

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**FATOR DE CUBICAÇÃO PARA MADEIRA EMPILHADA DE  
*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, COM TORETES DE DOIS  
COMPRIMENTOS, E SUA VARIAÇÃO COM O TEMPO DE  
EXPOSIÇÃO AO AMBIENTE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Marcos Vinicios Barros**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2006**

**FATOR DE CUBICAÇÃO PARA MADEIRA EMPILHADA DE  
*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, COM TORETES DE DOIS  
COMPRIMENTOS, E SUA VARIAÇÃO COM O TEMPO DE  
EXPOSIÇÃO AO AMBIENTE**

**por**

**Marcos Vinicios Barros**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal.**

**Orientador- Prof. Dr. César Augusto G. Finger**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**FATOR DE CUBICAÇÃO PARA MADEIRA EMPILHADA DE  
*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, COM TORETES DE DOIS  
COMPRIMENTOS, E SUA VARIAÇÃO COM O TEMPO DE  
EXPOSIÇÃO AO AMBIENTE**

Elaborada por  
**Marcos Vinícios Barros**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Florestal**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**César Augusto Guimarães Finger , Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Fanz Andrae, Dr.** (Universitat für Bodenkultur)

**Luciano Farinha Watzlawick Dr.** (UNICENTRO-PR)

Santa Maria, setembro de 2006.

# RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria

## **FATOR DE CUBICAÇÃO PARA MADEIRA EMPILHADA DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, COM TORETES DE DOIS COMPRIMENTOS, E SUA VARIAÇÃO COM O TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO AMBIENTE**

Palavras-chave- *Eucalyptus grandis*, fator de cubicação, torete, pilha de madeira

Autor: Marcos Vinícios Barros  
Orientador: César Augusto Guimarães Finger  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 30 de outubro de 2006.

O volume de madeira expresso em metro estere ( $m^{st}$ ) algumas vezes necessita ser convertido em metro cúbico ( $m^3$ ). Isso é possível estimando-se um fator de cubicação (Fc). Com o objetivo de determinar o Fc para *Eucalyptus grandis* e sua variação em toretes de 1 e de 2,3m de comprimento em razão do tempo de exposição ao ambiente, no verão e no inverno. Foram confeccionadas 6 pilhas de toretes nas dimensões 3x2x1m (largura, altura e profundidade) e 6 pilhas nas dimensões 3x2x2,3m, instaladas no verão e no inverno. O Fc foi obtido por razão de volume, com CV de 4,2 a 9,5% e por contagem angular com CV de 10,9 a 17%. Assim, prosseguiu análise com Fc's médios obtidos por razão de volumes pois apresentaram menor variação. A análise estatística para experimento fatorial (2x2x6), indicou diferença significativa ( $\alpha < 5\%$ ) nas variáveis do efeito principal, isto é, na estação climática ( $F=18,72$ ), no tempo de exposição ( $F=6,51$ ) e no comprimento do torete ( $F=35,18$ ). A análise da correlação de Pearson indicou que o Fc também foi influenciado pelas rachaduras de topo, pela umidade da madeira e pelas variáveis atmosféricas, nas duas estações observadas. Constatada variação do Fc das pilhas em exposição, modelou-se equação com uso de procedimento Stepwise para as variáveis independentes:  $T$ ,  $T^2$ ,  $T^3$ ,  $T^4$ ,  $T^5$ ,  $1/T$ ,  $1/T^2$ ,  $1/T^3$ ,  $1/T^4$ ,  $1/T^5$ ,  $\log(T)$ ,  $\log(1/T)$ ,  $\log(\ln T)$ ,  $1/\ln T$ ,  $1/\log(T)$ , a equação com o melhor ajuste foi a decorrente de toras curtas de inverno para um período inicial até 90 dias após a instalação. Ajustada a equação  $Fc=0,70385+0,00000961(T^2)$ , com valores de F e  $R^2$  iguais a 17,22 ( $Pr>F=0,2\%$ ) e 0,63, respectivamente. No entanto as médias do valor do Fc obtidas das observações e do estimador é a mesma (0,74) e o modelo foi tendencioso, optou-se por utilizar a média obtida a cada mês, a partir da exposição. A tabela de conversão do volume estere em volume cúbico foi confeccionada a partir dos valores médios do Fc específicos para as estações climáticas verão e inverno e para os dois comprimentos dos toretes, obtidos por razão de volumes. Os valores médios dos Fc's indicaram uma estabilização após noventa dias da instalação das pilhas, com isso subdividiu-se o tempo de exposição em dois períodos: um de zero a noventa dias e outro de noventa a cento e oitenta dias, esses comparados ao total das observações (180 dias) os valores médios dessas observações não apresentaram diferença significativa pelo teste Tukey ( $\alpha < 5\%$ ). No entanto, os toretes de *Eucalyptus grandis* apresentaram variação dimensional quando expostos as intempéries por um período de cento e oitenta dias (seis meses) fazendo o fator de cubicação (Fc) variar no decorrer do período de exposição.

# ABSTRACT

## Dissertation of Mastership Post-Graduation Engineering Program Federal University Of Santa Maria

**FACTOR OF CUBICATION OF STACKS OF WOOD OF *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, WITH WOOD PIECES CUT IN TWO DIFERENT LENGHTS, AND ITS VARIATION WITH THE TIME OF EXPOSITION TO THE ENVIROMENT**

Key-word- *Eucalyptus grandis*, factor of cubication, pieces of wood, stacks of wood

Author: Marcos Vinicios Barros

Orientador: César Augusto Guimarães Finger

Date and Local of Defense: Santa Maria, 30 of October of 2006.

The express wood volume in meter estere ( $m^{st}$ ) sometimes need to be converted into cubical meters ( $m^3$ ). This is possible estimating a cubication factor (Fc). With the objective to determine the Fc for *Eucalyptus grandis* and its variation in pieces of wood of different lengths of 1 and 2,3m of length in reason of the time of exposure to the enviroment, in the summer and the winter. Six stacks of wood pieces 3X2X1m (width, height and depth) dimensions had been prepared and six stacks of wood pieces in the dimensions 3X2X2,3m, installed in the summer and winter. The Fc was obtained by volume reason, with CV of 4,2 to 9,5% and by angular counting with CV of 10,9 to 17%. Thus, continued analysis with Fc's average obtained by reason of volumes because they had presented minor variation. The analysis statistics for factorial experiment(2X2X6), indicated significant difference ( $\alpha < 5\%$ ) in the variations of principal effect, that is, in the climatic station ( $F=18,72$ ), in the time of exposure ( $F=6,51$ ) and in the length of the different pieces of wood ( $F=35,18$ ). The analysis of the correlation of Pearson indicated that the Fc was also influenced by the cracks on top, the humidity of the wood and the atmospheric variable, in the two observed seasons. Evidenced variation of the Fc of the stacks in exposition, equation with use of Stepwise procedure was shaped for the independent variable:  $T$ ,  $T^2$ ,  $T^3$ ,  $T^4$ ,  $T^5$ ,  $1/T$ ,  $1/T^2$ ,  $1/T^3$ ,  $1/T^4$ ,  $1/T^5$ ,  $\log(T)$ ,  $\log(1/T)$ ,  $\log(\ln T)$ ,  $1/\ln T$ ,  $1/\log(T)$ , the equation with the best adjustment was decurrent of short pieces of wood of winter for an initial period until 90 days after installation. Adjusted the equation  $Fc=0,70385+0,00000961(T^2)$ , with values of F and  $R^2$  equal 17,22 ( $Pr > F=0,2\%$ ) e 0,63, respectively. However the averages of the value of the Fc obtained by observation and the estimator are the same (0,74) and the model was more accurate, then was opted to using the average gathered by each month. The conversion chart of the volume estere in cubical volume was completed since specific average values of the Fc for the climatic stations summer and winter and for the two lengths of pieces of wood, obtained by reason of volumes. The average values of the Fc's had indicated a stabilization after ninety days of the installation of the stacks, with this subdivided the time of exposure in two periods: one from zero to ninety days and another one from ninety to one hundred and eighty days, these compared with the total of the observations (180 days), the average values of these observations had not presented significant difference by the Tukey test ( $\alpha < 5\%$ ). However, pieces of wood of *Eucalyptus grandis* had presented dimensional variation when displayed in inclement weather for a period of one hundred and eighty days (six months) making the cubication factor Fc to vary in elapsing of the period of exposition.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- Reprodução fotográfica da área do experimento .....	18
FIGURA 2- Desenho esquemático de uma pilha com toretes curtos .....	22
FIGURA 3- Desenho esquemático de uma pilha com toretes longos .....	22
FIGURA 4- Representação do gabarito de contagem angular .....	26
FIGURA 5- Desenho esquemático representando visão parcial da pilha de madeira, demonstrando a posição do sarrafo (A) usado para facilitar a movimentação da amostra (B).....	29
FIGURA 6- Variação do fator de cubicação no tempo, calculados por razão de volumes ( $F_c$ /volume rigoroso) e por contagem angular em toretes longos (TL) e curtos (TC) em experimento montado no verão (janeiro) .....	39
FIGURA 7- Variação do fator de cubicação no tempo, calculados por razão de volumes ( $F_c$ /volume rigoroso) e por contagem angular em toretes longos (TL) e curtos (TC) em experimento montado no inverno (julho).....	40
FIGURA 8- Rachaduras de topo nas extremidades dos toretes longos no verão (Estação I).....	48
FIGURA 9- Rachaduras de topo nas extremidades dos toretes curtos no verão (Estação I).....	48
FIGURA 10- Rachaduras de topo nas extremidades dos toretes longos no inverno (Estação II).....	49
FIGURA 11- Rachaduras de topo nas extremidades dos toretes curtos no inverno (Estação II).....	49
FIGURA 12- Rachaduras de topo em toretes longos e curtos no verão e no inverno .....	51
FIGURA 13- Teor de umidade dos toretes curtos e longos empilhados nas estações verão e inverno num período de cento e oitenta dias de exposição ao ar livre .....	57
FIGURA 14- Teor de umidade em toretes longos depositadas a céu aberto em pilhas instaladas no verão nas posições inferior, média e superior. Onde $T_u$ corresponde ao teor de umidade inicial de 106%.....	58
FIGURA 15- Teor de umidade em toretes longos depositadas a céu aberto em pilhas instaladas no inverno nas posições inferior, média e superior. Onde $T_u$ corresponde ao teor de umidade inicial médio de 110%.....	58
FIGURA 16- Teor de umidade em toretes curtos depositadas a céu aberto em pilhas instaladas no verão nas posições inferior, média e superior. Onde $T_u$ corresponde ao teor de umidade inicial médio de 106%.....	59
FIGURA 17- Teor de umidade em toretes curtos depositadas a céu aberto em pilhas instaladas no inverno nas posições inferior, média e superior. Onde $T_u$ corresponde ao teor de umidade inicial médio de 110%.....	59
Figura 18- Gráfico de dispersão dos valores estimados através de equação modelada para toras curtas no inverno, por período de 0 à 90 dias .....	73
Figura 19- Gráfico da variação da altura das pilhas de madeira num período de cento e oitenta dias de exposição.....	76

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- $F_c$ para <i>Eucalyptus sp.</i> .....	11
TABELA 2- Limites da precisão sugeridos por Garcia (1989) .....	16
TABELA 3- Condições atmosféricas médias tomadas seis dias retroativo as medições a campo.....	20
TABELA 4- Condições atmosféricas médias tomadas dez dias retroativo as medições a campo .....	20
TABELA 5- Dimensão das pilhas no momento da instalação do experimento .....	21
TABELA 6- Variáveis analisadas para comporem o modelo da equação utilizada na conversão de volume e análise de correlação .....	31
TABELA 7- Fatores do efeito principal e respectivos níveis, na análise do fator de cubicação.....	32
TABELA 8- Fatores do efeito principal, secagem dos toretes e da contribuição das rachaduras de topo nas pilhas e respectivos níveis .....	32
TABELA 9- Volume aparente (Vol. A), volume cúbico (Vol. R), fator de cubicação ( $F_c$ ), fator de cubicação pelo método da amostra por contagem angular ( $F_c$ ACA) em toretes longos (TL) e toretes curtos (TC) em pilha montada no verão; nas repetições I, II e III .....	36
TABELA 10- Volume aparente (Vol. A), volume cúbico (Vol. R), fator de cubicação ( $F_c$ ), fator de cubicação pelo método da amostra por contagem angular ( $F_c$ ACA) em toretes longos (TL) e toretes curtos (TC) em pilha montada no inverno; nas repetições I, II e III .....	37
TABELA 11- Fator de cubicação obtido pela razão de volumes; onde $\hat{m}$ corresponde a média, S ao desvio padrão e CV ao coeficiente de variação .....	41
TABELA 12- Fator de cubicação obtido por contagem angular; onde $\hat{m}$ corresponde a média, S ao desvio padrão e CV ao coeficiente de variação .....	41
TABELA 13 – Análise de variância para Fator de cubicação obtido através da razão de volumes ...	43
TABELA 14 – Análise de variância para Fator de cubicação obtido através da técnica de contagem angular.....	43
TABELA 15 – Análise da variância (ANOVA) para fator de cubicação em experimento fatorial 2x2x6 .....	44
TABELA 16- Teste Tukey para comparação de médias do $F_c$ nas Estações I e II.....	45
TABELA 17- Teste Tukey para comparação de médias do $F_c$ , nos comprimentos dos toretes, 1m e 2,3m.....	45
TABELA 18- Rachaduras nas circunferências dos toretes (em %) nas Estações I e II nos diferentes estratos de posicionamento (inferior, médio e superior em três repetições .....	47
TABELA 19- Médias das contribuições das rachaduras/circunferência no verão e no inverno em%	50
TABELA 20- Análise da variância para experimento fatorial de rachaduras de topo.....	51
TABELA 21- Análise da variância para experimento fatorial de secagem da madeira .....	54

TABELA 22- Teste Tukey para comparação de médias na secagem dos toretes no verão e no inverno .....	54
TABELA 23- Teste Tukey para comparação de médias na secagem de toretes de dois diferentes comprimentos .....	54
TABELA 24- Teor de umidade (Tu), massa inicial (Mi) e massa no momento da aferição (Mu) da madeira roliça empilhada a céu aberto num período de observações de 180 dias, nas posições inferior média e superior da pilha de madeira em todas suas repetições (A I, A III e A III) no experimento instalado no verão .....	55
TABELA 25- Teor de umidade (Tu), massa inicial (Mi) e massa no momento da aferição (Mu) da madeira roliça empilhada a céu aberto num período de observações de 180 dias, nas posições inferior média e superior da pilha de madeira em todas suas repetições (A I, A III e A III) no experimento instalado no inverno .....	56
TABELA 26- Resultado da análise de correlação de Pearson para fator de cubicação (Fc), volume de madeira e rachaduras nas estações verão (E I) e inverno (E II).....	62
TABELA 27- Resultado da análise de correlação de Pearson para variáveis associadas às rachaduras em diferentes posições na pilha de madeira inferior, média e superior .....	63
TABELA 28- Resultado da análise de correlação de Pearson para fator de cubicação (Fc), estação climática verão/inverno (Estação), período de observação (tempo) e comprimento do torete 1,0/2,3 (comprimento) .....	66
TABELA 29- Correlação entre umidade da madeira nas diferentes posições da pilha e as variáveis atmosféricas, nas estações verão e inverno .....	68
Tabela 30- Estimativa dos parâmetros e coeficientes da(s) variável(s) selecionada(s) pelo procedimento de modelagem “Stepwise” .....	72
Tabela 31- Comparação de médias para Fc obtido para seis meses e em períodos subdivididos .....	74
Tabela 32- Tabela de conversão de madeira roliça empilhada (m <sup>st</sup> ) de <i>Eucalyptus grandis</i> em volume maciço (m <sup>3</sup> ), em toretes de 1 e 2,3m de comprimento, instalados no início da Estação .....	74
TABELA 33- Altura média das unidades experimentais .....	76



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ampl.T- amplitude térmica diária

Eto - evapotranspiração de referência (ou potencial) diária estimada pelo método de Penman-Monteith

FC e Fc - fator de cubicação obtido pela relação de volumes

FcACA - fator de cubicação obtido por contagem angular

FE e Fe - fator de empilhamento

INSL - insolação diária

Ko - radiação extraterrestre ou radiação solar no topo da atmosfera

m – metro

m<sup>st</sup> – metro estere

Penman - evapotranspiração de referência (ou potencial) diária estimada pelo método de Penman-Monteith

Piche - evaporação diária no evaporímetro de Piche (capacidade evaporativa do ar)

Prec - precipitação diária

PSF - ponto de saturação das fibras

Rep - repetição

Rg - radiação solar global incidente na superfície

RI - rachaduras de topo na porção inferior

RM - rachaduras de topo na porção média

RS - rachaduras de topo na porção superior

Tam - temperatura média diária

TAMXAMPL e TXA - temperatura média diária multiplicado pela amplitude térmica

T – tempo

Tmax - temperatura máxima diária

Tmin - temperatura mínima diária

UI - umidade da madeira na porção inferior

UM - umidade da madeira na porção média

UR 15h - umidade relativa do ar as 15 horas

Urm - umidade relativa do ar média diária

US - umidade da madeira na porção superior

USF - Umidade de saturação das fibras

UTM - Universal Transversa de Mercator

V - velocidade do vento média diária

VA e Vol.A - volume aparente

VR e Vol.R - volume rigoroso

# LISTA DE APÊNDICE

## APÊNDICE I

- Estatística simples para análise de correlação de Pearson com as médias atmosféricas tomadas seis dias antecedentes ao levantamento dos dados - estação I (verão).
- Análise de correlação de Pearson com médias das condições atmosféricas seis dias antecedentes ao levantamento dos dados - estação I (verão)
- Estatística simples para análise de correlação de Pearson com as médias atmosféricas tomadas seis dias antecedentes ao levantamento dos dados - estação II (inverno)
- Análise de correlação de Pearson com médias das condições atmosféricas seis dias antecedentes ao levantamento dos dados - estação II (inverno)
- Estatística simples para análise de correlação de Pearson com as médias atmosféricas tomadas dez dias antecedentes ao levantamento dos dados - estação I (verão).
- Análise de correlação de Pearson com médias das condições atmosféricas dez dias antecedentes ao levantamento dos dados - estação I (verão)
- Estatística simples para análise de correlação de Pearson com as médias atmosféricas tomadas dez dias antecedentes ao levantamento dos dados - estação II (inverno)
- Análise de correlação de Pearson com médias das condições atmosféricas dez dias antecedentes ao levantamento dos dados - estação II (inverno)

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 <i>Eucalyptus sp.</i> .....	6
2.2 Retratibilidade e secagem da madeira .....	7
2.3 Fator de conversão.....	10
2.4 Biodeterioração da madeira.....	14
2.5 Coeficiente de variação .....	16
2.6 Experimento fatorial.....	16
2.7 Análise da correlação .....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.1. Caracterização do local de estudo .....	18
3.2 Instalação do experimento.....	19
3.3 Determinação do fator de conversão.....	23
3.3.1 método da cubagem individual dos toretes .....	23
3.3.2 método de contagem angular .....	24
3.4 Controle do erro amostral .....	26
3.5 Rachaduras de topo .....	27
3.6 Teor de umidade.....	28
3.6.1 teor de umidade inicial.....	28
3.6.2 variação do teor de umidade em função do tempo de exposição .....	29
3.7 Análise estatística.....	30
3.7.1 Coeficiente de correlação .....	33
3.7.2 Modelagem da equação .....	34
4. RESULTADOS .....	36
4.1 Experimento instalado no verão .....	36
4.2 Experimento instalado no inverno .....	37
4.3 Variação do fator de cubicação .....	38
3.3.1 Influência da estação climática, no comprimento do torete, tempo de estocagem e estação climática sobre o fator de cubicação obtido por razão de volumes .....	44
4.3.1.1 Influência da rachadura de topo no fator de cubicação.....	46
4.3.1.2 Secagem da madeira.....	53
4.4 Análise da correlação .....	60
4.4.1 Análise da correlação com as variáveis do efeito principal .....	65
4.4.2 Análise da correlação da secagem da madeira com as variáveis atmosféricas .....	67
4.4.3 Análise da correlação nos diferentes comprimentos dos toretes .....	69
4.5 Modelagem da equação .....	71
4.6 Tabela de conversão .....	74
4.7 Altura média das Unidade Experimentais.....	75
5 CONCLUSÕES.....	77
6 BIBLIOGRAFIA.....	80

# 1 INTRODUÇÃO

O Brasil consome, atualmente, cerca de 180 milhões de m<sup>3</sup> de madeira/ano, o que equivale a 8% do consumo mundial. Desse total 70% provêm de floresta plantada e 30%, de madeira tropical (Rech, 2006).

Estudos recentes indicam que existam no país 4,8 milhões de hectares de florestas plantadas (Lima, 2005), sendo 1,8 milhões do gênero *Pinus* e 3,0 milhões do gênero *Eucalyptus*, correspondendo a 50% do total de florestas plantadas de *Eucalyptus* sp. em todo o mundo (Silva, 1999).

