665	19.700491068	36.909836975	2	18	05
0.340677077	0.6171	39.3783	16.361943294	29.201336483	2	19	5
-0.443971225	0.6171	45.0372	-18.093374033	56.202127660	2	23	.1
-0.460343022	0.6171	50.9335	-19.700370673	63.090106914	2	24	05
-0.340673335	0.6171	60.6217	-16.361767447	70.718073139	2	25	5
0.944763826	0.6171	0.2973	0.475241792	0.004086706	2	32	05
0.479045813	0.6171	0.7692	0.585012503	0.403222856	2	33	05
0.511567303	0.6171	0.6518	0.551311301	0.305251314	2	34	05
0.819769614	0.6171	0.0231	0.032945214	0.002779493	2	35	05
0.967190132	0.6171	0.2517	0.166621506	0.118836953	2	36	05
0.969093773	0.6171	0.2362	0.157294884	0.139173921	2	37	05
0.831086757	0.6171	26.3213	7.111519901	21.932918364	2	38	05
0.583712553	11.6132	19.3075	2.475169537	-9.437256142	3	10	05
0.615181031	11.6132	11.9265	0.754632437	3.132729690	3	11	05
0.533310016	11.6132	9.8298	0.660854265	2.135118068	3	12	05
0.633493856	11.6132	10.2733	1.280507851	-4.600473506	3	13	05
0.308555262	11.6132	12.5525	0.763111372	3.636173207	3	14	5
0.327378475	11.6132	0.1406	0.009101951	0.314705196	3	23	5
0.356383275	11.6132	0.4349	0.011062588	0.336439192	3	30	1
0.367937448	11.6132	0.0231	0.001773918	0.002807316	3	35	1
-0.999999999	42.9696	57.0304	-0.999999999	99.999999950	4	5	05
0.441630036	42.9696	1.3289	0.029757606	0.222132766	4	6	.1
0.447682653	42.9696	1.1705	0.023220103	0.172732925	4	7	.1

ANEXO 2 - Coeficientes de correlação, coeficientes angulares e lineares, e valores médios para os pares de variáveis significativamente correlacionados

r	\bar{X}	\bar{Y}	B1	A1	VAR	N	SDO
0.606776439	42.9696	50.9238	0.773840796	17.572174660	4 16	05	
0.930141397	42.9696	54.9628	0.854817211	19.231649009	4 17	05	
0.856515113	42.9696	49.0665	0.936506892	9.921701480	4 18	05	
0.835469705	42.9696	39.3783	1.025202625	-4.677697491	4 19	05	
0.701053199	42.9696	13.3109	1.470963553	-49.895833149	4 20	05	
-0.606775746	42.9696	49.1762	-0.773835275	32.427606511	4 22	05	
-0.830139432	42.9696	45.0372	-0.854816739	81.763348269	4 23	05	
-0.856514948	42.9696	50.9335	-0.936588240	91.178394538	4 24	05	
-0.835467474	42.9696	60.6217	-1.025230125	104.677568216	4 25	05	
-0.701058199	42.9696	86.6891	-1.470963553	149.895833145	4 26	05	
0.443720053	42.9696	0.2973	0.005703206	0.052230877	4 32	05	.1
0.989977218	42.9696	0.7692	0.030859962	-0.556322596	4 33	05	
0.959576116	42.9696	0.6518	0.026916868	-0.504343912	4 34	05	
0.372959456	42.9696	0.0231	0.000382986	0.006652323	4 35	05	1
0.461794421	42.9696	0.2517	0.002032773	0.164307087	4 36	05	
0.468708372	42.9696	0.2362	0.001943893	0.152703011	4 37	05	
0.291224385	42.9696	26.3213	0.063674370	23.565209353	4 38	05	5
-0.441638903	57.0304	1.3289	-0.025758074	2.797920045	5 6	05	.1
-0.447690033	57.0304	1.1705	-0.023220576	2.494823768	5 7	05	.1