O uso de madeira nos setores primário e secundário da nossa economia passam por constantes modificações, adequando-se às necessidades de mercado. Novas tecnologias na colheita e no transporte florestal, alterações na oferta e no custo de mão-de-obra e o aumento da demanda energética, são exemplos que implicam num redimensionamento da matéria-prima, levando a indústria a utilizar toretes com outras dimensões (diâmetro e comprimento) do que as praticadas em outras décadas. Novos estudos na mensuração desse valioso produto florestal são oportunos, tendo em vista que a obtenção de dados precisos, na utilização dos recursos, resulta na otimização desse processo dinâmico evitando desperdícios e erros na avaliação.

O volume da madeira é de suma importância no controle de estoque, no controle do crescimento, no planejamento da produção, na elaboração de plano de manejo, na comercialização, no transporte de produtos florestais e, na adequação dos equipamentos processadores de madeira (picadores, serras, etc.). No entanto, a quantificação assume um papel diferenciado quando envolve as relações comerciais, como no pagamento de operários, para a venda e a manutenção de estoques e para o planejamento operacional.

O volume da madeira pode ser expresso em metro cúbico (m<sup>3</sup>) ou estere (m<sup>st</sup>), sendo necessária, algumas vezes, a conversão desses volumes. Essa conversão é possível estimando-se um fator de empilhamento ou fator de cubicação definido pela razão entre volumes, isto é, fator de empilhamento é definido pela razão entre volume estere (volume aparente) e o volume sólido, e para fator de cubicação pela razão entre volume sólido e volume estere da pilha de madeira. O seu emprego evita a mensuração individualizada dos toretes para se conhecer o

volume cúbico de uma pilha de madeira, que por sua vez, denota em aumento de tempo e mão-de-obra elevando o custo da madeira.

Grande parte da madeira de eucalipto comercializada no Rio Grande do Sul adquire as dimensões 1,0 m e 2,4 m de comprimento do torete, em razão do uso final do material e da largura da carroceria da maioria dos caminhões transportadores. Seja para fins energéticos ou como matéria-prima para a indústria, normalmente, esse material é transportado em pilhas transversais ao eixo longitudinal dos caminhões.

A madeira após o corte perde uma quantidade considerável d'água levando à redução de seu peso. Assim, os empreiteiros esperam um determinado tempo para transportar a madeira ao destino final, visando à redução do custo de transporte. Em contrapartida, se a madeira fosse utilizada úmida proporcionaria uma redução no desgaste de equipamentos processadores: picadores, serras, laminadores, etc. Para fins energéticos a madeira necessita estar relativamente seca, o que requer uma secagem prévia ao ar livre, por um determinado tempo, que varia em razão da espécie e condições atmosféricas. Porém, essa madeira ao permanecer empilhada, por um período de secagem maior do que o necessário sofre uma variação dimensional, ocorrendo uma redução no volume aparente da pilha de toretes sob efeito do tempo. Essa acomodação das pilhas, ou seja, redução do volume aparente sob efeito do tempo, é geradora de discussões e dúvidas acerca do fator de correção a ser utilizado na determinação do volume sólido de madeira.

Diante dessa imprecisão, o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normas e Qualidade Industrial), e a SBS (Sociedade Brasileira de Silvicultura) insatisfeitos com a forma utilizada para cubagem de pilhas e sua conversão em madeira maciça e, vice-versa, vem realizando estudos sobre a utilização da unidade de medida estéreo ( $m^{st}$ ), com o objetivo de normalizar para os próximos cinco anos a utilização do método e estabelecer uma estratégia de mudança e melhoria do sistema de medição no País. A portaria técnica visa abolir gradualmente a utilização do estéreo, permitindo seu uso até 31 de dezembro de 2009 (IPF, 1999).

No Brasil, é freqüente a adoção de um fator de cubicação médio, fato que pode acarretar erros grosseiros no cálculo do volume. Num país que consome cerca de 180 milhões de metros cúbicos de madeira por ano, pequenos erros na mensuração podem representar valores significativos diante desse universo. Assim, é oportuno elucidar eventuais distorções de mensuração e ajustar um fator de

correção para madeira empilhada em razão do tempo de depósito a céu aberto e permite conhecer e quantificar as causas da variação dimensional da madeira, otimizar o planejamento, tornando possível reduzir perdas.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo principal determinar o fator de cubicação de *Eucalyptus grandis* e sua variação em toretes de 2,3 metros de comprimento, aqui definidas como longas, e de 1,0 metro de comprimento definidas como curtas, em razão do tempo de exposição ao ar livre, para madeira cortada e empilhada sem casca no inverno e no verão. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) elaborar tabela de conversão do volume de madeira empilhada para volume sólido em razão do tempo de exposição e do comprimento do torete.
- b) comparar os fatores de cubicação obtidos por diferentes métodos, quanto à precisão em razão da cubagem individual;
- c) determinar a variação dimensional dos toretes em decorrência das rachaduras de topo e da perda de umidade ao longo do tempo;
- d) determinar a variação de umidade dos toretes em função da posição na pilha e do tempo de exposição;

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Na década de 70, o consumo de madeira e, conseqüentemente, a devastação de florestas nativas, com o corte desenfreado e inescrupuloso de madeiras nobres chamaram a atenção da população, do governo e, de organizações internacionais. Na ocasião e na década de 80, o governo estimulou através de incentivos fiscais o plantio de eucalipto e pinus, espécies de rápido crescimento e excelente aplicação industrial, na tentativa abastecer a demanda de madeira e reduzir a devastação das florestas nativas. Lima (2005), observou que essa iniciativa deu bons resultados, sendo que, atualmente, o Brasil conta com 4,8 milhões hectares reflorestados, sendo que, 25% dessas áreas encontram-se desvinculadas das indústrias, dando sustentação ao mercado de madeira roliça.

Embora a questão florestal no Brasil ainda seja abordada parcialmente, ora por setores que utilizam a madeira como principal insumo, ora sob a perspectiva ambiental, essa atividade confirma uma importante dimensão econômica. Além de estar entre os dez maiores produtores florestais do mundo, contando com 6,4 milhões de hectares, o País desenvolveu tecnologia avançada para exploração de florestas e para a transformação industrial da madeira, colocando nosso país na liderança mundial na produção de eucalipto apresentando maior incremento e custo inferior ao de importantes concorrentes como Nova Zelândia, África do Sul, Chile e Estados Unidos (Lima, 2005).

No entanto, a utilização de recursos naturais como um bem econômico tem sido realizado com certo desperdício. Em outra época, em conseqüência da relativa facilidade de se obter madeira de diversas espécies e sortimentos, o reflorestamento era praticamente inexistente. Finger (1997) relatava que, mesmo com a escassez eminente de madeira, ainda persiste o hábito do desperdício em muitos locais, seja por ocasião da exploração, do transporte e da industrialização, seja pela falta de planejamento técnico e econômico das atividades de manejo na floresta.

A indústria madeireira está, sabidamente, enfrentando grandes dificuldades por causa da crescente escassez de matéria-prima. A cada ano que passa, os estoques de florestas diminuem em razão do aumento da demanda de produtos de madeira e à base de madeira, sem que ocorra uma reposição nos mesmos níveis, aumentando ainda mais o déficit. A crise mundial no fornecimento de petróleo veio

agravar ainda mais o problema, pois o aumento na procura da madeira como combustível provocou acréscimos substanciais no custo da matéria-prima (Santini 1988).

Nesse contexto, a quantificação da madeira possui um importante papel entre os extremos desse sistema, ou seja, produtor e consumidor. O conhecimento da dimensão volumétrica é importante para o pagamento de operários, para determinação da produção, e o controle da sustentabilidade, para a venda e a manutenção de estoques e para o planejamento operacional. Segundo Andrae (2001), a medição comercial depende do ramo da indústria e da característica de seus produtos, em que variam as dimensões e os costumes praticados no mercado de madeiras. Diante dessa diversificação, há muito tempo, provou-se a necessidade de se criar normas reconhecidas, empregadas na regulação do mercado nacional, facilitando a transparência e a flexibilidade na disposição, objetivando a formação dos preços de mercado.

A matéria-prima nas indústrias de chapas e celulose provém diretamente da floresta, de serrarias, ou da reciclagem. Segundo Andrae (2001) a medição comercial de madeira, nos primeiros dois casos, envolve sortimentos de madeira de comprimento curto, longo ou misto, com ou sem casca, fina até grossa, roliça ou sobras das serrarias e cavacos, exigindo, devido a grande variedade de materiais, o emprego de uma série de medidas, dificilmente comparáveis, e que, muitas vezes, carecem de uma relação íntima com o rendimento. Assim, a medida que a madeira comprida foi sendo aceita pelas indústrias, também o volume sólido se tornou unidade de comercialização, cujo custo de medição, peça por peça, aos poucos se tornou inaceitavelmente caro em relação ao valor da madeira.

A necessidade da disposição de métodos práticos e precisos na conversão de madeira empilhada em madeira maciça para quantificação de volume tem sido objeto de investigação conforme relatam Couto e Bastos (1988); Rezende e Paula Neto (1991); Andrae (2001); Machado e Figueiredo F<sup>o</sup> (2003).

Gatto (2002) em seu estudo sobre a avaliação quantitativa e qualitativa da madeira considerou o fator de cubicação relacionando tanto na qualidade, quanto na quantidade da madeira, uma vez que a tortuosidade dos toretes interfere na qualidade e no volume de madeira sólida. Afirma, ainda, que tortuosidade dos toretes, é característica de cada espécie.



## 2.1 *Eucalyptus* sp.

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Mirtaceae tem ampla distribuição em todo o mundo, nas regiões tropicais e subtropicais por sua pouca exigência aos diferentes tipos de solos e clima (Rizzini, 1981).

Os eucaliptos, com exceção de alguns híbridos, são originários principalmente da Austrália, Tasmânia, Nova Guiné e Indonésia.

Segundo o Serviço Florestal Australiano, eles dominam 95% da área desses países. Stape (1998); Silva (2005) acreditam que o número total de espécies e variedades computadas supere a 670, evidentemente sem considerar o número de híbridos. As espécies de maior interesse para o Brasil se distribuem na costa leste e nas ilhas ao norte da Austrália; sendo estas, em percentagem da área reflorestada com esse gênero no país: o *Eucalyptus grandis* (55%), *Eucalyptus saligna* (17%), *Eucalyptus urophylla* (9%), *Eucalyptus viminalis* (2%), híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (11%) e outras espécies (6%); (Silva 2005).

O *Eucalyptus* sp. é uma árvore amplamente disseminada e conhecida pelos produtores rurais, fato que, segundo Stape (1998), se deve a três fatores básicos: a) quase um século de cultivo no país; b) alta adaptabilidade e elevado potencial de crescimento; e c) multiplicidade de uso nas propriedades agrícolas.

A madeira de *Eucalyptus* de um modo geral é dura, pesada, resistente, com textura fina e baixa estabilidade dimensional (Record, 1949).

O gênero *Eucalyptus* é representado por árvores com alta taxa de crescimento, plasticidade, forma linear do fuste, desrama natural e madeira com variações nas propriedades tecnológicas, adaptadas às mais variadas condições de uso (Oliveira et al. 1981).

Hillis e Brown (1978) observaram que nas últimas décadas houve um significativo aumento nas informações básicas sobre as propriedades dessa madeira devido a sua utilização inicial como lenha e como peça estrutural simples, tanto na forma sólida, como na forma de painéis reconstituídos, exigindo-se, em todas as situações, profundo conhecimento tecnológico.

O Brasil, em função da sua grande extensão territorial, possui clima muito diverso. Esta característica implica em limitação das espécies/subespécies aptas para cada região; porém, segundo Stape (1998), o *Eucalyptus grandis* é uma

espécie rústica e de grande plasticidade, o que lhe permite, uma adaptação a diversas condições de solo e clima.

O reflorestamento com eucalipto também é considerado uma das melhores alternativas em solos empobrecidos pela agricultura intensiva, que acabam sendo destinados para essa atividade porque nada mais se desenvolve neles (Berndt e Moreira, 2005).

O rápido crescimento do *Eucalyptus* sp. em território brasileiro trás consigo o revés conhecido como “tensão de crescimento” que se manifesta por rachaduras quando a madeira é cortada e a tensão é liberada (Tensão, 2005).

Nas serrarias o *Eucalyptus* sp. carrega um estigma negativo, pois suas peças acabadas sofrem empenamentos e outros defeitos indesejáveis, o que é suficiente para desvalorização do produto. Esta madeira apresenta características desfavoráveis às serrarias, tais como: elevada retratibilidade, propensão ao colapso durante a secagem e a presença de tensões de crescimento, que levam a rachaduras e empenamentos (SILVA, 1999, p39).

Contudo, as plantações de *Eucalyptus* sp. são de grande importância econômica, fornecendo dentro de pouco tempo grande quantidade de madeira, especialmente para aquelas indústrias, cuja produção vem sendo consumida em taxas crescentes.

## **2.2 Retratibilidade e secagem da madeira**

A madeira é uma matéria-prima porosa e higroscópica, com capacidade de trocar continuamente água com o meio ambiente, buscando sempre uma condição de equilíbrio de potencial energético (Durló, 1992). O conceito de madeira seca pode oscilar desde teores de umidade entre 15 e 20%, para método ao ar livre (Santini, 1992). Contudo a secagem natural da madeira é um processo que pode ser bastante lento e que depende da sua densidade, porosidade e dimensão da peça (Rezende, 1997).

Quando uma peça de madeira perde água diminuindo sua umidade, além da perda de massa, ela sofre uma diminuição em suas dimensões, denominada de retratibilidade linear e, conseqüentemente, em seu volume, denominado de retratibilidade volumétrica (Rezende 2003). Nesse mesmo sentido, Galvão &

Jankowsky (1985) observaram que as alterações dimensionais da madeira não são isotrópicas, comportando-se diferentemente nas direções longitudinal, radial e tangencial. O processo inverso também acontece quase na mesma proporção, ocorrendo aumento do volume com o aumento da umidade, denominado expansão volumétrica.

Quase todo o produto da madeira tem sua qualidade afetada pela umidade, o controle da qualidade da secagem da madeira até um teor de umidade adequado é um dos fatores mais importantes na sua utilização, mesmo quando a madeira é utilizada como combustível, ou transformada em carvão (Rezende, 1991).

Para Rezende (2003), as variações dimensionais para a madeira processam-se, praticamente, até um valor fixo de umidade, que para a maioria das espécies está em torno de 28%; este valor é denominado ponto de saturação das fibras (PSF). Geraldo & Navajas (1992) concordam que diferentes espécies apresentam ponto de saturação distinto, e afirmam que o PSF pode oscilar entre 20% e 30%.

Segundo Rezende (1991) a madeira para transformação em carvão vegetal, normalmente, é utilizada após um período de secagem ao natural de aproximadamente, noventa dias, Nesse momento, espera-se que a umidade da madeira tenha atingido valores inferiores a 30-40%. Durante a fase de secagem Rezende (1991), afirma que a madeira estará sujeita a várias alterações dimensionais, que começam a surgir a partir da Umidade de Saturação de Fibras (U.S.F.), ponto em que a madeira começa a se contrair.

Se a superfície da madeira atingir muito rapidamente a umidade correspondente à U.S.F., haverá, inevitavelmente, a formação de tensões resultantes da desigualdade das contrações, nas três direções fundamentais da madeira (longitudinal, radial e tangencial), provocadas pelo gradiente de umidade (REZENDE & PAULA NETO, 1991, p.275).

Rezende & Paula Neto (1991); Oliveira (1981) acreditam que as tensões resultantes da desigualdade das contrações provocadas pelo gradiente de umidade excedam o limite de resistência da madeira perpendicularmente às suas fibras, verifica-se o aparecimento de rachas ao longo dos raios da madeira. Logo, concluem que essas tensões de contração irão afetar as dimensões da pilha como um todo e, conseqüentemente, o fator de cubicação.

Remade (2005), por sua vez, afirma que existam várias explicações sobre a causa do aumento da contração da madeira com a variação da temperatura, o que resultaria numa variação dimensional. Apesar da retratibilidade volumétrica expressar a variação total ocorrida na variação higroscópica, as contrações da madeira são, na maioria das vezes, mais importantes e, por serem diferentes, torna a madeira um material anisotrópico (Remade, 2005).

O que ocorre geralmente, em uma peça de madeira, durante a secagem é que, embora algumas regiões já tenham atingido a umidade no limite da estabilidade, outras regiões localizadas no interior da peça, ainda não atingiram esse limite e não começam a retrair. Isto mostra que as retrações para pontos diferentes na madeira não ocorrem simultaneamente (Rezende, 1997). Assim, os gradientes de umidade têm influência considerável na curva de retratibilidade da madeira. Rezende (2003) considera significativa a influência dos gradientes de umidade na curva de retratibilidade da madeira, pois a densidade da madeira está intimamente ligada a sua umidade devido às variações em massa e volume.

A madeira de *Eucalyptus grandis*, oriunda de povoamentos jovens, adquire baixa estabilidade dimensional. Assim, o estudo do comportamento das variações dimensionais dessa espécie é essencial para a sua utilização industrial e as relações existentes entre densidade e umidade, retratibilidade e expansão volumétrica são de fundamental importância para um aproveitamento mais eficiente dessa matéria-prima (Remade, 2005).

Em suma, toda árvore em crescimento contém grande quantidade de água, comumente chamada de seiva que pode variar de 30 até 200%, dependendo da espécie e da posição da amostra considerada na árvore. O alburno, geralmente a parte mais clara da madeira e localizada próxima à casca, apresenta um teor de umidade mais alto que o cerne, porém, mais baixo do que o da medula; existe, também, uma tendência da madeira localizada no topo e na base apresentarem um teor de umidade superior à parte mediana da árvore; em geral, o teor de umidade se apresenta inversamente correlacionado com a densidade (Remade, 2005).

Em algumas espécies de eucalipto, a variação de umidade pode alcançar desde valores muito elevados próximos da medula (80 a 160%), até valores entre 40 a 60%, nas partes mais periféricas de um mesmo tronco. Em estudo

realizado com *Eucalyptus grandis*, Remade (2005) afirma que, a referida espécie apresenta uma variação superior a 80% no teor de umidade inicial em diferentes posições do tronco. A dificuldade de movimentação de água na forma líquida no interior da madeira torna as espécies de eucalipto propícias ao colapso que começa a ocorrer imediatamente após o abate (Remade 2005).

Ferreira *et al.* (1983) constataram a existência de variação no teor de umidade nas diferentes alturas das pilhas de madeira roliça depositada a céu aberto, sendo maior, quanto mais próxima ao solo. Ou seja, A madeira situada na parte superior das pilhas, seca mais rapidamente quando comparada à madeira das posições inferiores. As maiores tachas de secagem foram verificadas uma semana após o abate e a partir da 21<sup>a</sup> semana esses valores tendem à estabilidade.

A relação perda d'água e contração da madeira de eucalipto também foi observada no pátio da indústria de celulose por Fernandes *et al.* (1983), que concluíram a ocorrência de contração volumétrica a partir do primeiro mês de estoque. Essa redução é crescente em razão do teor de umidade, nos diferentes níveis da pilha.

De acordo com Galvão & Jankowsky (1985); Santini (1992) o conhecimento do comportamento da secagem da madeira, ou seja, a perda de água reduz de maneira significativa o custo de transporte. Isso se reflete no custo final da madeira.

### **2.3 Fator de conversão**

O empilhamento de toretes de madeira e a deposição deste material a céu aberto são uma realidade em nosso processo de produção industrial, seja para confecção de painéis, extração de celulose, laminação, serrarias, energia calorífica (indústria cerâmica, padarias, carvão), em fim, para as mais diversas atividades do setor a madeira cortada em toretes é depositada empilhada a céu aberto. Assim, obter dados precisos sobre fator de cubicação e seu comportamento sobre o efeito do tempo poderá auxiliar na redução de perda de material no momento da conversão de metro estere para metro cúbico e vice-versa.

Por meio de observações a campo pode-se constatar que as pilhas de madeira recém cortada, com o passar do tempo sofrem redução de altura, com diminuição de 10 % a 20 % conforme altura de empilhamento. Este fato deve-se a retratibilidade, plasticidade e propriedades físico-químicas que somente a madeira possui; assim o estudo destes fatores pode contribuir para redução do desperdício de madeira causado por desajuste de mensuração.

O fator de cubicação e o fator de empilhamento são utilizados como fator de conversão para transformar volume de madeira empilhada ( $m^{st}$ ) em volume rigoroso ( $m^3$ ) e vice-versa. O fator de cubicação ( $F_C$ ) também pode ser interpretado como um fator de forma para a pilha, pois reduz o volume aparente para o volume sólido (Finger 1992).

Muitas vezes a madeira é comercializada em toretes empilhados, sendo seu volume expresso em metro estere ( $m^{st}$ ) que representa o volume aparente de madeira contido em uma pilha com as dimensões 1,0 m de largura, 1,0 m de altura e 1,0 m de profundidade. Para determinar o volume sólido existente em um metro estere é necessário calcular um fator de cubicação ou de conversão. Este fator é variável de acordo com a espécie, classe de diâmetro, tortuosidade e comprimento dos toretes. Assim, encontra-se na Tabela 1, fatores de cubicação para *Eucalyptus spp.* distribuídos por classe de diâmetro onde o valor médio para o fator de cubicação é igual 0,65 (Finger, 1992).

Tabela 1-  $F_C$  para *Eucalyptus sp.*

Classe de dap	$F_C$
05 – 09,9	0,52
10 – 14,9	0,61
15 – 19,9	0,66
20 – 24,9	0,71
25 – 29,9	0,71
30 – 35,0	0,71

Fonte: Fundamentos de Biometria (Finger, 1992)

Conforme Machado & Figueiredo F<sup>o</sup> (2003) no Brasil é freqüente a adoção de um fator de cubicação médio, evitando-se a realização de uma amostragem específica para o local, que pode acarretar erros grosseiros no volume sólido estimado.

Várias características das árvores e povoamentos afetam o fator de empilhamento e o de cubicação, dentre as quais, destacam-se o diâmetro, o comprimento, a espessura de casca, a forma de empilhamento, a espécie, o espaçamento, a idade da árvore, o sítio, etc. Portanto, há necessidade de calcular-se fatores para os vários estratos homogêneos de uma floresta (Couto & Bastos, 1988).

Paula Neto et al. (1993) conduziram estudos sobre fator de empilhamento, ou seja, buscando determinar o volume empilhado a partir do volume de árvores ainda em pé de diferentes classes de diâmetro para *Eucalyptus grandis*, observaram que o fator de empilhamento diminui das menores para as maiores classes. Isto é, nas classes inferiores há necessidade de uma maior quantidade de esteres para ter-se um metro cúbico. Assim, concluíram que não se deve utilizar um fator de empilhamento médio, uma vez que esse fator varia por classe de DAP, e que o fator de empilhamento médio obtido para todas as densidades estudadas, independentemente das classes de DAP e de toretes, foi igual a 1,3324, o que difere daqueles normalmente utilizados na prática (1,43), acarretando um erro de 10%.

Andrae (2001) em seu estudo sobre método de medição de madeira e quantificação do volume e sortimentos na indústria florestal, vinculando este à produção da floresta e a quantidade transformada na indústria constatou que, quase exclusivamente, é usada a dimensão estéreo para madeiras de 1 a 2 m de comprimento, sendo essa medida também adotada para quantificação de cavacos e outros sortimentos. Devido a isto adotou-se os comprimentos dos toretes de 1 e 2,3 m, sendo os toretes de 2,3 m em decorrência a largura da carroceria dos caminhões que transportam toretes.

Os fatores de conversão variam, não somente para os sortimentos, como também com a procedência da madeira, do tipo de viatura usada no transporte, do modo do carregamento e da distância do transporte. Afirma, ainda, que a fixação de fatores médios de conversão para medição comercial dos diferentes sortimentos se baseia na experiência das indústrias e em resultados de investigações.

No mesmo estudo, Andrae (2001), analisou dezenas de cargas de madeira roliça de pinus, relativamente homogêneas, e de mesma idade concluindo que toda a madeira de 1m de comprimento mostrou uma variação simples de  $\pm 11\%$ , entre as cargas. E para madeira de *Picea* sp., de comprimentos mistos de 2 a 6m foi observada uma variação  $\pm 7,2\%$  no fator de conversão volume sólido/estéreo.

Gatto (2002) considerou o fator de conversão de volume da madeira como um critério de qualidade sendo esse um dispositivo para quantificar o material com maior precisão, para conhecer o consumo, o rendimento energético como também, para facilitar e/ou padronizar a comercialização. Devido a isto, no momento da comercialização da madeira ocorre uma subestimativa da ordem de 7%, em média, quando a pilha não é mensurada corretamente, acarretando perda para o agricultor. Em estudos realizados na região da Quarta Colônia de imigração italiana, próximo a Santa Maria, encontrou o fator de conversão ( $m^{st}/m^3$ ) de 0,61 para o gênero *Eucalyptus*, diferente do fator médio encontrado por Finger (1992) para a mesma situação, ou seja, 0,67.

Estudos realizados por Rezende & Paula Neto (1991) sobre a variação do fator de conversão em função do tempo de secagem ao ar livre para *Eucalyptus grandis* mostrava haver redução da ordem de (6,5%) no volume sólido à medida que aumentava o número de dias de secagem. Entretanto, quando observaram o volume aparente (estere), constataram um aumento (8,4 a 12%).

Conforme os autores as causas decorrem de: ...no caso do volume estere, obtido a partir das faces da pilha, pode-se afirmar que seu aumento médio em função do tempo de secagem é devido, entre outros fatores, às rachaduras nas extremidades dos toros, uma vez que as alturas foram observadas nas extremidades dos toros... (Rezende & Paula Neto, 1991, p.278.).

No entanto, observações a campo, sem caráter científico, nos leva a acreditar que para a espécie em estudo (*Eucalyptus grandis*) ocorra uma diminuição tanto no volume aparente como no volume sólido de madeira empilhada para secagem a céu aberto. Porém, a magnitude da variação dimensional dos volumes: aparente e sólido irá se refletir no fator de cubicação obtido no decorrer do período de secagem, até a possível estabilização.

Rezende & Paula Neto (1991) afirmam que os fatores de empilhamento variam à medida que aumenta o tempo de secagem dos toretes nas pilhas, e, portanto, recomendam que, para se chegar a um fator de empilhamento constante na espécie em estudo, a madeira deverá ficar exposta ao tempo por um período superior a 75 dias.



## 2.4 Biodeterioração da madeira

A madeira não apresenta vida e, portanto, está sujeita a decomposição ou deterioração. Assim, Santini (1988) relaciona este fenômeno a ação de agentes biológicos (fungos, bactérias, insetos, etc.), físicos (umidade, calor, etc.), mecânicos (rachaduras) e químicos.

A madeira exposta às intempéries sofre a influência das variações de temperatura, de precipitações pluviométricas, de substâncias químicas presentes no meio e de organismos xilófagos. Porém, dos agentes deterioradores, os biológicos são os de maior importância (Santini, 1988). Nesse sentido, Hoffman et al. (2005) consideram os fungos como os principais inimigos da madeira, sendo que esses interagem com seu principal componente, ou seja, a celulose.

Contudo, Rech (2001) considera o apodrecimento não ser o mais grave problema na biodeterioração da madeira de eucalipto, uma vez que um grande número de espécies produz madeiras de elevada durabilidade natural. Através de ensaio de laboratório expôs madeira seca de sete espécies de *Eucalyptus* a cupim de madeira e concluiu que as madeiras de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus tereticornis*, e *Eucalyptus pilularis*, o desgaste foi caracterizado como moderado, tendendo a acentuado. Por sua vez nas espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus paniculata* e *Eucalyptus cloeziana*, o desgaste foi considerado de superficial a moderado.

Não obstante, para Demarzo & Sgai (2005) existem também madeiras de várias espécies florestais com substâncias tóxicas impregnadas naturalmente pela árvore. A impregnação natural destas substâncias na madeira, normalmente é a responsável pela transformação da madeira do lenho juvenil/alburno em madeira de cerne, com certa durabilidade, que “resistência natural da madeira”. A madeira apresenta três componentes celulares principais: celulose, hemicelulose e lignina. Em menores quantidades, estão presentes materiais nitrogenosos, pectina, amido, açúcares, proteínas, etc. Estes componentes atraem diversos organismos capazes de utilizá-los como fonte de energia, provocando alterações indesejáveis.

Segundo Santini (1988), os fungos constituem os principais inimigos da madeira, especialmente aqueles que se alimentam das substâncias que compõem a

parede celular. Os diversos grupos de fungos xilófagos podem utilizar a celulose, hemicelulose e lignina, que juntos constituem cerca de 95% da madeira.

A presença de fungos apodrecedores na madeira segundo Hoffman et al. (2005) está relacionado a vários fatores como: espécie da madeira, umidade da madeira, temperatura e umidade do ar, entre outros.

Os fungos apodrecedores são os mais prejudiciais à madeira por sintetizarem seus nutrientes a partir das paredes celulares. As hifas produzem enzimas que desintegram a parede celular e catalisam os produtos de degradação, transformando-os em substâncias solúveis que podem ser assimiladas e digeridas pelo fungo (Santini, 1988).

De uma maneira geral, Santini (1988) atribui ao ataque de fungos efeitos indesejáveis, tais como: alteração da composição química; redução da resistência; diminuição do peso; aumento da permeabilidade. Tais efeitos individualmente ou associados poderão interagir com as variáveis analisadas no presente estudo do comportamento da secagem e de sua contribuição sobre o fator de cubicação. Seja na resistência mecânica do material estudado, seja na troca de umidade com o ambiente, seja como fonte de energia calorífica ou até mesmo nas relações comerciais de compra e venda.

## **2.5 Coeficiente de variação**

O coeficiente de variação (CV) é uma medida de dispersão que permite quantificar o grau de variabilidade dos valores de uma amostra de dados em torno de sua média.

O coeficiente de variação é uma medida adimensional, e nada mais é, que o desvio padrão expresso em percentagem da média. Segundo Garcia et al. (2002) o CV permite comparar melhor a dispersão dos dados, por ser medida relativa, que considera a grandeza daquilo que se estima.

Finger (1992), por sua vez, afirma que “o coeficiente de variação é uma medida de variabilidade relativa, usado para comparar duas ou mais distribuições”.

Gomes (1990) afirma que o CV dá uma idéia de precisão do experimento. Experimentos em condições bem controladas, como os de laboratório ou de casa-de-vegetação, geralmente dão coeficientes de variação bem baixos. Mas não é

regra geral (Garcia et al. 2002). No entanto, esta medida tem sido alvo de discussões quanto ao critério de sua classificação. Por isto, Garcia (1989) utilizou para experimentos florestais, critério baseado no quanto o desvio-padrão se distanciou da média. Os limites de precisão adotados por Garcia (1989) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Limites da precisão sugeridos por Garcia (1989)

Limites	Precisão
$[\leq (\hat{m}-1S)]$	baixo
$[(\hat{m}-1S) < CV \leq (\hat{m}+1S)]$	médio
$[(\hat{m}-2S) < CV \leq (\hat{m}+2S)]$	alto
$[> (\hat{m}+2S)]$	muito alto

onde:  $\hat{m}$  = estimativa da média S=desvio padrão e CV=coeficiente de variação.

Devido a isto, num outro momento, adotou outro critério de classificação na interpretação da precisão do experimento, quando avaliado pelo coeficiente de variação. Isto é, Pimentel-Gomes & Garcia (2002) consideram o CV: baixos, se inferiores a 10%; médios, quando de 10 a 20%; altos, quando de 20 a 30%; e muito altos, acima de 30%.

## 2.6 Experimento fatorial

Um experimento é denominado “fatorial” quando duas ou mais séries de tratamentos (fatores) são estudadas simultaneamente no mesmo experimento. Os tratamentos que compõem cada fator são chamados níveis do fator e as combinações entre os níveis dos fatores formam os tratamentos do experimento fatorial.

Assim, segundo Stork et al. (2004), os níveis dos fatores são combinados entre si para formar uma relação de tratamentos a serem avaliados num mesmo experimento conduzido de acordo com um delineamento experimental, adequado às condições de uniformidade das unidades experimentais.

Aumentando o número de níveis de algum fator ou de todos os fatores aumenta o número de tratamentos. Por isso é usada apenas uma parte

critérios escolhida das combinações, formando fatoriais incompletos. Esta técnica visa a redução do erro experimental (Stork et al. 2004).

Segundo Stork et al. (2004), o efeito principal de um fator é sempre uma comparação entre as médias daquele fator. A interação, por sua vez, é o efeito atribuído a uma combinação entre os níveis de dois fatores e que não é explicada pelos efeitos principais destes dois fatores.

De modo geral, a interação pode ser entendida como uma mudança no comportamento dos níveis de um fator quando varia os níveis do outro fator.

## **2.7 Análise da correlação**

Através do coeficiente de correlação amostral também foi possível observar a intensidade com que se manifesta uma associação linear entre duas variáveis X e Y, sendo esse um número adimensional, que varia entre  $-1$  e  $1$ . Um valor de "r" ou " $\rho$ " próximo a unidade positiva ou negativa significa grande concentração de pontos em torno de uma reta imaginária, considerando valor de forte correlação positiva ou negativa. Um valor próximo a zero significa maior dispersão dos pontos em relação a esta reta e é considerado um valor de fraca correlação positiva ou negativa. Valores positivos indicam a tendência de uma variável aumentar quando a outra aumenta. Quando esse valor é negativo, os valores altos de uma variável estão associados a valores baixos da outra (Ribeiro Junior, 2004).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização do local de estudo

O experimento foi instalado no Campus da UFSM junto ao Biotério Central em Santa Maria – Rio Grande do Sul. Trata-se de uma área de campo aberto, plana e sem obstáculos próximos, que impeçam a livre circulação do vento e a incidência dos raios solares (Figura 1).



Figura 1- Reprodução fotográfica da área do experimento.

O clima é classificado conforme Köppen como subtropical do tipo Cfa. com chuvas distribuídas regularmente durante todo ano (Kegler & Sartori, 2002). A precipitação média anual é de 1.708mm e a temperatura média anual é de 19°C.

As condições atmosféricas fazem parte do processo de modelagem, pois exercem influência no comportamento do material estudado, uma vez que a madeira é um material higroscópico. Os dados referentes às condições atmosféricas no período das observações foram oriundos da Estação Agro-meteorológica localizada na UFSM, próximo ao local de estudo.

As variáveis do clima foram analisadas em duas situações. Numa delas analisou-se estatisticamente as médias aritméticas das condições atmosféricas dos seis dias anteriores a cada observação mensal e numa outra situação analisou-se as médias dos dez dias retroativos às observações.

Assim, as variáveis atmosféricas consideradas foram: temperatura máxima diária, temperatura mínima diária, temperatura média diária, amplitude térmica diária,

umidade relativa do ar às 15 horas, umidade relativa do ar média diária, déficit de saturação de vapor médio diário, precipitação diária, evaporação diária no evaporímetro de Piche (capacidade evaporativa do ar), insolação diária, velocidade do vento média diária, radiação extraterrestre ou radiação solar no topo da atmosfera, radiação solar global incidente na superfície e evapotranspiração de referência (ou potencial) diária estimada pelo método de Penman-Monteith. Os valores das variáveis analisadas para o dado momento encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

### **3.2 Instalação do experimento**

As árvores foram abatidas de uma floresta de *Eucalyptus grandis*, com onze anos de idade, localizada na área nova da UFSM, contíguo a entrada de acesso à torre da Rádio Universidade, sendo as coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) ao Norte 237456,269201m e a Leste 6708494,147066m, com origem da kilometragem UTM: “Equador e Meridiano 51°West.Gr.” acrescido das constantes: 10.000km e 500km, respectivamente. Datum vertical: Marégrafo de Torres. Datum Horizontal: Córrego Alegre – Minas Gerais.

As árvores foram abatidas e seccionadas com uso de motosserra e descascadas manualmente logo após o abate. O abate ocorreu em dois momentos etapas, um no inverno e outro no verão, poucos dias antecedentes aos respectivos empilhamentos. Concluída essa etapa, realizou-se o transporte dos toretes para as mensurações e instalação do experimento. Optou-se por toretes de 2,30m e 1 metro na dimensão comprimento (profundidade da pilha), por estas representarem as dimensões de maior uso no Rio Grande do Sul.

Para o transporte dos toretes utilizou-se caminhão de caçamba aberta e foi executado logo após a retirada da casca. Os toretes seccionados foram carregados manualmente e transportados ao local do experimento.

A distribuição espacial das unidades amostrais (UAs) foram efetuadas através de sorteio segundo orientação norte-sul no empilhamento e orientação leste-oeste no sentido longitudinal dos toretes longos (segmento de tronco com 2,3m de comprimento) e toretes curtos (segmento de tronco com 1m. de comprimento), sendo que a maior ventilação, ou seja, circulação do ar entre os toretes também ocorra nessa direção.

Tabela 3- Condições atmosféricas médias tomadas seis dias retroativo as medições a campo.

Mês	Tmax	Tmin	Ta m	Ampl.T	UR 15h	URm	Prec	Piche	INSL	Vento	Ko	Rg	ETo-Penman-Monteith
7	19	08,6	12,79	10,0	61	80,6	0,0	3,0	6,4	90,2	489,5	238,4	0,72
8	23	10,1	15,44	13,0	58	79,2	0,0	2,2	6,3	32,7	646,7	293,7	1,16
9	24	14,3	18,53	09,3	80	87,7	0,3	1,9	3,9	51,3	800,4	271,2	1,61
10	27	10,4	18,56	16,8	37	62,3	0,2	4,8	9,1	51,2	949,0	481,5	2,68
11	32	18,3	24,44	13,5	49	68,4	0,0	3,0	5,1	50,1	1034,0	366,2	2,90
12	31	16,5	24,13	14,4	40	58,4	0,1	4,4	10,3	57,4	1061,1	537,5	3,73
1	32	18,7	25,28	13,3	45	60,5	0,0	3,65	7,5	82,6	1015,1	446,3	3,52
2	33	20,8	26,18	12,4	46	67,9	0,0	4,6	7,0	87,0	923,8	400,9	3,00
3	30	17,8	22,95	12,5	55	73,8	0,7	3,9	6,4	64,8	767,3	340,0	2,31
4	21	10,7	14,82	10,3	62	82,3	4,9	1,5	5,4	32,7	596,7	251,1	1,39
5	22	9,8	14,77	12,2	65	83,8	0,5	1,9	7,3	39,6	485,3	256,9	1,08
6	21	13,5	16,82	7,3	79	87,9	4,8	1,6	2,1	42,4	450,0	143,8	1,05

Fonte- dados processados pelo Departamento de Fitotecnia/Setor de Climatologia Agrícola/UFSM

Tabela 4- Condições atmosféricas médias tomadas dez dias retroativo as medições a campo.

Mês	Tmax	Tmin	Ta m	Ampl.T	UR 15h	URm	Prec	Piche	INSL	Vento	Ko	Rg	ETo-Penman-Monteith
7	18	9,4	12,77	8,9	65,3	81,2	1,9	2,4	5,4	80,4	484,3	213,7	0,68
8	20	8,1	13,14	12,11	61,2	81,7	0,6	1,8	6,0	30,2	636,6	279,5	1,01
9	25	15,3	19,51	9,96	78,9	86,7	6,7	2,0	2,3	58,6	789,9	220,3	1,53
10	27	11,9	19,14	14,9	48,3	65,3	1,6	4,4	8,8	60,8	941,0	468,4	2,76
11	28	15,8	22,46	13,86	46,1	65,2	0,0	4,1	7,8	58,2	1029,8	452,5	3,12
12	30	16,5	23,17	13,12	43,3	59,72	0,0	4,3	10,5	71,2	1061,3	543,3	3,72
1	32	16,8	23,77	14,98	38,6	58,87	0,0	6,1	11,9	62,3	1031,4	572,3	3,81
2	33	20,5	25,96	12,55	48,2	68,37	0,0	4,6	7,6	77,2	932,2	423,2	3,18
3	30	17,3	22,44	12,74	58,3	76,37	1,7	3,6	5,8	64,0	778,2	325,8	2,22
4	22	11,4	15,79	10,70	63,7	83,9	3,0	1,6	5,2	31,8	606,6	249,7	1,46
5	21	9,5	13,95	11,22	62	80,60	3,1	2,0	6,8	38,6	491,0	248,3	1,03
6	19	11,4	14,21	7,45	75	87,45	3,0	1,3	3,8	38,9	449,62	177,9	0,90

Fonte- dados processados pelo Departamento de Fitotecnia/Setor de Climatologia Agrícola/UFSM

Foram confeccionadas doze pilhas com um total de 1866 toretes, sendo seis pilhas com, aproximadamente, 2,0 metros de altura x 3,00 metros de largura x 2,30 metros de profundidade (aqui denominado toretes longos); e outras seis pilhas com, aproximadamente, 2,0 metros de altura x 3,00 metros de largura x 1,00 metro de profundidade (aqui denominada toretes curtos) em doze unidades amostrais, totalizando 115,4298 metros esteres (m<sup>st</sup>), conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5- Dimensão das pilhas no momento da instalação do experimento.

UA	Verão		
	Comprimento do torete (m)	Volume. aparente (m <sup>st</sup> )	Volume rigoroso (m <sup>3</sup> )
TL I	2,30	12,11	7,72
TL II	2,30	11,73	7,47
TL III	2,30	14,89	9,23
TC I	1,00	5,95	3,63
TC II	1,00	5,08	3,63
TC III	1,00	5,66	4,19
Sub-Total	-	55,42	35,88
UA	Inverno		
	Comprimento do torete (m)	Volume. aparente (m <sup>st</sup> )	Volume rigoroso (m <sup>3</sup> )
TL I	2,30	14,22	8,91
TL II	2,30	12,17	7,93
TL III	2,30	15,69	8,68
TC I	1,00	5,50	4,08
TC II	1,00	6,26	4,32
TC III	1,00	6,14	4,22
Sub-Total	-	60,01	38,14
Total	-	115,43	74,03

Onde: UA- unidade amostral; TL- torete longo; e TC- torete curto

A instalação do experimento ocorreu em dois períodos distintos, um no início do inverno e outro no início do verão, sendo instalado três UAs com toretes curtos e três UAs com toretes longos em cada estação, ou seja, inverno e verão. O primeiro experimento foi instalado no mês de julho de 2004, com seis unidades amostrais de inverno e o segundo experimento no mês de janeiro de 2005 com a instalação de mais seis unidades amostrais de verão.