-0.606776113	57.0304	50.9238	-0.773837902	94.956089175	5 16	05	
-0.830142598	57.0304	54.9628	-0.854818528	103.713445214	5 17	05	
-0.856517825	57.0304	49.0665	-0.936589645	102.480537783	5 18	05	
-0.835469238	57.0304	39.3783	-1.025282147	97.550577797	5 19	05	
-0.701054452	57.0304	13.3109	-1.470955827	97.200081541	5 20	05	
0.606775422	57.0304	49.1762	0.773832392	5.044243768	5 22	05	
0.830140635	57.0304	45.0372	0.854818057	-3.713400156	5 23	05	
0.856517662	57.0304	50.9335	0.936591295	-2.420613688	5 24	05	
0.935467008	57.0304	60.6217	1.025279648	2.149582921	5 25	05	
0.701054452	57.0304	86.6891	1.470955828	2.799918424	5 26	05	
-0.443730341	57.0304	0.2973	-0.005703339	0.622609033	5 32	05	.1
-0.989977230	57.0304	0.7692	-0.030859965	2.529173774	5 33	05	
-0.959575715	57.0304	0.6518	-0.026916859	2.185842408	5 34	05	
-0.372968001	57.0304	0.0231	-0.000382995	0.044951439	5 35	05	1
-0.461800345	57.0304	0.2517	-0.002032801	0.367585961	5 36	05	
-0.468714285	57.0304	0.2362	-0.001943918	0.347098750	5 37	05	
-0.291232405	57.0304	26.3213	-0.063676130	29.952746717	5 38	05	5
0.997583624	1.3289	1.1705	0.887153503	-0.008417030	6 7	05	
-0.451071163	1.3289	0.5273	-0.026672228	0.562699997	6 8	05	.1
-0.432727955	1.3289	0.5290	-0.025359274	0.562736994	6 9	05	1
0.427306971	1.3289	54.9628	7.544234035	44.937079822	6 17	05	1
0.435041731	1.3289	49.0665	8.156396768	38.227227904	6 18	05	.1
0.311263305	1.3289	39.3783	7.180529510	29.835943956	6 19	05	5
-0.427305084	1.3289	45.0372	-7.544214335	55.062912248	6 23	05	1
-0.435037171	1.3289	50.9335	-8.156317206	61.772597034	6 24	05	.1
-0.311259920	1.3289	60.6217	-7.180459948	70.163901783	6 25	05	5
0.958293385	1.3289	0.2973	0.005703302	0.022553159	6 32	05	
0.465077243	1.3289	0.7692	0.026916655	0.433552299	6 33	05	
0.9899744795	1.3289	0.6518	0.024321241	0.323552389	6 34	05	
0.831118194	1.3289	0.0231	0.011633163	0.003662682	6 35	05	
0.932950904	1.3289	0.2517	0.074187430	0.153064846	6 36	05	

ANEXO 3 - Coeficientes de correlação, coeficientes angulares e lineares, e valores médios para os pares de variáveis significativamente correlacionados

X	Y	B1	A1	VAR	Y SIG
0.930940700	1.3289	0.2362	0.069746461	0.113543319	5 37 05
0.323506858	1.3289	26.3213	3.106271647	22.193263620	6 33 05
-0.441649369	1.1705	0.5273	-0.029365832	0.551629593	7 8 .1
-0.439147774	1.1705	0.5290	-0.028958740	0.552933366	7 9 .1
0.423097909	1.1705	54.9623	8.399754493	45.150525734	7 17 1
0.441392006	1.1705	19.0665	9.30545773	38.173907250	7 18 .1
0.342591355	1.1705	39.3783	8.105032437	29.890100140	7 19 5
-0.423095004	1.1705	45.0372	-8.399727941	54.859463361	7 23 1
-0.441337041	1.1705	50.9335	-9.305477291	61.826029600	7 24 .1