Na ocasião do abate também foram produzidos 48 varas de *Eucalyptus grandis*, com 3,00m de comprimento por 12cm de diâmetro, aproximadamente, as quais foram utilizadas como escoras laterais para conter as pilhas. Estas varas tiveram uma extremidade de 45cm enterrada, no solo e a outra extremidade



amarrada na parte superior com arame, de modo a evitar a mobilidade lateral dos toretes que compõem a pilha.

As Figuras 2 e 3 ilustram as pilhas com as dimensões 1,00m x 3,00m x 2,00m e 2,30 x 3,00 x 2,00 m, respectivamente. Na base das unidades experimentais foram dispostas transversalmente aos toretes 2 varas de, aproximadamente, 15 cm de diâmetro por 3,00 m de comprimento, totalizando 24 varas nas 12 pilhas, tendo essas a função de isolar a madeira do solo reduzindo-se assim o efeito da umidade do solo.

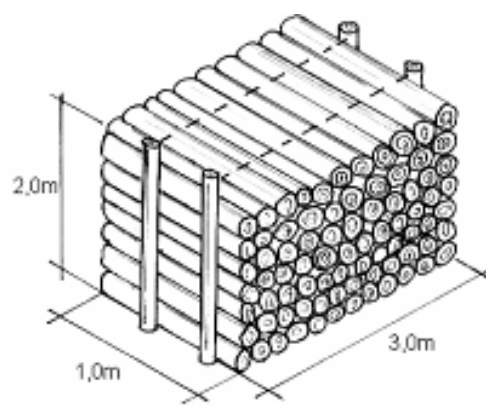


Figura 2: Desenho esquemático de uma pilha com toretes curtos

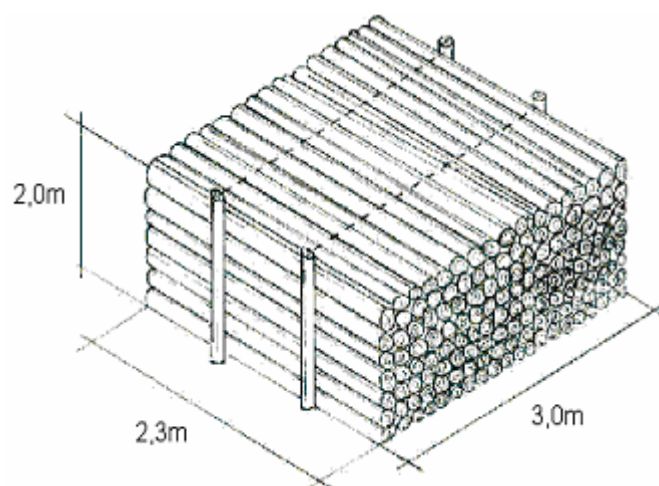


Figura 3: Desenho esquemático de uma pilha com toretes longos

### 3.3 Determinação do fator de conversão

O fator de cubicação do presente estudo foi calculado pelo uso dos métodos conhecidos por razão de volumes e por técnica de relascopia, este também conhecido como método da contagem angular.

#### 3.3.1 Método da razão de volumes

Após a confecção da pilha e a determinação do volume a madeira roliça empilhada tem seu volume em metros esteres ( $m^{st}$ ), representando o volume aparente da madeira ( $V_a$ ) como resultado do produto de suas dimensões: altura, largura e profundidade. O volume real ( $V_r$ ) foi determinado pela cubagem individual de todos os toretes da pilha somadas.

Desta forma, após a confecção das pilhas, foram tomadas as medidas individuais dos toretes para determinação do  $V_r$ , ou seja, comprimento, e diâmetro das duas extremidades. O cálculo para determinação rigorosa de volume foi realizado pelo método Smalian, equação 1:

$$V_{Tora} = \frac{(g_i + g_{i+1})}{2} \cdot l_1 \quad (1)$$

Onde:  $V_{tora}$  - volume da tora;  $g_i$  - área basal da extremidade;  $g_{i+1}$  - área basal da outra extremidade;  $l_1$  - comprimento da tora.

A área basal foi calculada pela equação 1.1.

$$g = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (1.1)$$

Onde:  $g$  - área da secção transversal em  $m^2$ ;  $d$  - diâmetro da extremidade do torete.

As medidas de volume aparente e volume rigoroso foram tomadas nos toretes longos e nos curtos com o uso de uma trena e de uma suta de alumínio, respectivamente, por um período de seis meses para cada uma das unidades amostrais instaladas nos dois diferentes períodos, início do verão e início do inverno. Assim, mensalmente foram tomados os diâmetros nas duas extremidades de cada um dos toretes das pilhas sem remove-los da mesma.

No volume aparente as dimensões altura e largura da pilha de madeira foram resultado de médias aritméticas de medidas tomados em três posições para em

cada uma das faces onde aparecem as extremidades dos toretes das pilhas de madeira.

O fator de cubicação ( $F_c$ ) usado na conversão de volume de madeira empilhada em volume de madeira maciça foi obtido pela razão entre o volume real e o volume aparente (equação 2). Por sua vez, o fator de empilhamento ( $F_e$ ) usado na conversão de volume de madeira maciça em volume aparente de madeira empilhada foi obtido pela razão entre o volume aparente e o volume real (equação 2.1).

$$F_c = V_r/V_a \quad (2)$$

$$F_e = V_a/V_r \quad (2.1)$$

Onde:  $F_c$  - fator de cubicação;  $F_e$  - fator de empilhamento;  $V_r$  - volume real ( $m^3$ );  $V_a$  - volume aparente ( $m^{st}$ ).

### 3.3.2 Método de contagem angular

Logo após a confecção da pilha também teve início a obtenção do fator de cubicação ( $F_c$ ) pelo método da relascopia. Esse procedimento ocorreu mensalmente, para cada uma das unidades amostrais durante um período de seis meses nos experimentos instalados no inverno e verão. Totalizando doze meses de observações.

A técnica utilizada baseou-se no princípio da “Amostra de Contagem Angular” (ACA), aqui apresentada nas equações 3.1 e 3.2 onde através da constante “K” e o número de toretes selecionados na amostragem foi obtido o fator de cubicação.

$$K = \text{sen}^2 \alpha / 2 \quad (3.1)$$

$$\text{sen}^2 \alpha / 2 = (0,5 \cdot d)/(3 \cdot d) = 0,16666^2 \quad (3.2)$$

$$K = \text{sen}^2 \alpha / 2 = 0,16666^2 = 0,027777 \quad (3.3)$$

A amostra por contagem angular foi feita com auxílio de gabarito confeccionado em arame galvanizado de 3,5mm de espessura. O princípio de

construção do gabarito é em função da amplitude dos diâmetros, este construído com base de cálculo no maior diâmetro das pilhas de madeira (UA).

Assim, para a construção do gabarito de contagem angular tomou-se um círculo correspondente ao maior diâmetro da pilha de madeira ( $d$ ), em seu centro (A) passou uma reta (AB) de comprimento igual a três vezes o valor do diâmetro ( $3d$ ), a partir da qual traçou-se duas tangentes em direção ao círculo definindo os limites do gabarito formando um ângulo ( $\alpha$ ), conforme mostra a Figura 4.

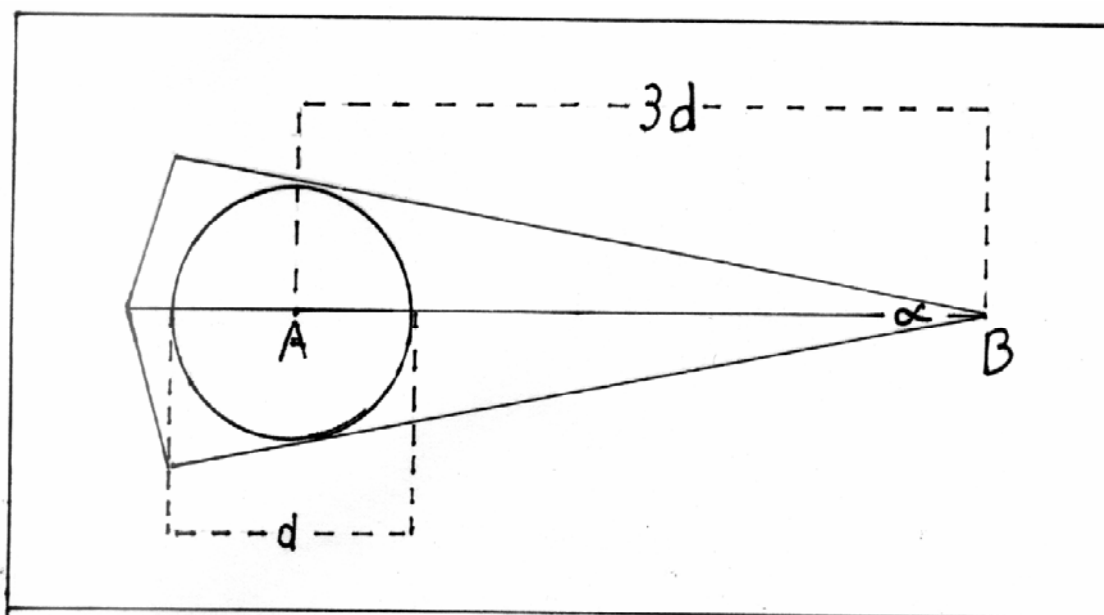


Figura 4 – Representação do gabarito de contagem angular.

Em virtude das pilhas conterem diferentes diâmetros nas extremidades dos toretes, e para aumentar a precisão, foram confeccionados um gabarito para cada pilha, ou seja, doze gabaritos foram utilizados.

A amostragem foi realizada sobrepondo o gabarito sobre as seções dos toretes em cinco diferentes pontos da pilha, instalados de maneira aleatória mas observando que nessa ou naquela posição permitisse um giro de  $360^\circ$  ao redor de seu eixo. Com um giro de  $360^\circ$  realizou-se a contagem dos toretes cujas extremidades apresentaram-se maior que esse gabarito e em seguida calculou-se a média aritmética das cinco repetições desse procedimento executado em cada pilha.

O Fc foi obtido pelo produto da média do número de toretes selecionados na contagem e a constante "K" (equação 3.3).

Assim, o fator de cubicação (equação 3.4) obtido por contagem angular é igual a média do número de toretes selecionados em cinco posições para cada unidade amostral e a constante K que assume o valor 0,02777 (equação 3.3).

$$F_c = N \times K \quad (3.4)$$

Onde:  $F_c$  = fator de cubicação;  $N$  = média amostrada na contagem angular;  $K$  = constante 0,02777.

### 3.4 Controle do erro amostral

O controle do erro amostral foi realizado determinando o número de observações para manter o erro amostral num nível de significância estabelecido em  $\leq 1\%$ . Uma vez que a intensidade amostral é o número de observações necessárias para obter um valor confiável na estimativa do fator de cubicação as equações 4 e 4.1 possibilitaram conhecer essa magnitude.

$$E\% = (S_{\bar{x}} \cdot t \cdot 100) / \bar{x} \quad (4)$$

$$N = \frac{t^2 \cdot CV^2}{E^2} \quad (4.1)$$

Onde:  $E\%$  = erro de amostragem;  $S_{\bar{x}}$  = erro padrão da média;  $F_c$  obtido por razão de volumes = 0,0421;  $F_c$  obtido por contagem angular = 0,0862;  $t$  = valor de “t” tabelado para (n-1) graus de liberdade ( $\alpha 1\% = 2,57$ );  $\bar{x}$  = média da variável aleatória;  $F_c$  obtido por razão de volumes = 0,6943;  $F_c$  obtido por contagem angular = 0,6613;  $N$  = número de repetições para erro  $\leq 1\%$ ;  $CV$  = coeficiente de variação;  $F_c$  obtido por razão de volumes = 7,9%;  $F_c$  obtido por contagem angular = 12,6%

O resultado da equação 4 como uma análise prévia para o estudo do fator de cubicação ( $F_c$ ) obtido por razão de volumes foi um erro de amostragem igual 15,55%, com isto o número de repetições necessárias na composição da média, para cada unidade amostral (UA) foi de 1,7 repetições, arredondou-se para duas repetições por UA.

Dessa maneira, na composição da média, foram realizadas duas leituras de volume rigoroso para o método de razão de volumes. Uma leitura para cada lado da pilha. Na obtenção do volume aparente, por sua vez, as dimensões altura e largura da pilha de madeira foram resultado de médias aritméticas obtidas em três posições, em cada uma das faces.

O erro de amostragem (E), calculado pela equação 4, para o Fc obtido por contagem angular foi de 33,5%. Com isso o número necessário de amostras (N) para obter o Fc por contagem angular é de 0,93 amostras por UA, arredondou-se para um. Isto significa que seriam necessários um procedimento de contagem angular para obter erro  $\leq 1\%$ .

Desta maneira foi possível determinar a intensidade amostral mínima para o controle do erro amostral. Contudo, no presente estudo, optou-se pela utilização de cinco amostras para composição da média do Fc obtido por contagem angular para cada unidade amostral, resultando em maior precisão das médias do Fc.

### 3.5 Rachaduras de topo

As rachaduras foram quantificadas por amostragem em pontos obtidos por sorteio, em diferentes posições da pilha. Devidamente etiquetados 36 pontos amostrais foram medidos nas duas extremidades dos toretes.

As aberturas das rachaduras de topo foram medidas, na circunferência dos toretes, com paquímetro de precisão na região periférica das extremidades de cada tora. Nesse mesmo momento o perímetro das extremidades também foi medido com fita métrica em fibra de vidro, com precisão de um milímetro.

No valor obtido das rachaduras foi considerado o percentual de contribuição dessas no perímetro da extremidade da tora (amostra). Assim, obteve-se o percentual das rachaduras para análise de sua contribuição no volume e no fator de conversão pela expressão:

$$Cr = \frac{\sum r}{C} \times 100 \quad (5)$$

Onde: Cr = contribuição das rachaduras de topo em percentagem; C = circunferência da extremidade do torete;  $\sum r$  = somatório das rachadura na extremidade do torete.

### 3.6 Teor de umidade

No acompanhamento da secagem dos toretes tomou-se como unidade de medida o percentual de umidade da madeira, comparando sua variação num período de cento e oitenta dias. Também foi avaliada a variação de comprimento da tora em diferentes posições na pilha, tomando-se como amostra toretes eleitos de maneira aleatória em três estratos na pilha. Para isso dividiu-se a pilha em três estratos: a) superior, b) médio e c) inferior, tendo sido realizado o sorteio de 12 toretes dentro de cada estrato, totalizando 36 amostras, para a tomada de observações.

#### 3.6.1 Teor de umidade inicial

Inicialmente obteve-se o teor de umidade da madeira no momento do abate, onde retirou-se com motosserra Huskvarna segmentos de discos com, aproximadamente, 5 cm de espessura das duas extremidades de cada uma dos 36 toretes selecionados (unidade de amostra). Em seguida as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Tecnologia da Madeira da UFSM e pesadas com balança de precisão. Após a determinação das médias da massa úmida as unidades de amostra foram encaminhadas à secagem em estufa a 50°C. Vinte e quatro horas após o início da secagem elevou-se a temperatura a 105°C por, aproximadamente, cinco dias até atingir peso constante. O teor de umidade inicial foi calculado com a equação (6):

$$TU_i = \frac{P_u - P_s}{P_s} \cdot 100 \quad (6)$$

Onde TU<sub>i</sub>= teor de umidade inicial (%); P<sub>u</sub>= massa úmida; P<sub>s</sub>= massa seca.

#### 3.6.2 Variação do teor de umidade em função do tempo de exposição ao ar

Para determinação da variação do teor de umidade das amostras distribuídas em diferentes posições das pilhas num período de cento e oitenta dias no experimento instalado no inverno e no verão, realizou-se a pesagem a campo dos toretes selecionados.

As amostras foram pesadas com balança e seu valor expresso em kilogramas (kg), no momento do abate e mensalmente ao longo do período de observações. Os toretes amostrados foram cuidadosamente dispostos na pilha de maneira que tornou possível sua retirada para as medições mensais, seguida da recolocação na mesma posição em que se encontrava. Para possibilitar este procedimento foram colocados sarrafos na pilha, assegurando a retirada da amostra sem provocar movimentação dos demais toretes. A Figura 5 ilustra, em vista parcial da pilha, como foi realizada a contensão dos demais toretes, quando da retirada das amostras.

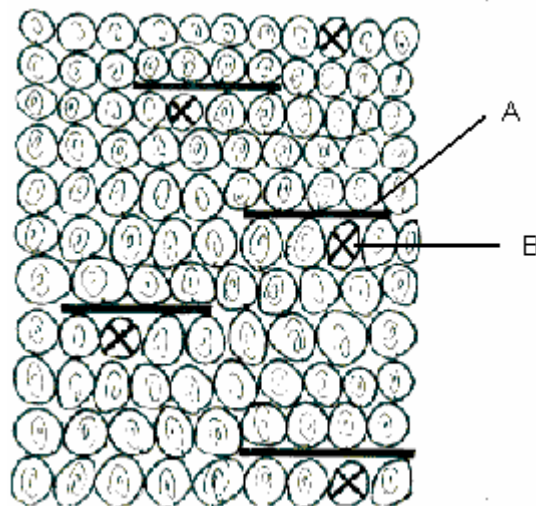


Figura 5- Desenho esquemático representando visão parcial da pilha de madeira, demonstrando a posição do sarrafo (A) usado para facilitar a movimentação da amostra (B).

O teor de umidade das amostras tomadas a cada mês foi obtido pela equação 7.

$$TU_a = \frac{P_a(TU_i + 100)}{P_i} - 100 \quad (7)$$

Onde:  $TU_a$ = teor de umidade num dado momento (%);  $P_a$ = massa atual (kg);  $TU_i$ = teor de umidade inicial;  $P_i$ = massa inicial (kg).



### 3.7 Análise estatística

Na análise dos dados fez-se uso de técnicas de estatística com a tabulação e cálculos executados com auxílio dos softwares Excel e SAS.

O desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (CV) foram as medidas de dispersão inicialmente utilizadas para avaliar a variação dimensional expressa no fator de cubicação no decorrer do tempo, em duas dimensões de comprimento de toretes e, em diferentes estações do ano.

O coeficiente de variação e o desvio padrão foram obtidos pelas equações propostas por Gomes (1990).

$$CV = \frac{100.S}{\hat{m}} \quad (8)$$

$$S = \sqrt{\frac{SQD}{N-1}} \quad (8.1)$$

Onde: CV=coeficiente de variação; S=desvio padrão;  $\hat{m}$ =estimativa da média; SQD=soma dos quadrados dos desvios; N=número de observações.

Num primeiro momento analisou-se correlação pelo método de Pearson entre o fator de cubicação sendo a variável dependente e as variáveis independentes relativas: as condições atmosféricas; volume aparente; volume rigoroso, contribuição das rachaduras de topo no diâmetro da extremidade do torete; e teor de umidade ao longo do período das observações.

Na seqüência tornou-se necessário a realização de análise de correlação de Pearson entre o fator de cubicação e as variáveis dependentes aqui analisadas como componentes do efeito principal, ou seja: estação do ano em que o experimento foi instalado (inverno e verão); comprimento do torete (1,0 e 2,3 metros); e tempo de observação (180 dias).

Na Tabela 6 estão relacionadas as variáveis mensuradas, o símbolo utilizado e a unidade medida.

Tabela 6- Variáveis analisadas para comporem o modelo da equação utilizada na conversão de volume e análise de correlação

<b>variável</b>	<b>símbolo</b>	<b>unidade</b>
volume aparente	VA	metros esteres (m <sup>st</sup> )
volume rigoroso	VR	metros cúbicos (m <sup>3</sup> )
umidade da madeira na porção inferior	UI	percentual (%)
umidade da madeira na porção média	UM	percentual (%)
umidade da madeira na porção superior	US	percentual (%)
rachaduras de topo na porção inferior	RI	percentual (%)
rachaduras de topo na porção média	RM	percentual (%)
rachaduras de topo na porção superior	RS	percentual (%)
temperatura máxima diária	Tmax	graus Celsius (C <sup>o</sup> )
temperatura mínima diária	Tmin	graus Celsius (C <sup>o</sup> )
temperatura média diária	Tam	graus Celsius (C <sup>o</sup> )
amplitude térmica diária	Ampl.T	graus Celsius (C <sup>o</sup> )
temperatura média diária multiplicado pela amplitude térmica	TAMXAMPL	-
umidade relativa do ar as 15 horas	UR 15h	percentual (%)
umidade relativa do ar média diária	URm	percentual (%)
precipitação diária	mm	milímetros (mm)
evaporação diária no evaporímetro de Piche (capacidade evaporativa do ar)	Piche	milímetros (mm)
insolação diária	INSL	horas (h)
velocidade do vento média diária	V	metros por segundo (m/s)
radiação extraterrestre ou radiação solar no topo da atmosfera	Ko	calorias/cm <sup>2</sup> dia
radiação solar global incidente na superfície	Rg	calorias/cm <sup>2</sup> dia
evapotranspiração de referência (ou potencial) diária estimada pelo método de Penman-Monteith	ETo	milímetros (mm)

O experimento foi conduzido através do delineamento denominado fatorial onde três séries de tratamentos foram estudados simultaneamente. Os tratamentos para avaliação do efeito principal foram: comprimento da tora; estações climáticas; e tempo de exposição.

O comprimento da tora foi composto por dois níveis, 1m e 2,3m de comprimento, portanto de natureza qualitativa. As estações climáticas também qualitativo e em dois níveis, inverno e verão. O tempo de exposição, por sua vez, ocorreu em seis níveis quantitativos (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias). Assim, num primeiro instante, na avaliação do efeito principal, analisou-se um experimento trifatorial 2x2x6, descrito na Tabela 7.

Tabela 7- Fatores do efeito principal e respectivos níveis, na análise do fator de cubicação.

Fator	Níveis
Comprimento da Tora	1m e 2,3m
Estação climática	Estação I (verão) e Estação II (inverno)
Tempo de exposição	30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias

Na análise da contribuição das rachaduras no fator de cubicação e da secagem dos toretes, além dos fatores que compunham o efeito principal acrescentou-se o fator qualitativo posição do torete na pilha, cujos níveis foram divididos em três: posição inferior, posição média e posição superior; tratando-se de um multifatorial fatorial 2x2x3x6, descrito na Tabela 8.

Tabela 8- Fatores do efeito principal, secagem dos toretes e da contribuição das rachaduras de topo nas pilhas e respectivos níveis.

Fator	Níveis
Comprimento da Tora	1m e 2,3m
Estação climática	Estação I (verão) e Estação II (inverno)
Tempo de exposição	30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias
Posição na pilha	Inferior, média e superior

A análise da variância (ANOVA) para experimento fatorial no delineamento blocos ao acaso foi o procedimento para análise do experimento. Para o fator quantitativo realizou-se análise de regressão e para os fatores qualitativos, Teste de F seguido de Teste de Tukey.

O “Teste t” foi aplicado para testar o valor da média de uma população, quando a variável X se apresenta normalmente distribuída e com variância da população desconhecida, havendo, portanto, a necessidade de estimar a variância da amostra.

A interação foi o efeito atribuído a cada um dos níveis dos fatores envolvidos e que não foram explicadas pelos efeitos principais desses fatores. De modo geral, as interações foram entendidas como uma mudança no comportamento dos níveis de um fator quando varia os níveis do outro fator.

Na análise, quando a interação não é significativa, foi utilizado apenas os efeitos principais de cada fator para as conclusões, isto é, comparou-se as médias dos níveis de cada fator ou utilizou-se a regressão no caso do fator quantitativo.

Não houve interesse imediato em testar hipóteses sobre a variância de bloco, no entanto, a variância não significativa do bloco indica que o bloqueamento é dispensável, e os blocos apresentam comportamento de repetição, aumentando a precisão da média, principalmente sobre o fator de cubicação que é o objeto principal nesse estudo.

### 3.7.1 Coeficiente de correlação

A análise da correlação entre as variáveis foi uma importante ferramenta para elucidar fenômenos relacionados a variação dimensional dos toretes em função do tempo.

No estudo foi utilizado o método de Pearson ( $\rho$ ) descrito por Schneider (1998) (item 9) e as associações consideradas como de forte correlação foram aquelas cujo seus valores encontravam-se nos limites  $\geq 0,6$  e  $< 1$ , positivas ou negativas. Apenas as correlações com níveis de significância acima de 95% de probabilidade de ocorrência foram consideradas na análise, e as demais desprezadas.

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\left\{ \sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2 \right\} \left\{ \sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2 \right\}}} \quad (9)$$

Para a análise de correlação de Pearson foram processados os valores médios de 23 variáveis em duas estações do ano E I(verão) e E II (inverno).

Em caráter preliminar as variáveis ambientais também foram observadas em duas situações distintas: uma com médias obtidas seis dias antecedentes ao levantamento dos dados e; outra com médias obtidas dez dias que antecederam ao levantamento dos dados.

Num segundo momento utilizou-se o coeficiente de correlação amostral da variável dependente Fc (fator de cubicação) associada as variáveis independentes do efeito principal: Estação climática (inverno/verão), Tempo de exposição (30, 60, 90, 120, 150, 180 dias) e Comprimento do torete (1,0 e 2,3m). Os resultados dessa análise contribuiu no processo de modelagem da equação de regressão.

### 3.7.2 Modelagem do fator de cubicação

A modelagem por regressão linear constitui-se num procedimento estatístico para se ajustar um modelo matemático onde se envolvem várias variáveis que se relacionam mutuamente. Para isso, avalia-se a equação através de testes estatísticos, na busca de uma equação com a melhor precisão possível.

A escolha das variáveis para o modelo de regressão é realizada a partir da correlação existente entre as mesmas. Assim, a variável dependente é equacionada como função das variáveis correlacionadas e a precisão das estimativas do modelo depende do grau de associação entre as variáveis.

Constatada a variação dimensional dos toretes e o elevado número de variáveis independentes disponíveis optou-se pela modelagem da equação de regressão com a finalidade de determinar a conversão de volume madeira roliça empilhada em madeira maciça. Contudo a aplicação desse procedimento em função do tempo de exposição somente poderá ser efetuada, quando a análise estatística indicar a significância do modelo de regressão para um período de tempo estabelecido, fato a ser analisado através do “teste F” obtido na análise da variância de maneira individualizada para todos os fatores e níveis do experimento.

Assim, constatadas as variações dimensionais dos toretes, uma vez que ocorram em função do tempo de exposição e da secagem ao ar livre. A facilidade de obtenção da variável independente na composição do modelo é fato que deve ser levado em consideração, pois, o uso de equações de regressão ajustadas para uma determinada situação não faria sentido se não para reduzir a etapa de levantamento dos dados a campo, fato que resulta em redução de tempo de coleta de dados e conseqüente redução de custos. Contudo essa função matemática deve descrever a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes com níveis de precisão e ajuste confiáveis.

As variáveis correspondentes as condições atmosféricas no momento das observações a campo não foram incluídas na modelagem da equação uma vez que essas são de difícil obtenção e variam de uma região para outra e, até mesmo, numa micro-região.

As variáveis independentes incluídas no procedimento de modelagem da equação foram provenientes de transformações da variável “Tempo de exposição”, associada ao efeito principal e correlacionada (0,2) com o fator de cubicação em

todos os níveis. Assim, as variáveis utilizadas no modelo máximo de regressão foram definidas como:

$$F_c = f(T, T^2, T^3, T^4, T^5, 1/T, 1/T^2, 1/T^3, 1/T^4, 1/T^5, \log(T), \log(1/T), \log(\ln T), 1/\ln T, 1/\log(T)) \quad (10)$$

Onde:  $F_c$  = fator de cubicação;  $T$  = tempo de exposição.

A modelagem da equação seguiu o procedimento de eliminação por regressão “stepwise”; a fim de se obter um modelo minimizado com melhor precisão estatística.

O grau de ajustamento da regressão foi medida pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ). O coeficiente de determinação permitiu medir a proporção total de variação a cerca da média explicada pela regressão.

O erro padrão da estimativa considera o resíduo. Isto é, quão o valor da variável dependente observada ( $Y_i$ ) excede ao valor dessa variável estimada ( $\hat{Y}$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as observações mensais da variação dimensional dos toretes de madeira através do tempo que, por sua vez, se refletem no volume individual do torete e da pilha foi possível determinar o fator de cubicação (Fc) e o fator de empilhamento (Fe) pela razão de volumes e, por contagem angular (Fc ACA).

### 4.1 Experimento instalado no verão

Na Tabela (9) estão representados os valores do volume de madeira empilhada (Vol. A) em metro estere (m<sup>st</sup>) e volume de madeira maciça (Vol. R) em metro cúbico (m<sup>3</sup>) no experimento instalado no verão.

Tabela 9- Volume aparente (Va), volume cúbico (Vr), fator de cubicação (Fc), fator de cubicação pelo método da amostra por contagem angular (Fc ACA) em toretes longos (TL) e toretes curtos (TC) em pilha montada no verão; nas repetições I, II e III

Tratamento	Rep.	Inicial			
		Vol. A	Vol. R	Fc	Fc ACA
TL	I	12,0	7,6	0,63	0,67
	II	12,0	7,7	0,64	0,65
	III	14,9	9,2	0,65	0,69
TC	I	5,7	3,7	0,67	0,58
	II	5,3	3,6	0,68	0,62
	III	5,7	4,3	0,65	0,57
Janeiro					
TL	I	11,1	7,8	0,72	0,76
	II	11,7	7,5	0,74	0,75
	III	14,9	9,2	0,70	0,75
TC	I	5,5	3,6	0,61	0,71
	II	5,1	3,6	0,71	0,72
	III	5,7	4,2	0,74	0,70
Fevereiro					
TL	I	11,9	7,5	0,63	0,78
	II	11,7	7,1	0,61	0,75
	III	14,72	9,8	0,67	0,75
TC	I	5,7	3,8	0,66	0,60
	II	5,1	3,9	0,77	0,62
	III	5,6	4,1	0,74	0,61
Março					
TL	I	11,7	7,8	0,67	0,64
	II	11,6	7,8	0,68	0,63
	III	14,7	9,1	0,62	0,65
TC	I	5,7	3,7	0,66	0,62
	II	5,1	4,2	0,82	0,67
	III	5,0	3,6	0,72	0,55

Tabela 9- Volume aparente (Va), volume cúbico (Vr), fator de cubicação (Fc), fator de cubicação pelo método da amostra por contagem angular (Fc ACA) em toretes longos (TL) e toretes curtos (TC) em pilha montada no verão; nas repetições I, II e III (continuação)

Tratamento	Abril				
	Rep.	Vol. A	Vol. R	Fc	Fc ACA
TL	I	11,6	7,8	0,67	0,67
	II	11,6	7,1	0,62	0,55
	III	14,5	9,2	0,64	0,72
TC	I	5,6	3,8	0,68	0,53
	II	5,1	3,6	0,71	0,69
	III	5,6	4,8	0,74	0,58
Maio					
TL	I	11,0	7,7	0,67	0,67
	II	11,4	7,1	0,62	0,557
	III	14,0	9,0	0,64	0,727
TC	I	5,6	3,8	0,68	0,53
	II	5,1	3,6	0,71	0,69
	III	5,4	4,2	0,77	0,58
Junho					
TL	I	11,0	7,7	0,70	0,67
	II	11,3	7,1	0,62	0,55
	III	14,0	9,0	0,64	0,72
TC	I	5,5	3,8	0,69	0,53
	II	5,1	3,6	0,71	0,69
	III	5,3	4,2	0,78	0,58

#### 4.2 Experimento instalado no inverno

Na Tabela (10) estão representados os valores do volume de madeira empilhada (Vol. A) em metro estere ( $m^{st}$ ) e volume de madeira maciça (Vol. R) em metro cúbico ( $m^3$ ) no experimento instalado no inverno.

Tabela 10- Volume aparente (Vol. A), volume cúbico (Vol. R), fator de cubicação (Fc), fator de cubicação pelo método da amostra por contagem angular (Fc ACA) em toretes longos (TL) e toretes curtos (TC) em pilha montada no inverno; nas repetições I, II e III

Tratamento	Inicial				
	Rep.	Vol. A	Vol. R	Fc	Fc ACA
TL	I	14,4	8,9	0,61	0,48
	II	12,8	7,9	0,62	0,50
	III	15,7	9,5	0,60	0,47
TC	I	5,5	4,1	0,74	0,68
	II	6,3	4,3	0,69	0,73
	III	6,1	4,3	0,70	0,73



Tabela 10- Volume aparente (Vol. A), volume cúbico (Vol. R), fator de cubicação (Fc), fator de cubicação pelo método da amostra por contagem angular (Fc ACA) em toretes longos (TL) e toretes curtos (TC) em pilha montada no inverno; nas repetições I, II e III (continuação)

		Julho			
TL	I	13,0	8,9	0,65	0,70
	II	11,6	7,9	0,68	0,61
	III	12,5	8,7	0,70	0,68
TC	I	5,5	4,1	0,74	0,75
	II	6,2	4,3	0,70	0,73
	III	6,1	4,2	0,71	0,83
		Agosto			
TL	I	13,6	9,4	0,69	0,64
	II	11,6	8,2	0,71	0,68
	III	12,8	8,8	0,69	0,61
TC	I	5,5	3,8	0,69	0,62
	II	5,6	4,4	0,79	0,67
	III	5,8	4,3	0,75	0,59
		Setembro			
TL	I	13,5	9,4	0,70	0,61
	II	11,5	7,7	0,67	0,75
	III	12,7	7,8	0,61	0,61
TC	I	5,0	4,0	0,79	0,67
	II	5,6	4,3	0,78	0,61
	III	5,7	4,4	0,77	0,64
		Outubro			
TL	I	13,5	10,5	0,78	0,61
	II	11,4	8,1	0,71	0,75
	III	12,6	8,1	0,64	0,61
TC	I	5,0	3,4	0,69	0,67
	II	5,6	4,1	0,74	0,61
	III	5,7	4,2	0,73	0,64
		Novembro			
TL	I	13,3	10,5	0,79	0,61
	II	11,2	7,6	0,68	0,75
	III	12,5	8,4	0,67	0,61
TC	I	5,0	3,4	0,69	0,67
	II	5,5	4,0	0,74	0,61
	III	5,4	3,9	0,72	0,64
		Dezembro			
TL	I	13,3	10,5	0,79	0,61
	II	11,1	7,8	0,70	0,75
	III	12,5	8,2	0,66	0,61
TC	I	4,9	3,3	0,67	0,67
	II	5,5	4,2	0,76	0,61
	III	5,5	4,1	0,75	0,64

#### 4.3 Variação do fator de cubicação

Com base nos resultados obtidos e nos gráficos das Figuras 6 e 7 pode-se verificar a variabilidade nos coeficientes de variação calculados para os fatores de

cubicação (Tabelas 11 e 12). O comportamento do fator de cubicação mostrou-se diferenciado de acordo com a estação do ano, comprimento do torete e no decorrer do período que foram realizadas as observações.

Conforme critério descrito por Garcia (1989) a dispersão dos valores encontrados em todas as situações pode ser considerada muito alta, variando no âmbito de 4,2% a 9,5% para fator de cubicação obtido pela razão de volumes e de 10,9% a 13,0% para fator de cubicação obtido por contagem angular.

Por uma outra visão, Pimentel-Gomes & Garcia (2002) consideram os coeficientes de variação para o fator de cubicação obtidos por razão de volumes como sendo baixos, uma vez que seus valores são inferiores a 10%, observe Tabela 11. Os coeficientes de variação do fator de cubicação obtidos por contagem angular (Tabela 12), por sua vez, são considerados por Pimentel-Gomes & Garcia (2002), como sendo médios, pois seus valores encontram-se entre 10 e 20%.

Também foi possível observar que as pilhas com toretes longos, tanto no inverno como no verão, assumem valores de fator de cubicação semelhantes à partir da metade do período de instalação do experimento, três meses.

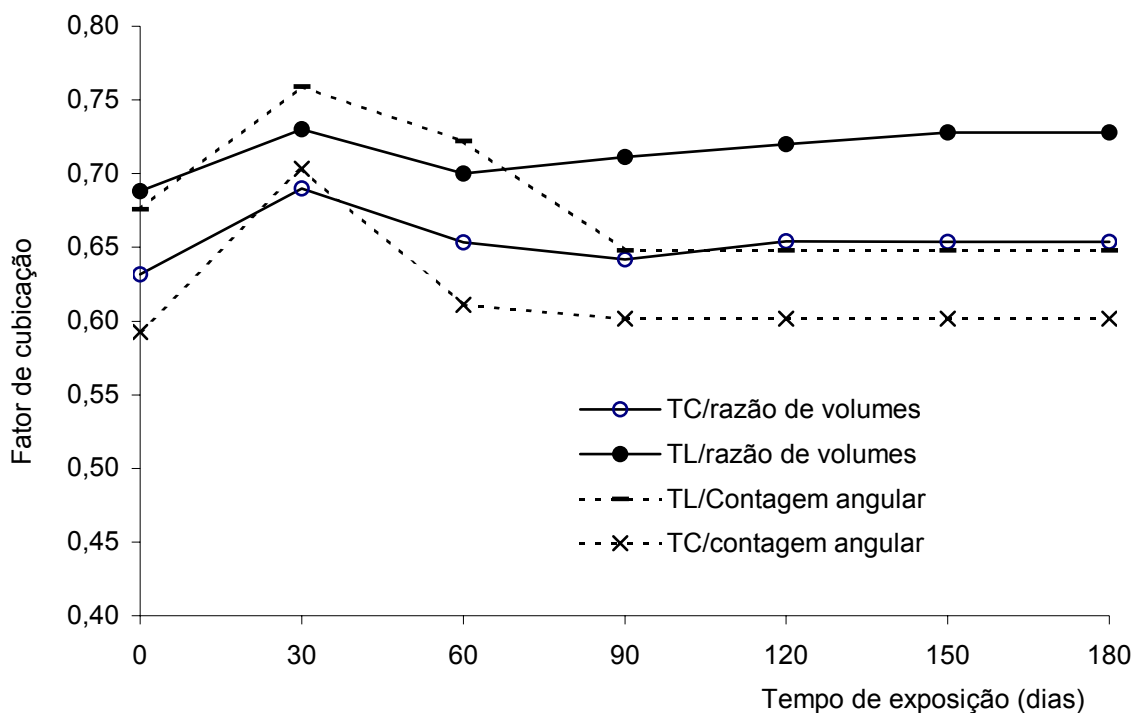


Figura 6- Variação do fator de cubicação médio no tempo, calculados por razão de volumes (Fc/volume rigoroso) e por contagem angular em toretes longos (TL) e curtos (TC) em experimento montado no verão (janeiro)

Para experimento instalado no verão a Figura 6 indica que houve elevação no valor do fator de cubicação no primeiro mês (30 dias) de exposição. A partir do terceiro mês de exposição (90 dias) às curvas do gráfico tenderam a estabilidade, adquirindo valores próximos aos iniciais, com exceção dos toretes longos obtidas por contagem angular que atingiram estabilidade a partir do quarto mês de exposição ao ar livre (120 dias).

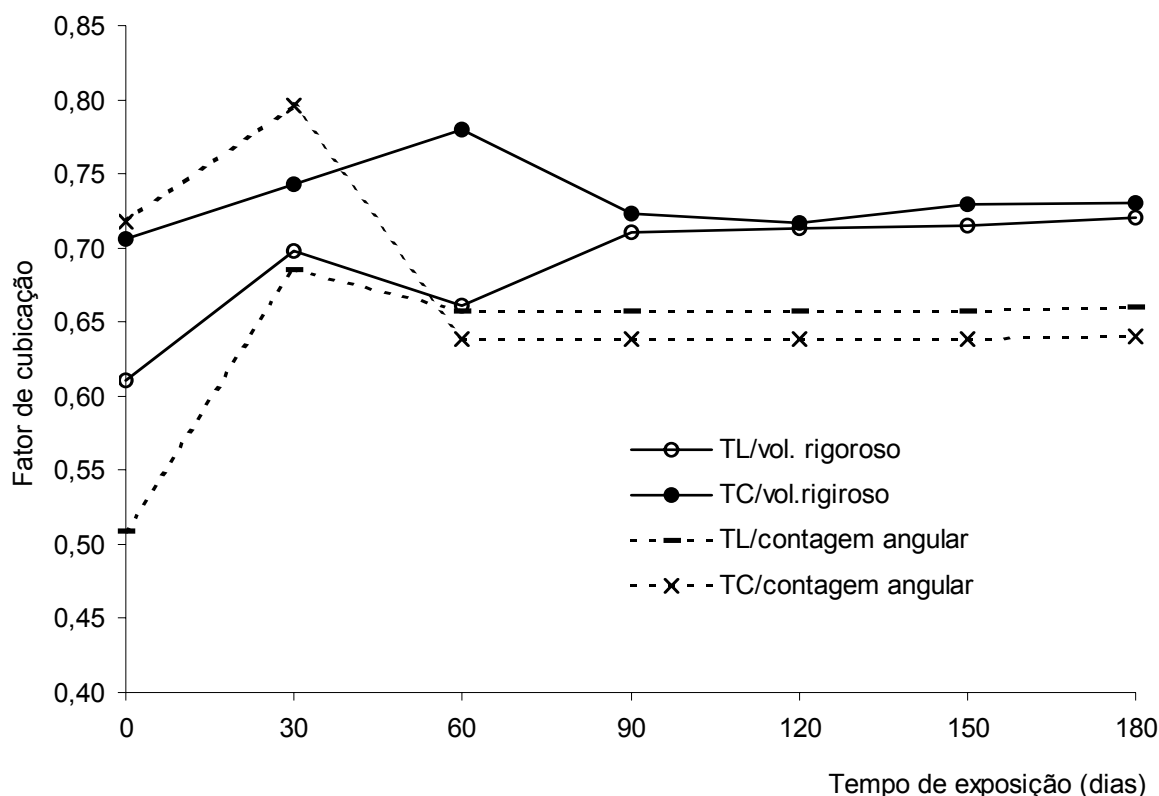


Figura 7- Variação do fator de cubicação no tempo, calculados por razão de volumes (Fc/volume rigoroso) e por contagem angular em toretes longos (TL) e curtos (TC) em experimento montado no inverno (julho)

O experimento instalado no inverno mostrou maior dispersão dos valores iniciais do fator de cubicação, tanto nos métodos de determinação quanto no comprimento dos toretes, indicando uma maior instabilidade inicial.