-0.342591352	1.1705	60.6217	-8.105759243	70.109832365	7 25 5
0.930063841	1.1705	0.2973	0.230476333	0.027561845	7 32 05
0.172857124	1.1705	0.7692	0.234474643	0.436227681	7 33 05
0.514840003	1.1705	0.6518	0.273404304	0.325878159	7 34 05
0.811627799	1.1705	0.0231	0.016063779	0.034299355	7 35 05
0.979194063	1.1705	0.2517	0.083102367	0.154379147	7 36 05
0.922375820	1.1705	0.2362	0.078591014	0.144242010	7 37 05
0.825451938	1.1705	26.3213	3.43389183	22.243222030	7 39 05
0.932063990	0.5273	0.5290	0.923747658	0.011906212	8 9 05
-0.231356396	0.5273	0.2973	-1.050455439	0.331202360	8 32 5
-0.472361691	0.5273	0.2517	-0.602912901	0.539543061	8 36 05
-0.461604067	0.5273	0.2362	-0.555110047	0.528920659	8 37 05
-0.237320486	0.5273	26.3213	-18.215590885	35.925525819	8 39 5
-0.271959694	0.5290	0.0231	-0.031706731	0.066334949	9 35 5
-0.457328651	0.5290	0.2517	-0.588990119	0.563246446	9 36 05
-0.465767910	0.5290	0.2362	-0.565158991	0.535225968	9 37 05
-0.277850384	0.5290	26.3213	-17.774302051	35.724524851	9 38 5
0.283479185	19.3075	11.9265	0.062006406	10.343118099	10 11 5
0.292107931	11.9265	9.8298	0.295078223	6.310544739	11 12 5
0.308568726	11.9265	0.4406	0.006919116	0.366061299	11 26 5
0.331001249	11.9265	0.5309	0.009733229	0.414807999	11 29 5
0.393185960	11.9265	0.4849	0.010319679	0.365409349	11 30 1
0.290560726	9.8298	16.4714	0.689356397	9.690127471	12 15 5
-0.274913090	10.2733	49.0665	-0.709572415	56.356103663	13 18 5
0.273915321	10.2733	50.9335	0.709579476	43.643341971	13 24 5
-0.310495477	12.5525	3.1374	-0.757037071	12.640115913	14 21 5
0.340495477	12.5525	96.8626	0.757037371	87.359884030	14 27 5
0.368247157	12.5525	0.2343	0.002197130	0.256091406	14 31 1
0.272497956	16.4714	54.9623	0.447774615	47.587359664	15 17 5
-0.272496766	16.4714	45.0372	-0.447773473	52.412639702	15 23 5
0.330336192	16.4714	0.4486	0.003038396	0.397711723	15 28 5
0.333403149	16.4714	0.5309	0.004149027	0.462550785	15 29 5
0.376600537	16.4714	0.4849	0.003951181	0.419827757	15 30 1
0.300346744	16.4714	0.2973	0.006160612	0.195371766	15 32 5
0.327739208	16.4714	0.0231	0.000437115	0.044262974	15 35 5
0.39461599	50.8233	54.9623	0.539017582	29.081073470	16 17 05
0.394222149	50.8233	49.0665	0.539727086	31.800245066	16 18 1
0.437159304	50.8233	39.3783	0.416791645	13.195102661	16 19 .1
0.371133617	50.8233	13.3109	0.416651605	-13.029030403	16 20 1
-0.300000000	50.8233	49.1762	-0.999997304	99.999431139	16 22 05
-0.300000000	50.8233	45.0372	-0.500051570	70.909144457	16 23 05

ANEXO 4 - Coeficientes de correlação, coeficientes angulares e lineares, e valores médios para os pares de variáveis significativamente correlacionados

r	X	Y	B1	A1	VAR	SIG
-0.396219937	50.8238	50.9335	-0.539725352	63.199710406	16 24	1