O fator de cubicação (Figura 7) obtido por contagem angular apresentou valores máximos no primeiro mês a partir da instalação do experimento (30 dias), atingindo estabilidade a partir do terceiro mês de exposição (90 dias).

Nas pilhas de toretes curtos o fator de cubicação obtido por razão de volumes, teve valor máximo no terceiro mês (90 dias) após a instalação do experimento, seguido de estabilização a partir do quarto mês (120 dias). Os toretes longos, por sua vez, na razão de volumes apresentaram os maiores valores do fator

de cubicação no final do ciclo de observações, isto é, aos cento e oitenta dias.

Tabela 11- Fator de cubicação obtido pela razão de volumes; onde  $\hat{m}$  corresponde a média, S ao desvio padrão e CV ao coeficiente de variação percentual em seis meses de observações

Fonte de variação	$\hat{m}$	S	CV
Torete longo no verão	0,64	0,02695	4,21
Torete longo no inverno	0,68	0,06077	9,47
Torete longo inverno e verão	0,66	0,05037	7,78
Torete curto no verão	0,71	0,04764	6,84
Torete curto no inverno	0,73	0,03813	5,10
Torete curto inverno e verão	0,72	0,04408	6,46
Torete longo x Torete curto	0,69	0,05488	7,88
Total			

Tabela 12- Fator de cubicação obtido por contagem angular; onde  $\hat{m}$  corresponde a média, S ao desvio padrão e CV ao coeficiente de variação percentual em seis meses de observações

Fonte de variação	$\hat{m}$	S	CV
Torete longo no verão	0,68	0,07569	10,90
Torete longo no inverno	0,64	0,09403	17,36
Torete longo inverno e verão	0,66	0,08733	13,67
Torete curto no verão	0,62	0,07366	12,94
Torete curto no inverno	0,68	0,07180	10,89
Torete curto inverno e verão	0,65	0,07776	13,02
Torete longo x Torete curto Total	0,65	0,08232	12,61

A Tabela 11 mostra que o fator de cubicação obtido por razão de volumes foi menor no verão, tanto nos toretes curtos (0,71) quanto nos toretes longos (0,64), enquanto no inverno o fator de cubicação assume valores 0,73 e 0,68 nos toretes curtos e longos, respectivamente.

O coeficiente de variação (CV) do fator de cubicação obtido por razão de volumes nos toretes longos (9,47%) foi maior no inverno, quando comparado ao obtido no verão (4,21%) indicando que houve no inverno uma maior dispersão desse fator. Nos toretes curtos o comportamento do coeficiente de variação foi inverso, menos no inverno (5,10%) em comparação com o verão (6,84%).

O fator de cubicação obtido por contagem angular foi inferior nos toretes curtos no verão (0,62) quando comparado com o inverno (0,68). Nos toretes longos o comportamento foi inverso, isto é, maior no verão (0,68) do que no inverno (0,64).

O coeficiente de variação (CV) obtido por contagem angular mostrou-se diferenciado quanto ao comprimento do torete, bem como, nas estações verão e inverno. O CV para os toretes longos no inverno é maior que no verão assumindo valores 17,36 e 10,90%, respectivamente. Nos toretes curtos, por sua vez, ocorre o inverso, sendo maior no verão (12,94%) do que no inverno (10,89%).

De um modo geral, foi possível observar, no fator de cubicação e respectivo coeficiente de variação, grande variabilidade quando associada aos fatores em estudo. Contudo, a análise do CV demonstrou maior dispersão dos valores do fator de cubicação obtido por contagem angular em comparação aos obtidos por razão de volumes.

Os resultados da análise da dispersão do coeficiente de variação também indicam maior precisão nos valores do fator de cubicação obtido por razão de volumes, nos toretes longos no verão (CV=4,21%) e nos toretes curtos no inverno (CV=5,10%), tendo sido esses de menor dispersão (variação).

Acerca do efeito da dimensão do torete e época do empilhamento sobre o fator de cubicação considerou-se: estação climática (inverno e verão) = "E"; data da medição = "DA" ; e comprimento do torete = "C"; foram estudadas as hipóteses para relação volume aparente/volume rigoroso sobre o efeito de cada fator  $a_i$ .  $H_0: a_i=0$ , considerando  $H_1: a_i \neq 0$  para qualquer tratamento (i).

Assim, as Tabelas 13 e 14 mostram a análise de variância (ANOVA) para o fator de cubicação, onde foi possível observar comportamentos distintos nas médias e nos coeficientes de variação nos diferentes comprimentos dos toretes, nas duas estações do ano e nas formas de obtenção do fator de cubicação, isto é, por razão de volumes e por contagem angular.

Tabela 13 – Análise de variância para o fator de cubicação obtido por razão de volumes.

Fonte da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	Valor de "F"	Prob. > F
Modelo	13	0,11790950	0,00907238	5,12	0,0001
E	1	0,01154548	0,01154548	6,51	0,0134
DA	11	0,03471633	0,00315603	1,78	0,0788
C	1	0,07167913	0,07167913	40,42	0,0001
Erro	58	0,10285357	0,00177334	-	-
Total	71	0,22079452	-	-	-

A análise da variância do fator de cubicação obtido por razão do volume rigoroso e aparente demonstrou (Tabela 13) ser adequado o uso da interpretação do experimento como "quantitativo" para o modelo ( $F=5,12$ ) apresentando um nível de probabilidade > F de (0,01%), uma vez que o nível de tolerância estabelecido foi de 5%. A análise demonstrou haver efeito da estação do ano (E), ou seja verão e inverno ( $F=6,51$ ), em se tratando da instalação do experimento a probabilidade na ordem de 1,34%. No que tange ao comprimento do torete, o "teste F" mostrou-se altamente significativo ( $F=40,42$ ) a um nível de erro inferior 0,01%. Porém, o efeito da variação do fator de cubicação obtido mensalmente, por cento e oitenta dias, somente adquire significância ao nível de 7,88% o que excede ao estabelecido (5%).

Tabela 14 – Análise de variância para Fator de cubicação obtido através da técnica de contagem angular.

Fonte da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	Valor de "F"	Prob. > F
Modelo	13	1,33408560	0,01026220	1,38	0,1865
E	1	0,00751354	0,00751354	1,01	0,3188
DA	11	0,12199437	0,01109040	1,49	0,1593
C	1	0,00390065	0,00390065	0,52	0,4716
Erro	58	0,43086517	0,00743043	-	-
Total	71	0,56437373	-	-	-

A análise da variância do fator de cubicação para experimento quantitativo visando atender a decomposição dos objetivos traçados para o estudo demonstrou que o método analítico conhecido análise de regressão envolvendo as variáveis estação do ano (E), data de medição (DA) e comprimento do torete não for significativo para estudo do fator de cubicação obtido por contagem angular pois o valor de F (1,38) para o modelo é considerado baixo e com nível de erro elevado

(18,65%) uma vez que o nível de significância de erro estabelecido para esse estudo é de 5%. Portanto, o valor do fator de cubicação obtido por contagem angular não deve ser analisado como um experimento quantitativo (Tabela 14).

#### 4.3.1 Influência da estação climática, no comprimento do torete, tempo de estocagem e estação climática sobre o fator de cubicação obtido por razão de volumes

Para o estudo do fator de cubicação por razão de volumes em delineamento blocos ao acaso foi utilizado análise fatorial. Na verdade, trata-se de um fatorial incompleto, pois o fator posição do torete na pilha também foi analisado neste experimento. Contudo nessa avaliação, a variável posição do torete na pilha foi desconsiderada com a finalidade de reduzir do erro experimental. Os fatores envolvidos, bem como suas interações e respectiva análise da variância (ANOVA) no experimento fatorial 2x2x6 estão descritos na Tabela 15.

Tabela 15- Análise da variância (ANOVA) para fator de cubicação por razão de volumes em experimento fatorial 2x2x6

Fonte de variação	GL	QM	Valor de F	Pr>F
Repetição	2	0,00106	1,71	0,2713
Estação	1	0,01154	18,72	0,0075
Tempo	5	0,00402	6,51	0,0302
Comprimento	1	0,07168	35,18	<0001
Estação x Tempo	5	0,00062	0,30	0,9087
Estação x Comprimento	1	0,00186	0,92	0,3437
Tempo x Comprimento	5	0,00173	0,85	0,5218
Estação x Tempo x Comprimento	5	0,00161	0,79	0,5625
Erro	46	0,00204	-	-
Total	71	-	-	-

O efeito da repetição, ou bloqueamento, não foi significativo pelo Teste F (1,71), significando não haver efeito do bloco. Assim, os blocos apresentam comportamento de repetição de tratamento, aumentando a precisão da média.

As duas estações climáticas (verão e inverno) na qual o experimento foi instalado, apresentaram pelo Teste F (18,72), diferenças significativas no fator de cubicação, ao nível de erro inferior a 1%. Indicando que o fator de cubicação é influenciado pelas Estações verão e inverno. Por ser a Estação um tratamento

qualitativo, tornou-se necessário a realização do Teste de Tukey, apresentado na Tabela 16.

Tabela 16- Teste Tukey para comparação de médias do Fc nas Estações I e II

Fator	Média	
Estação I (verão)	0,70696	a*
Estação II (inverno)	0,68163	b

\* Níveis do fator com médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey (5%)

O Teste de Tukey, por sua vez, indicou haver diferença significativa na comparação das médias do fator de cubicação nas Estações inverno e verão, ao nível de erro  $\leq 5\%$ .

O efeito do Tempo foi significativo pelo Teste F, assumindo valor 6,51, ao nível de erro  $\leq 3\%$  na análise fatorial. Entretanto, quando o fator de cubicação foi analisado no Tempo de maneira individual, ou seja, cada fator numa análise de regressão distinta, apenas o tratamento “toretos longos” (2,3m) apresentou comportamento de curva de regressão onde a variável Tempo foi significativa com valor de  $F=6,14$  e probabilidade de erro  $\leq 2,66\%$ .

O comprimento da tora foi o fator mais significativo pelo Teste F (35,18), sendo de natureza qualitativa, realizou-se o Teste Tukey para comparação de médias, apresentado na Tabela 17. Esse, por sua vez, apresentou diferença significativa ao nível máximo de 5% de erro amostral. Assim, foi possível concluir que o comprimento da tora influencia no fator de cubicação.

Tabela 17- Teste Tukey para comparação de médias do Fc, nos comprimentos dos toretes, 1m e 2,3m.

Fator	Média	
Comprimento 1m	0,72585	a*
Comprimento 2,3m	0,66274	b

\* Níveis do fator com médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey (5%)



As interações: Estação x Tempo, Estação x Comprimento, Tempo x Comprimento e Estação x Tempo x Comprimento; apresentadas na Tabela 15, não são significativas pelo Teste F. Isso significa que não houve mudanças no comportamento (ou nas diferenças) dos níveis de um fator quando varia os níveis do outro fator.

#### 4.3.1.1 Influência da rachadura de topo no fator de cubicação

Na análise da variação do fator de cubicação foi possível observar nas Tabelas 11 e 12, bem como nos gráficos das Figuras 6 e 7, que no segundo mês após a instalação do experimento, nos dois comprimentos dos toretes, e nas duas estações do ano (verão e inverno), para qualquer método de obtenção do fator de cubicação (razão de volumes e contagem angular), que os valores do fator de cubicação atingiram seus valores máximos nessa ocasião. Os toretes curtos, por sua vez, apresentaram comportamento diferenciado, cujos valores de fator de cubicação atingiram índices máximos 0,76 na Estação I e 0,77 na Estação II no terceiro mês após a formação das pilhas.

As rachaduras de topo apresentadas, expressas em percentagem na circunferência dos toretes, presentes na Tabela 18, demonstraram comportamento semelhante ao ocorrido no fator de cubicação. Isto é, coincidindo seus valores extremos, no segundo mês da instalação do experimento, como mostrado nas Figuras 8, 9 e 10. Da mesma maneira os toretes curtos na posição média nas Estações I e II apresentam a maior quantidade de rachaduras de topo no terceiro mês a partir das instalações das unidades experimentais (UEs).

Desta maneira constatou-se que o fator de cubicação para toretes curtos atingiu valor máximo no terceiro mês a partir da implantação das unidades experimentais, fato que pode ser observado nas Figuras 8,9,10 e 11.

A Tabela 18 apresenta os resultados das contribuições das rachaduras nos diferentes estratos da pilha (inferior, médio e superior) em todas as repetições, durante cento e oitenta dias de exposição para cada Estação, com observações realizadas a cada trinta dias.

Tabela 18- Contribuição das rachaduras nas circunferências dos toretes (em %) nas Estações I e II nos diferentes estratos de posicionamento (inferior, médio e superior em três repetições

Amostra/posição/repetição	Estação I (dias de exposição)						
	30	60	90	120	150	180	
Torete longo inferior	1	1,89	3,79	4,46	3,31	4,45	4,75
Torete longo inferior	2	1,90	3,81	4,35	3,42	4,51	4,75
Torete longo inferior	3	1,81	3,62	4,55	3,28	4,39	4,74
Torete longo média	1	2,53	5,07	3,86	2,83	3,49	3,52
Torete longo média	2	2,55	5,11	3,88	2,80	3,51	3,50
Torete longo média	3	2,49	4,98	3,85	2,85	3,45	3,53
Torete longo superior	1	2,17	4,35	3,77	2,89	4,06	4,88
Torete longo superior	2	2,16	4,33	3,71	2,86	4,01	4,87
Torete longo superior	3	2,18	4,37	3,85	2,92	4,10	4,89
Torete curto inferior	1	2,62	5,24	5,39	4,52	5,07	5,55
Torete curto inferior	2	2,61	5,22	5,35	4,50	5,05	5,50
Torete curto inferior	3	2,63	5,27	5,41	4,54	5,09	5,60
Torete curto média	1	3,09	6,19	5,46	4,28	5,60	5,96
Torete curto média	2	3,09	6,18	5,44	4,20	5,50	6,01
Torete curto média	3	3,10	6,20	5,48	4,33	5,70	5,91
Torete curto superior	1	2,23	4,47	4,09	3,72	4,83	5,32
Torete curto superior	2	2,24	4,48	4,10	3,70	4,80	5,35
Torete curto superior	3	2,23	4,46	4,07	3,74	4,85	5,30
Amostra/posição/repetição	Estação II (dias de exposição)						
	30	60	90	120	150	180	
Torete longo inferior	1	2,87	5,74	4,65	4,92	5,48	6,31
Torete longo inferior	2	2,85	5,70	4,60	4,90	5,44	6,30
Torete longo inferior	3	2,89	5,78	4,70	4,95	5,51	6,33
Torete longo média	1	3,33	6,65	4,02	4,73	4,91	5,53
Torete longo média	2	3,30	6,59	3,98	4,70	4,90	5,49
Torete longo média	3	3,36	6,72	4,50	4,77	4,92	5,55
Torete longo superior	1	2,18	4,35	4,69	4,38	4,48	5,46
Torete longo superior	2	2,19	4,37	4,66	4,36	4,46	5,50
Torete longo superior	3	2,17	4,33	4,72	4,40	4,50	5,42
Torete curto inferior	1	2,45	4,90	4,15	5,35	4,94	6,27
Torete curto inferior	2	2,45	4,89	4,16	5,35	4,91	6,20
Torete curto inferior	3	2,46	4,91	4,14	5,36	4,96	6,32
Torete curto média	1	2,05	4,10	4,61	3,72	5,09	6,10
Torete curto média	2	2,05	4,10	4,59	3,70	5,12	6,00
Torete curto média	3	2,05	4,09	4,63	3,75	5,07	6,20
Torete curto superior	1	3,02	6,03	5,34	5,02	7,05	7,53
Torete curto superior	2	3,02	6,03	5,33	5,50	7,00	7,51
Torete curto superior	3	3,10	6,20	5,35	4,99	7,10	7,56

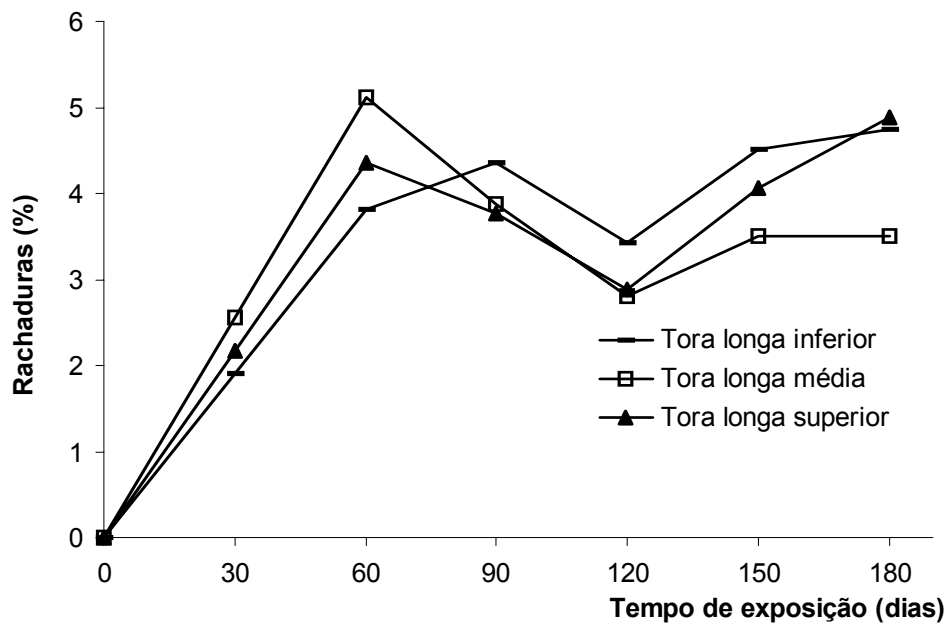


Figura 8- Rachaduras de topo nas extremidades dos toretes longos no verão (Estação I)

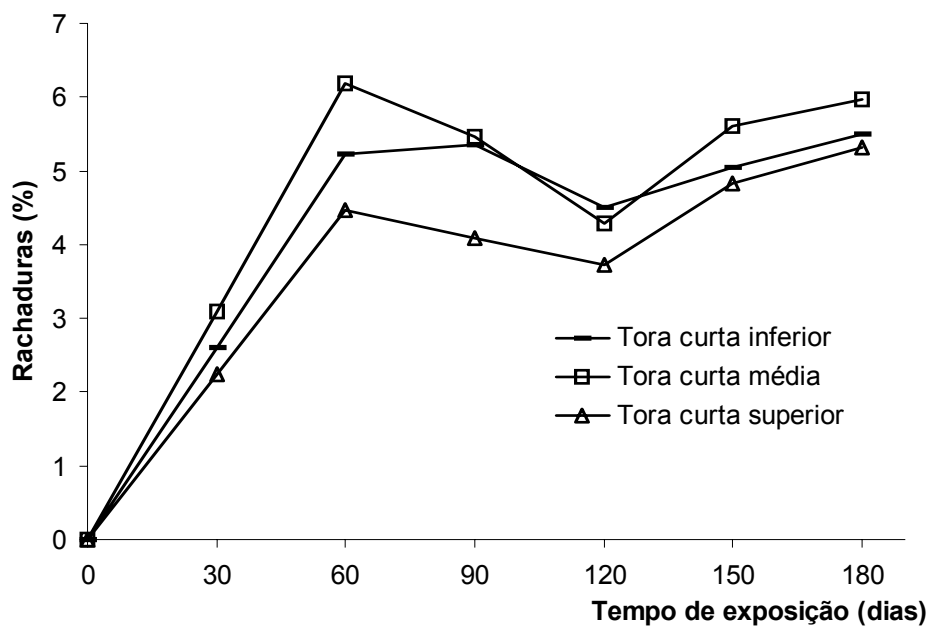


Figura 9- Rachaduras de topo nas extremidades dos toretes curtos no verão (Estação I)

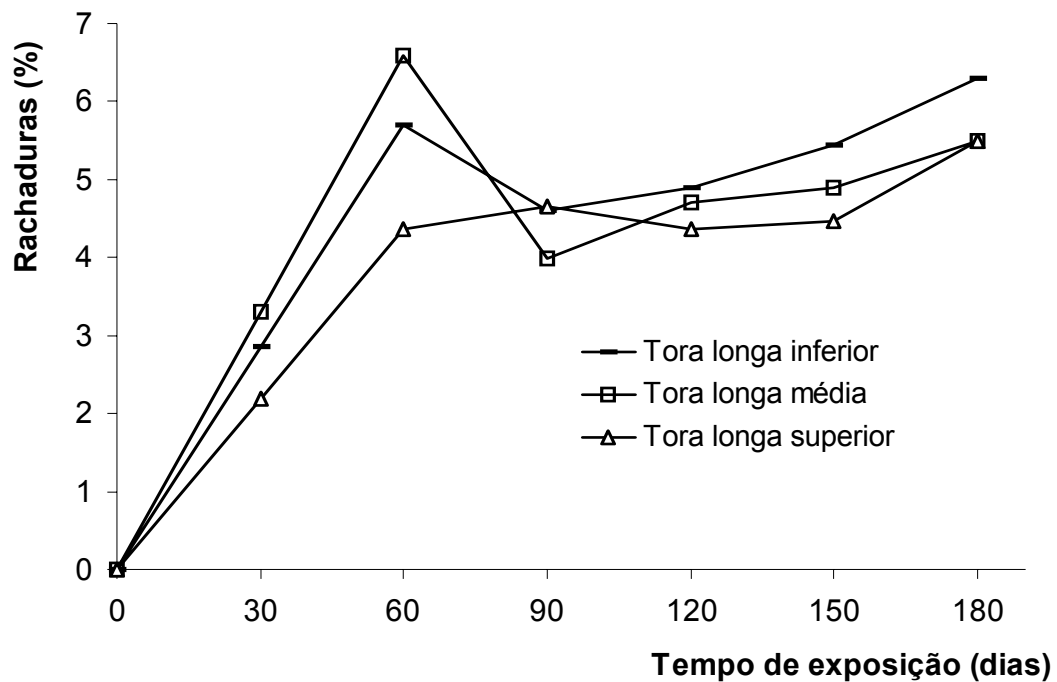


Figura 10- Rachaduras de topo nas extremidades dos toretes longos no inverno (Estação II)

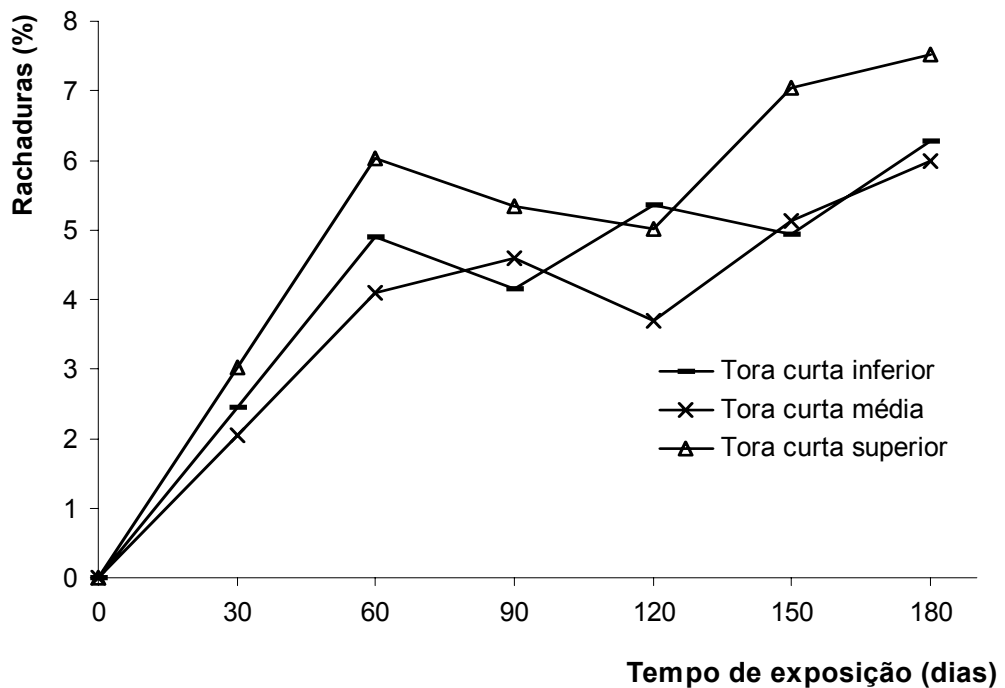


Figura 11- Rachaduras de topo nas extremidades dos toretes curtos no inverno (Estação II)

As médias das rachaduras nas extremidades dos toretes, foram analisadas num comparativo entre as Estações verão e inverno, e nos diferentes comprimentos dos toretes, isto é, 1,0 e 2,3m. Com os resultados apresentados na Tabela 19 e na Figura 12 foi observado comportamento semelhante em relação aos valores máximos e mínimos das rachaduras, que ocorreram num mesmo período de tempo após a instalação das pilhas em todas as situações.

As rachaduras observadas no final dos cento e oitenta dias de exposição, apresentaram entre as estações, variações na ordem de 24,1% nos toretes longos e 15,4% nos toretes curtos. Deve-se considerar que as unidades instaladas no inverno ao final dos cento e oitenta dias de observações encontraram condições climáticas de verão, pois já estão no verão. O inverso ocorre nas unidades instaladas no verão no final das observações encontravam-se no inverno.

Em relação os toretes curtos também foi possível observar na Tabela 19, bem como no gráfico da Figura 12, um expressivo aumento da contribuição das rachaduras de topo nos dois últimos meses da instalação do experimento tanto no verão quanto no inverno. Esse fenômeno, por sua vez, não se refletiu no fator de cubicação.

Tabela 19- Médias das contribuições das rachaduras/circunferência no verão e no inverno em%

UA	Tempo de exposição no verão (dias)							$\hat{m}$
	0	30	60	90	120	150	180	
Torete longo	0	2,79	4,40	4,03	3,01	4,00	4,38	3,77
Torete curto	0	2,51	5,30	4,98	4,17	5,17	5,61	4,62
	Tempo de exposição no inverno (dias)							$\hat{m}$
	0	30	60	90	120	150	180	
Torete longo	0	2,20	5,58	4,45	4,68	4,96	5,77	4,61
Torete curto	0	2,65	5,01	4,47	4,70	5,69	6,63	4,86

Onde: UA= unidade amostral; e  $\hat{m}$  = média aritmética

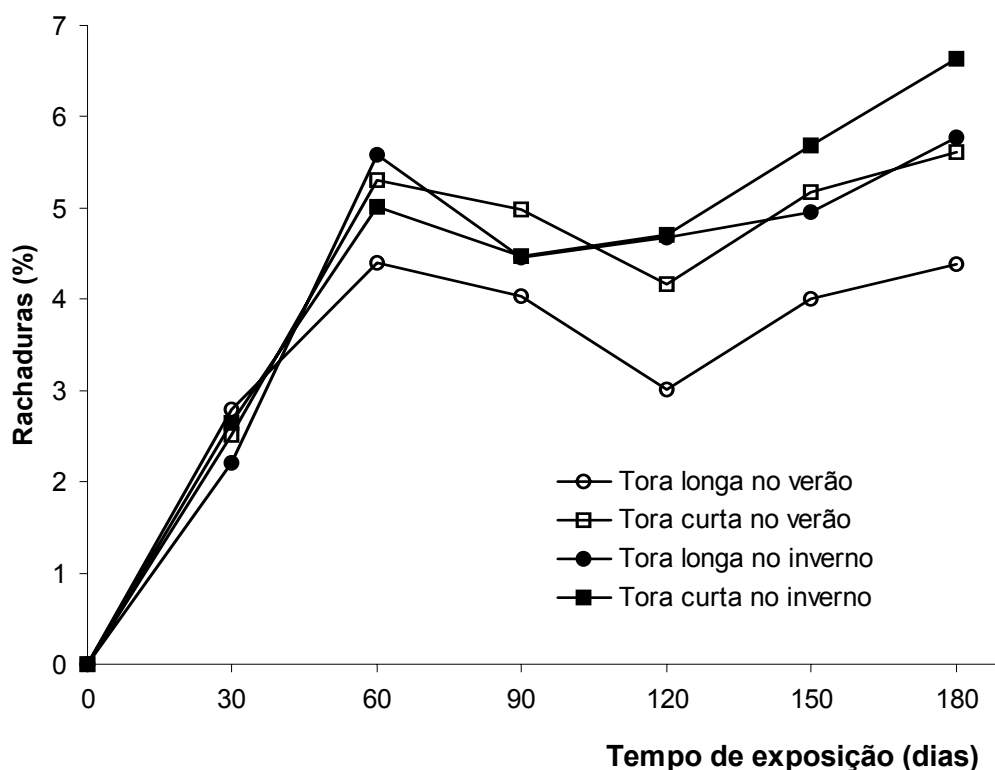


Figura 12- Rachaduras de topo em toretes longos e curtos no verão e no inverno

A análise estatística utilizada na avaliação das rachaduras no topo dos toretes foi do tipo fatorial (2x2x3x6) envolvendo quatro fatores: posição na pilha, estação do ano, comprimento da tora e tempo de exposição. Sendo a posição na pilha em três níveis, inferior, médio e superior; a estação do ano em dois níveis, verão e inverno; o comprimento da tora em dois níveis, 1 e 2,3m; e o tempo de exposição em seis níveis: 30, 60, 90, 120, 150, 180 dias cujos resultado da análise da variância estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 20- Análise da variância para experimento fatorial de rachaduras de topo

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Valor de F	Pr > F
Modelo	24	34,12125	115,83	<,0001
Posição (inferior, média e superior)	1	0,24833	0,11	0,7585
Estação (verão e inverno)	1	20,25231	8,60	0,0325
Comprimento da tora (1m e 2,3m)	1	2,35430	59,40	<,0001
Tempo (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias)	5	150,22021	63,81	0,0002
Interação- Estação x Comprimento	1	6,69222	22,72	<,0001
Interação- Estação x Tempo	5	2,35430	7,99	<,0001
Interação- Tempo x Comprimento	5	1,63484	5,55	<,0001

Tabela 20- Análise da variância para experimento fatorial de rachaduras de topo (continuação)

Interação- Estação x Tempo x Comprimento	5	0,63425	2,15	0,0610
Erro	191	0,29459	-	-
Total	215	-	-	-

O valor de F (115,83), obtido na análise da variância indicou haver regressão no comportamento das rachaduras, apresentando coeficiente de determinação ( $R^2$ ) no valor de 0,93, indicando um bom ajuste da curva de regressão.

A posição dos toretes nos diferentes estratos da pilha não apresentaram diferenças significativas pelo Teste F (0,11) indicando que a posição do torete na pilha não tem influência na ocorrência de rachaduras de topo.

As pilhas instaladas nas estações climáticas verão e inverno, apresentaram comportamento diferenciado quanto as rachaduras. O Teste F apresentou o valor 8,60, indicando que houve efeito da estação climática nas rachaduras dos toretes.

Os dois comprimentos dos toretes (1 e 2,3m) apresentam na análise da variância valor de F significativo (59,4), indicando haver comportamento diferenciado quanto a ocorrência de rachaduras nos comprimentos dos toretes estudados.

O fator tempo de exposição, de natureza quantitativa, apresentou valor de  $F= 63,81$ , indicando variação na dimensão das rachaduras ao longo do período de exposição das pilhas. Esta afirmação é válida para 180 dias de exposição, período que foram realizadas as observações.

A interação estação x comprimento mostrou-se significativa pelo Teste F (22,72), indicando que os dois fatores interagiram. Assim, nas estações verão e inverno houve mudança no comportamento das rachaduras de topo nos diferentes comprimentos dos toretes.

O tempo de exposição interagiu com as estações verão e inverno ( $F=7,99$ ), indicando a existência de diferentes curvas de regressão, isto é, uma curva de contribuição das rachaduras para cada estação do ano (verão e inverno).

A interação do tempo com o comprimento ( $F=5,55$ ), na análise da variância, apresentou comportamento semelhante às ocorridas na interação do tempo com a estação do ano, isto é, indicou a existência de duas curvas de regressão, uma para a contribuição das rachaduras no verão e outra para o inverno.

#### 4.3.1.2 Secagem da madeira

A variação da umidade da madeira no período de cento e oitenta dias com observações a cada trinta dias, em duas estações climáticas foi expressa como percentagem de água existente em um dado momento, conforme calculado pela equação (6).

O teor de umidade inicial obtido logo após o empilhamento, pelo peso úmido em 18 amostras no inverno e 18 amostras no verão e o peso em estufa resultou nos valores médios aritméticos de 50,47% nas amostras extraídas inverno e 47,59% nas amostras extraídas no verão.

Os dados referentes ao teor de umidade da madeira, massa inicial, e a massa no momento da observação estão expostos nas Tabelas 21 e 22 para análise das observações em experimentos instalados no verão e no inverno respectivamente. Os valores de teor de umidade inicial da madeira, 50,47% nas amostras obtidas no inverno e 47,59% nas amostras obtidas no verão, indicam que praticamente a metade da massa inicial dos toretes era composto por água.

A secagem dos toretes a campo tem início no momento do abate, por ocasião do transporte e quando empilhada em definitivo apresentam inicialmente valores obtidos através da equação (6) onde o teor de umidade dos toretes oscilam entre 71,02 até 63,25% para experimento instalado no verão e 70,19 até 64,13% para experimento instalado no inverno.

A umidade no final do período das observações atingem valores que oscilam entre 27,85 até 40,35% para experimento instalado no verão e 10,78 até 20,30% para experimento instalado no inverno. Isso ocorre em consequência do período das observações. As unidades experimentais instaladas no verão, após 180 dias de observações, já se encontram na estação climática inversa, ou seja, no inverno. O mesmo ocorre nas unidade experimentais instaladas no inverno, no final dos 180 dias de observações, encontram-se na estação climática oposta, isto é, no verão.

As amostras observadas nos diferentes estratos da pilha de madeira, ou seja, nas posições inferior, média e superior não apresentam diferenças significativas pelo Teste F apresentado na Tabela 20. Indicando que os teores de umidade obtidos nas diferentes posições das pilhas de *Eucalyptus grandis* secos a céu aberto poderão ser utilizados sem a necessidade de estratificação.



As interações Estação versus Comprimento do torete (7,07) e Tempo versus Comprimento (0,28) não são significativas pelo “Teste F” ao nível de 5% de significância de erro. No entanto as interações Estação versus Tempo (62,40) e Estação versus Tempo versus Comprimento (4,91) são significativas, isso devido ao fato que o tempo (período das observações) e a estação climática (inverno e verão) são as mesmas.

O Teste apresentado na Tabela 21 indica não haver diferença significativa entre o teor de umidade nos toretes no verão e no inverno. Contudo o Teste de Tukey aponta para diferença significativa nas curvas de secagem quando o fator analisado são os diferentes comprimentos dos toretes, Tabela 21.

Tabela 21- Análise da variância para experimento fatorial de secagem da madeira.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Valor de F	Pr > F
Posição (inferior, média e superior)	1	371,204	0,12	0,7470
Estação (verão e inverno)	1	8903,384	2,79	0,1558
Comprimento da tora (1m e 2,3m)	1	3674,797	60,31	<,0001
Tempo (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias)	5	6890,462	2,79	0,2092
Interação- Estação x Comprimento	1	430,982	7,07	0,0085
Interação- Estação x Tempo	5	3192,487	62,40	<,0001
Interação- Tempo x Comprimento	5	84,282	0,28	0,9255
Interação- Estação x Tempo x Comprimento	5	298,905	4,91	0,0003
Erro	191	60,927	-	-
Total	215	-	-	-

Tabela 22- Teste Tukey para comparação de médias na secagem dos toretes no verão e no inverno

Fator	Média	
Estação I (verão)	41,402	a*
Estação II (inverno)	28,562	a

\* Níveis do fator com médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey (5%)

Tabela 23- Teste Tukey para comparação de médias na secagem de toretes de dois diferentes comprimentos

Fator	Média	
Comprimento 1m	39,107	a*
Comprimento 2,3m	30,858	b

\* Níveis do fator com médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey (5%)

Tabela 24- Teor de umidade (Tu), massa inicial (Mi) e massa no momento da aferição (Mu) da madeira roliça empilhada a céu aberto num período de observações de 180 dias, nas posições inferior média e superior da pilha de madeira em todas suas repetições (A I, A III e A III) no experimento instalado no verão

Amostra/posição /repetição	Mi (kg)	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias		150 dias		180 dias	
		Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)
TL I inferior 1	20,71	16,80	67,13	13,90	38,28	13,40	33,31	12,05	19,88	10,70	6,45	10,80	07,44
TL II inferior 2	20,84	17,30	71,02	14,30	41,36	14,00	38,40	14,03	38,64	14,05	38,89	14,65	44,82
TL III inferior 3	48,39	38,80	65,19	32,10	36,66	30,50	29,85	30,27	28,87	30,04	27,89	30,84	31,30
TL I mediana 1	27,19	21,80	65,19	17,70	34,12	17,00	28,82	16,56	25,44	16,11	22,07	16,90	28,06
TL II mediana 2	19,60	15,90	67,13	12,90	35,60	12,40	30,34	12,15	27,71	11,90	25,09	11,90	25,09
TL III mediana 3	13,97	11,60	71,02	09,50	40,06	09,20	35,64	09,30	37,11	09,40	38,58	09,40	38,58
TL I superior 1	20,25	17,00	72,96	13,10	33,28	12,60	28,20	12,33	25,40	12,05	22,60	12,00	22,09
TL II superior 2	17,13	13,90	67,13	10,70	28,66	10,30	23,85	9,65	16,03	09,00	8,22	09,65	16,03
TL III superior 3	19,13	15,70	69,08	12,10	30,31	11,90	28,15	12,18	31,11	12,45	34,08	12,88	38,71
TC I inferior 1	11,08	09,20	71,02	08,20	52,43	07,70	43,14	07,70	43,14	07,70	43,14	07,70	43,14
TC II inferior 2	11,20	09,30	71,02	08,30	52,63	07,80	43,44	07,80	43,44	07,80	43,44	07,90	45,27
TC III inferior 3	29,85	24,50	69,08	21,50	48,37	20,00	38,02	19,75	36,30	19,50	34,57	19,50	34,57
TC I mediana 1	22,30	18,30	69,08	16,50	52,45	15,30	41,36	15,23	40,67	15,15	39,97	15,95	47,36
TC II mediana 2	11,10	08,80	63,25	07,70	42,84	07,70	42,84	07,60	40,98	07,50	39,13	07,50	39,13
TC III mediana 3	19,86	16,30	69,08	14,80	53,52	14,00	45,22	14,05	45,74	14,10	46,26	14,30	48,33
TC I superior 1	11,71	09,50	67,13	8,40	47,78	07,80	37,22	07,80	37,22	07,80	37,22	07,70	35,46
TC II superior 2	18,52	15,20	69,08	13,10	45,72	12,00	33,48	12,45	38,49	12,90	43,49	12,90	43,49
TC III superior 3	24,35	19,30	63,25	17,30	46,33	16,50	39,56	16,60	40,41	16,70	41,25	17,00	43,79

Onde: TL I, TL II e TL III = toretes longos; TC I, TC II e TC III = toretes curtos

Tabela 25- Teor de umidade (Tu), massa inicial (Mi) e massa no momento da aferição (Mu) da madeira roliça empilhada a céu aberto num período de observações de 180 dias, nas posições inferior média e superior da pilha de madeira em todas suas repetições (A I, A III e A III) no experimento instalado no inverno

Amostra/ Posição/repetição	Mi (kg)	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias		150 dias		180 dias		
		Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)	Mu (kg)	Tu (%)	
TL I inferior	1	19,83	15,50	64,14	12,30	30,29	10,50	11,22	10,00	5,92	10,00	05,92	10,00	05,92
TL II inferior	2	15,73	12,30	64,20	10,30	37,49	09,30	24,14	09,00	20,13	09,00	20,13	08,80	17,46
TL III inferior	3	26,99	21,10	64,17	17,00	32,28	16,40	27,61	15,30	19,05	15,30	19,05	14,00	08,94
TL I mediana	1	15,99	12,50	64,16	10,00	31,35	09,80	28,72	08,80	15,58	08,80	15,58	08,80	15,58
TL II mediana	2	15,99	12,50	64,16	10,40	36,60	08,50	11,64	08,00	5,08	08,00	05,08	08,00	05,08
TL III mediana	3	15,09	11,80	64,21	09,85	37,05	09,20	28,01	09,10	26,61	09,10	26,61	09,00	25,22
TL I superior	1	15,22	11,90	64,19	09,10	25,55	08,60	18,65	08,00	10,37	08,20	13,13	08,00	10,37
TL II superior	2	20,72	16,20	64,19	13,00	31,75	12,20	23,64	11,40	15,54	11,50	16,55	10,00	14,39
TL III superior	3	11,26	08,80	64,12	07,00	30,60	06,00	11,94	05,90	10,08	05,80	08,21	05,90	10,08
TC I inferior	1	26,35	20,60	64,17	18,30	45,85	17,20	37,08	14,10	12,38	14,10	12,38	14,20	13,17
TC II inferior	2	08,70	06,80	64,13	05,90	42,45	05,00	20,72	04,8	15,89	04,80	15,89	04,80	15,89
TC III inferior	3	28,27	22,10	70,19	20,70	53,78	19,10	41,89	16,00	18,86	16,00	18,86	15,90	18,12
TC I mediana	1	06,52	05,10	64,26	04,45	43,26	04,10	31,99	04,90	57,74	04,90	57,74	04,50	44,87
TC II mediana	2	22,64	17,70	64,18	16,20	50,27	14,90	38,21	12,00	11,31	12,00	11,31	11,90	10,38
TC III mediana	3	25,84	20,20	64,17	19,45	58,09	16,10	30,86	13,10	6,47	13,10	06,47	13,00	05,66
TC I superior	1	14,07	11,00	64,18	09,30	38,81	8,50	26,87	07,30	8,96	07,30	08,96	7,00	04,48
TC II superior	2	17,01	13,30	64,19	11,70	44,43	10,50	29,62	09,20	13,57	09,20	13,57	9,00	11,10
TC III superior	3	25,71	20,10	64,18	17,00	38,86	16,00	30,69	13,30	8,64	13,30	08,64	12,90	05,37

Onde: TL I, TL II e TL III = toretes longos; TC I, TC II e TC III = toretes curtos

É natural que no final do período das observações a umidade da madeira apresente-se correlacionada às condições atmosféricas opostas aquelas que ocorreram no momento da instalação das unidades experimentais. Por isso esta análise de correlação será novamente abordada no decorrer deste trabalho.