-0.433137734	50.8238	60.6217	-0.416790231	81.804543644	16 25	.1
-0.374813017	50.8238	36.6891	-0.616654565	118.029830401	16 26	1
0.560510451	50.8238	0.7692	0.013714227	0.072208806	16 33	05
0.534690388	50.8238	0.6518	0.011759291	0.054111560	16 34	05
0.711995207	54.9628	49.0665	0.756032871	7.510027341	17 18	05
0.603334054	54.9628	39.3783	0.724993033	-0.469314819	17 19	05
0.344223064	54.9628	13.3109	0.701411572	-25.240647602	17 20	5
-0.630459716	54.9628	49.1762	-0.720329955	92.092814841	17 22	05
-0.999999999	54.9628	45.0372	-1.000001913	100.000117837	17 23	05
-0.711995449	54.9628	50.9335	-0.756033542	92.490027726	17 24	05
-0.603331323	54.9628	60.6217	-0.724999947	100.469163359	17 25	05
-0.344223063	54.9628	36.6891	-0.701411572	125.240647598	17 26	5
0.203603972	54.9628	0.4436	0.001641976	0.353334194	17 28	5
0.482113735	54.9628	0.2973	0.006017370	-0.033413648	17 32	05
0.803536718	54.9628	0.7692	0.024502732	-0.577521036	17 33	05
0.793213034	54.9628	0.6518	0.021605845	-0.535754509	17 34	05
0.372273964	54.9628	0.0231	0.000371217	0.002704312	17 35	1
0.452306793	54.9628	0.2517	0.001933535	0.145382017	17 36	.1
0.445507107	54.9628	0.2362	0.001794333	0.137614739	17 37	.1
0.313159093	54.9628	26.3213	0.067555402	22.603237457	17 38	5
0.578010044	49.0665	39.3783	0.543687263	7.549549550	18 19	05
0.457118652	49.0665	13.3109	0.877129820	-29.726757307	18 20	05
-0.396220309	49.0665	49.1762	-0.462103691	71.850243475	18 22	1
-0.711995480	49.0665	45.0372	-0.670490737	71.935324302	18 23	05
-0.999999999	49.0665	50.9335	-1.000001952	100.000113953	18 24	05
-0.578009235	49.0665	60.6217	-0.648686562	92.450434232	18 25	05
-0.457118652	49.0665	36.6891	-0.877129820	129.726757296	18 26	05
0.462458646	49.0665	0.2973	0.005435382	0.030625919	18 32	05
0.840404613	49.0665	0.7692	0.023981957	-0.407491862	18 33	05
0.001705043	49.0665	0.6518	0.020563714	-0.357225273	18 34	05
0.343608368	49.0665	0.0231	0.000322755	0.007272623	18 35	5
0.447222642	49.0665	0.2517	0.001800325	0.163318955	18 36	.1
0.455556171	49.0665	0.2362	0.001727821	0.151458283	18 37	05
0.362916695	49.0665	26.3213	0.072565629	22.760733234	18 38	1
0.545713717	39.3783	13.3109	0.933039045	-23.430624742	19 20	05
-0.433137190	39.3783	49.1762	-0.450124751	66.901367926	19 22	.1
-0.603330294	39.3783	45.0372	-0.510444493	65.137659784	19 23	05
-0.578009489	39.3783	50.9335	-0.515033917	71.214728972	19 24	05
-0.999999999	39.3783	60.6217	-1.000000231	100.000027280	19 25	05
-0.545713717	39.3783	36.6891	-0.933039045	123.430624728	19 26	05
0.290214742	39.3783	0.2973	0.003123704	0.174339153	19 32	5
0.340235407	39.3783	0.7692	0.021354719	-0.072099103	19 33	05
0.024504509	39.3783	0.6518	0.010334299	-0.090293677	19 34	05
0.292207913	39.3783	0.0231	0.000244512	0.013120606	19 35	5
0.365664234	39.3783	0.2517	0.001311625	0.200004923	19 36	1
0.367574903	39.3783	0.2362	0.001242232	0.187319327	19 37	1
0.323093460	13.3109	3.1374	0.182507931	0.706952231	20 21	5
-0.374810609	13.3109	49.1762	-0.227161119	52.203639654	20 22	1
-0.344223067	13.3109	45.0372	-0.160033732	47.285861544	20 23	5

ANEXO 5 - Coeficientes de correlação, coeficientes angulares e lineares, e valores médios para os pares de variáveis significativamente correlacionados

r	X	Y	B1	A1	VAR	N	SIG
-0.457121381	13.3109	50.9335	-0.238250543	54.104610622	20	24	05
-0.545710172	13.3109	60.6217	-0.319173776	64.870165847	20	25	05
-1.000000000	13.3109	86.6891	-1.000000000	100.000000000	20	26	05
-0.323893459	13.3109	96.8626	-0.182587931	99.293047719	20	27	5
0.706101840	13.3109	0.7692	0.010500950	0.629440987	20	33	05
0.672354272	13.3109	0.6518	0.000000000	0.532128737	20	34	05
-0.323893460	3.1374	86.6891	-0.574555899	88.491631695	21	26	5
-1.000000000	3.1374	96.8626	-1.000000000	100.000000000	21	27	05
-0.337309328	3.1374	0.2343	-0.000901281	0.287173101	21	31	5
0.630463563	49.1762	45.0372	0.509051423	20.003985391	22	23	05
0.596213097	49.1762	50.9335	0.339725191	34.227151509	22	24	1
0.453135621	49.1762	60.6217	0.416789322	40.125557634	22	25	.1
0.374310699	49.1762	86.6891	0.616651097	56.364533245	22	26	1
-0.560507166	49.1762	0.7692	-0.013714184	1.443629613	22	33	05
-0.534687090	49.1762	0.6518	-0.011759239	1.230038542	22	34	05
0.711994723	45.0372	50.9335	0.756081400	16.881756217	23	24	05
0.603275664	45.0372	60.6217	0.724984152	27.970416493	23	25	05
0.344224867	45.0372	86.6891	0.701403726	55.099328327	23	26	5
-0.238604133	45.0372	0.4486	-0.001641974	0.522531749	23	28	5
-0.462117122	45.0372	0.2973	-0.006017339	0.568372078	23	32	05
-0.609505100	45.0372	0.7692	-0.024502639	1.872748425	23	33	05
-0.793216203	45.0372	0.6518	-0.021605755	1.624326345	23	34	05
-0.372272763	45.0372	0.0231	-0.000371245	0.039828930	23	35	1
-0.452304272	45.0372	0.2517	-0.001933521	0.338734901	23	36	.1
-0.445504237	45.0372	0.2362	-0.001794319	0.317047462	23	37	.1
-0.318158857	45.0372	26.3213	-0.067555228	29.363771050	23	38	5
0.578008731	50.9335	60.6217	0.648684673	27.581862437	24	25	05
0.457121381	50.9335	86.6891	0.877133344	42.013579853	24	26	05
-0.462455804	50.9335	0.2973	-0.005435833	0.574211935	24	32	05
-0.840494682	50.9335	0.7692	-0.023931912	1.990701993	24	33	05
-0.801704557	50.9335	0.6518	-0.020563661	1.699143803	24	34	05
-0.343533310	50.9335	0.0231	-0.000322750	0.039547688	24	35	5
-0.117217315	50.9335	0.2517	-0.001800300	0.343350222	24	36	.1
-0.455551184	50.9335	0.2362	-0.001727799	0.324239276	24	37	05
-0.562915519	50.9335	26.3213	-0.072555252	30.017279237	24	38	1
0.545710172	60.6217	86.6391	0.933032763	30.127003735	25	26	05
-0.298241164	60.6217	0.2973	-0.003123666	0.486707310	25	32	5
-0.840255509	60.6217	0.7692	-0.021364661	2.064379649	25	33	05
-0.824302989	60.6217	0.6518	-0.013344260	1.794134189	25	34	05
-0.292204432	60.6217	0.0231	-0.000244509	0.057931649	25	35	5
-0.365660528	60.6217	0.2517	-0.001311611	0.331166623	25	36	1
-0.367571412	60.6217	0.2362	-0.001242220	0.311541306	25	37	1
0.323893459	86.6391	96.8626	0.182587931	81.034254531	26	27	5
-0.706101840	86.6391	0.7692	-0.010500950	1.679136014	26	33	05
-0.672354272	86.6391	0.6518	-0.000000000	1.450002055	26	34	05
0.337309328	96.8626	0.2343	0.000901281	0.197044983	27	31	5
0.811479109	0.4486	0.5309	1.073730671	0.049234352	28	29	05
0.904117412	0.4486	0.1349	1.014631656	0.009763773	28	30	05
0.411229179	0.4486	0.2343	0.229494932	0.133203677	28	31	1
0.346301337	0.4486	0.2373	0.759764578	-0.043471121	28	32	1

ANEXO 6 - Coeficientes de correlação, coeficientes angulares e lineares, e valores médios para os pares de variáveis significativamente correlacionados

r	\bar{X}	\bar{Y}	B1	A1	VAR	N	SIG
0.297731475	0.4486	0.0231	0.052186763	-0.000300942	28 35		5
0.966614071	0.5309	0.4849	0.827167893	0.045773176	29 30	05	
0.309465343	0.5309	0.2043	0.127275339	0.216776134	29 31		5
0.580165382	0.4849	0.2343	0.182710814	0.195747320	30 31		1
0.206630019	0.4849	0.2973	0.560372330	0.025615818	30 32		5
0.446496262	0.2843	0.0231	0.145108413	-0.018151827	31 35		.1
0.458913953	0.2973	0.7692	1.114115092	0.437940886	32 33	05	
0.473077831	0.2973	0.6518	1.032339270	0.344302247	32 34	05	
0.864315683	0.2973	0.0231	0.069053204	0.002576435	32 35	05	
0.909228416	0.2973	0.2517	0.311388885	0.159064476	32 36	05	
0.900526496	0.2973	0.2362	0.290573642	0.149835612	32 37	05	
0.832651895	0.2973	26.3213	14.164146383	22.109628183	32 38	05	
0.979393915	0.7692	0.6518	0.880784787	-0.025752036	33 34	05	
0.581027039	0.7692	0.0231	0.012539153	0.013463747	33 35		1
0.476025079	0.7692	0.2517	0.067152291	0.199999782	33 36	05	
0.484642611	0.7692	0.2362	0.064414288	0.186687722	33 37	05	
0.328610437	0.7692	26.3213	2.302550919	24.550108696	33 38		5
0.420031433	0.6518	0.0231	0.015379955	0.013084995	34 35		1
0.521577659	0.6518	0.2517	0.081857643	0.198302710	34 36	05	
0.531867321	0.6518	0.2362	0.078645373	0.184978169	34 37	05	
0.351699458	0.6518	26.3213	2.741629595	24.534378253	34 38		1
0.835370039	0.0231	0.2517	3.583087587	0.168852649	35 36	05	
0.812647208	0.0231	0.2362	3.282088314	0.160390275	35 37	05	
0.700128220	0.0231	26.3213	149.070968385	22.876379155	35 38	05	
0.996348903	0.2517	0.2362	0.938730793	0.000000493	36 37	05	
0.738201942	0.2517	26.3213	36.666715474	17.093927111	36 38	05	
0.736344689	0.2362	26.3213	38.819359774	17.150728335	37 38	05	