As curvas de secagem, que representam o percentual de umidade da madeira em função do tempo estão apresentadas no gráfico da Figura 13. Evidenciam a existência de diferenças significativas detectadas no Teste de Tukey para os comprimentos 1 e 2,3m, conforme a Tabela 23. Contudo não apresentam diferença ao nível de significância de erro estabelecido (5%) no fator estação climática, Tabela 22.

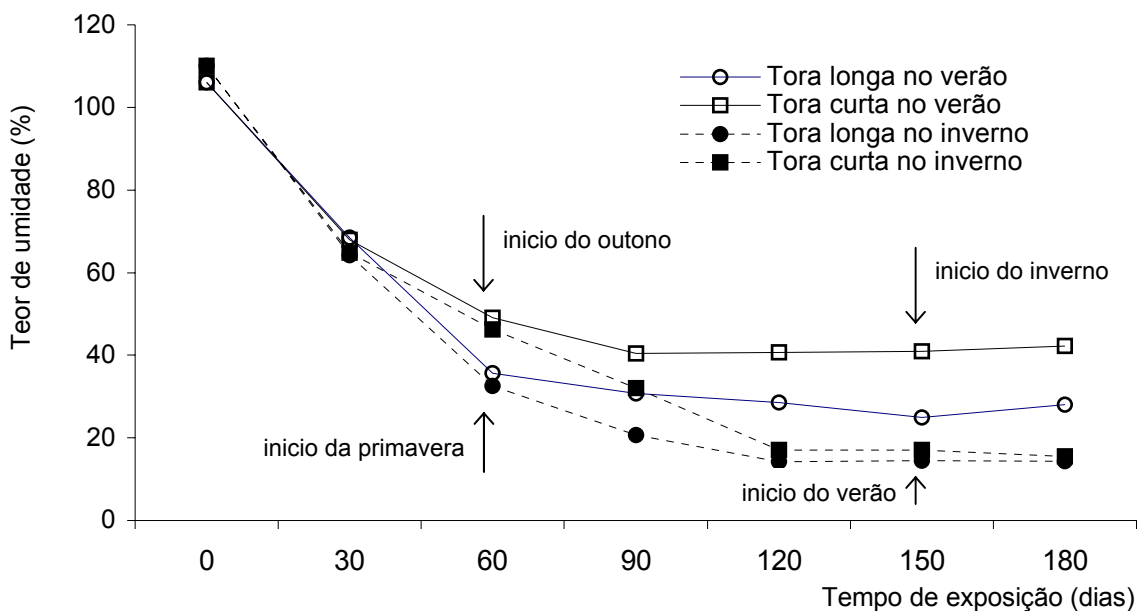


Figura 13- Teor de umidade dos toretes curtos e longos empilhados nas estações verão e inverno num período de cento e oitenta dias de exposição ao ar livre

As Figuras 14, 15, 16 e 17 apesar de apresentarem curvas de secagem aparentemente distintas para posição do torete (inferior, média e superior) não apresentam, estatisticamente, diferenças significativas entre elas quando analisadas pelo “Teste F”, seja no inverno ou no verão (valor de  $F=2,79$ ).

O fato desse experimento multifatorial ser composto por quatro fatores: comprimento do torete, duas estações do ano, três posições na pilha e em seis períodos de observações; tanto os fatores quanto suas interações carregam consigo um número considerável de graus de liberdade (GL). Esses graus de liberdade deslocam-se para o Erro tornando o Teste F mais sensível.

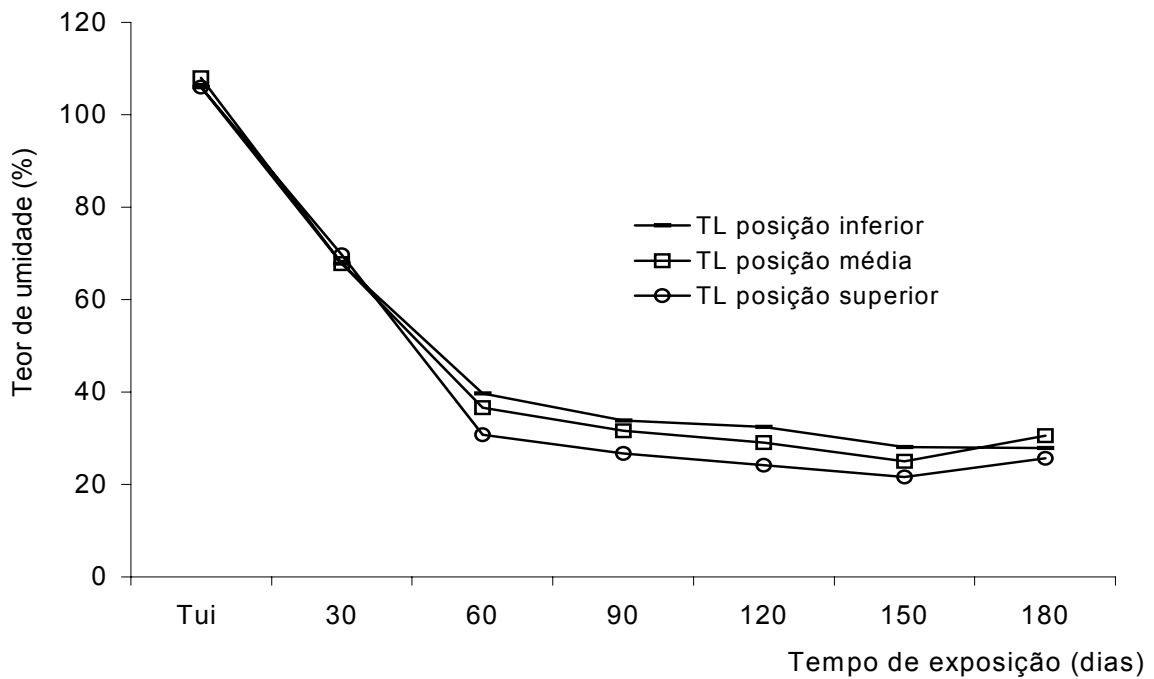


Figura 14- Teor de umidade em toretes longos depositadas a céu aberto em pilhas instaladas no verão nas posições inferior, média e superior ( $Tu_i = 106\%$ )

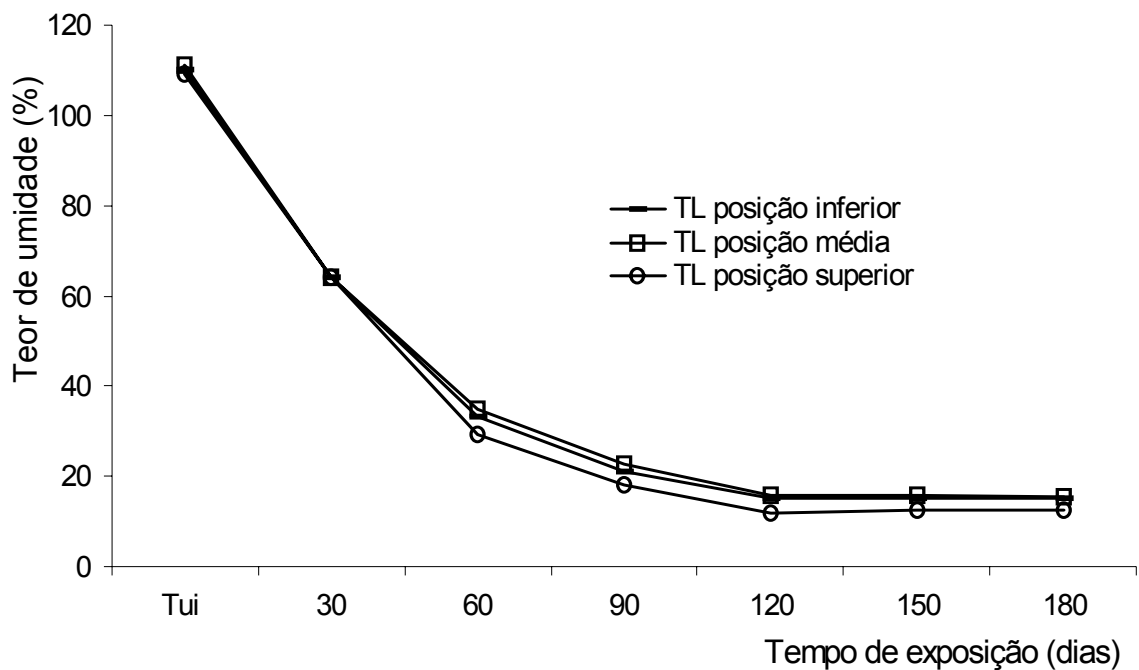


Figura 15- Teor de umidade em toretes longos depositadas a céu aberto em pilhas instaladas no inverno nas posições inferior, média e superior ( $Tu_i = 110\%$ )

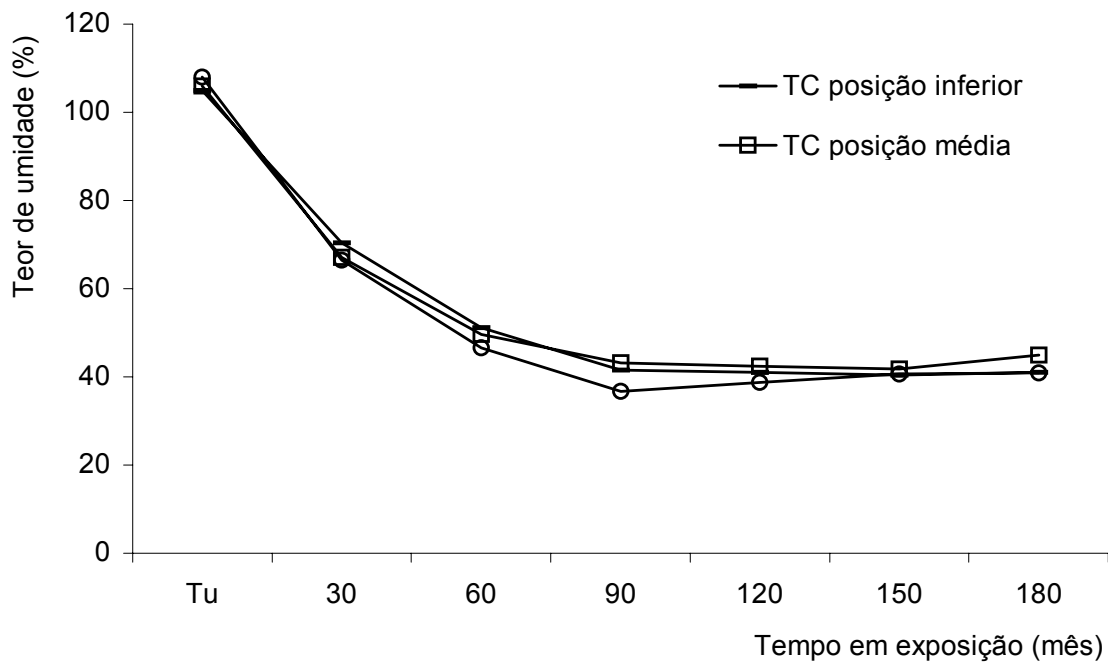


Figura 16- Teor de umidade em toretes curtos depositadas a céu aberto em pilhas instaladas no verão nas posições inferior, média e superior ( $Tu_i = 106\%$ )

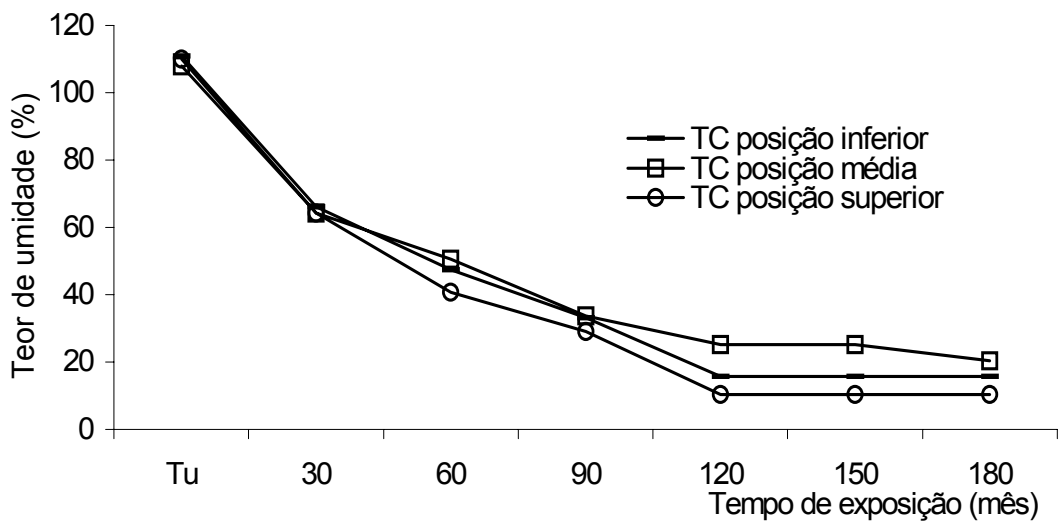


Figura 17- Teor de umidade em toretes curtos depositadas a céu aberto em pilhas instaladas no inverno nas posições inferior, média e superior ( $Tu_i = 110\%$ )

A análise dos dados e dos gráficos permitiu observar que no experimento instalado no inverno os teores de umidade final são mais baixos quando comparados com as pilhas instaladas no verão, tanto nos toretes curtos quanto nos longos. Esta observação faz sentido uma vez que as pilhas de madeira confeccionadas numa Estação após cento e oitenta dias de exposição encontrem-se em situação oposta no que se refere às condições atmosféricas.

As curvas de secagem indicam que a umidade dos toretes atingiram estabilidade num período de noventa dias de exposição nas pilhas instaladas no verão, enquanto que as pilhas instaladas no inverno atingiram estabilidade a partir de cento e vinte dias de exposição, tanto nos toretes curtos quanto nos toretes longos.

#### **4.4 Análise da correlação**

A análise da correlação entre as 24 variáveis descritas na seção 3.7 encontra-se em APÊNDICE I.

Na análise das variáveis que mais se relacionam com o Fator de Cubicação, quer seja o calculado pela razão entre os volumes ou por contagem angular foram comparadas as médias das variáveis ambientais obtidas aos dez dias e aos seis dias que antecedem o levantamento dos dados constatou-se que no primeiro caso o valor das correlações são mais fortes e com probabilidade de ocorrência maiores.

Assim, na análise da correlação das variáveis atmosféricas associadas ao fator de cubicação, a contribuição das rachaduras na dimensão do torete e da curva de secagem, tratam-se de resultados dos valores médios dos dez dias antecedentes as observações a campo.

A análise da correlação do fator de cubicação obtido por contagem angular (FcACA) na Estação I, ou seja, para experimento instalado no verão, aponta para a existência de correlação positiva com as variáveis: volume aparente (0,48), volume rigoroso (0,50), temperatura máxima (0,35), temperatura mínima (0,41), temperatura média (0,38), e velocidade do vento (0,41). O fator de cubicação obtido por contagem angular apresenta ainda correlação negativa com a precipitação (0,33), indicando que nos períodos de maior precipitação o fator de cubicação obtido por contagem angular (FcACA) foi afetado uma vez que a precipitação está fortemente

correlacionada, de maneira negativa, com as variáveis atmosféricas: temperatura máxima (-0,94), temperatura mínima (-0,91), temperatura média (-0,95), e velocidade do vento (-0,91).

Na Estação II, ou seja no inverno, a análise da correlação do fator de cubicação obtido por contagem angular (FcACA) indica a existência de correlação negativa com o volume aparente (-0,37) e com a velocidade do vento (-0,44). Por outro lado houve correlação positiva com as variáveis umidade do torete nas porções inferior (0,47) e superior (0,41) da pilha. Indicando que a contagem angular deva ser realizada cobrindo essas posições da pilha (Figura 4) (inferior média e superior), a fim de fornecer uma média confiável do fator de cubicação visto que a umidade dos toretes na porção mediana da pilha de madeira apresenta correlação (0,27) com o fator de cubicação, diferente das posições superior e inferior.

Enfim, o fator de cubicação obtido por contagem angular poderá ser influenciado na Estação II (inverno) numa relação inversa com o volume aparente, ou seja, o aumento do volume de madeira empilhada poderá reverter numa diminuição do fator de cubicação. No entanto o aumento de umidade nas porções inferior e superior da pilha de madeira irá elevar o valor do fator de cubicação numa correlação ligeiramente superior (0,47 e 0,41 respectivamente) à observada na variável volume aparente (-0,37).

A variação de umidade em proporções diferenciadas, segundo a posição do torete na pilha, promoveu a mudança de dimensão do torete e com isso, a mudança na estimativa do fator de cubicação com o passar do tempo do empilhamento, o qual foi observado pela realização da ACA em pontos fixos ao longo dos meses (a amostra permanente). Em situação prática de campo essas ACA seriam executadas de forma aleatória na face das pilhas cobrindo assim, a variação de dimensão dos toretes ocasionada pela variação de teor de umidade.

A análise da correlação do fator de cubicação por volume rigoroso (Fc) mostrou correlação significativa com as variáveis: volume aparente, volume real, rachaduras nas posições inferior, media e superior da pilha de madeira roliça.

Os dados da Tabela 15 mostram correlação negativa da ordem de 0,69 e 0,60 para o volume aparente e volume cúbico da pilha. Esse resultado indicaria que o fator de cubicação diminui com aumento do volume da pilha. Esta interpretação não pode, no entanto, ser considerada pois significaria que duas pilhas de diferentes comprimentos mas de mesma largura e altura teriam fatores de cubicação



diferentes. Assim, para a interpretação do resultado deve-se observar que na análise de correlação foi considerado a dimensão da pilha ao longo do tempo, fato que ocorreu sob ação de fatores da secagem e em pilhas de duas larguras distintas (dois comprimentos de toretes).

Outras variáveis com correlação significativa foram as rachaduras de topo de toretes observados na parte inferior da pilha (0,36) tanto nas pilhas montadas no verão quanto naquelas montadas no inverno. As rachaduras de topo na porção média da pilha mostraram correlação positiva de 0,41 e 0,35, respectivamente em E I e E II e as rachaduras na parte superior foram significativas apenas em E II com valor de 0,46.

No entanto a análise comparativo entre as diferentes estações climáticas em que se instalou o experimento, ou seja, inverno e verão, constatou-se diminuição de variáveis significativas devido a fraca correlação e baixa probabilidade de ocorrência nas associações observadas no inverno para algumas variáveis, sendo que outras apresentam relação inversa a essa observação, esse fenômeno pode ser observado na Tabela 26.

Tabela 26- Resultado da análise de correlação de Pearson para fator de cubicação (Fc), volume de madeira e rachaduras nas estações verão (E I) e inverno (E II)

Variáveis	Fc E I	Fc E II
Volume aparente	- 0,69287	- 0,52918
Volume real	- 0,60277	- 0,33650
Rachaduras na posição inferior	0,36062	0,36484
Rachaduras na posição média	0,41160	0,35238
Rachaduras na posição superior	NS	0,46523

Onde: NS corresponde a valores não significativos

Tabela 27- Resultado da análise de correlação de Pearson para variáveis associadas às rachaduras em diferentes posições na pilha de madeira inferior, média e superior

Variáveis	Estação I			Estação II		
	RI	RM	RS	RI	RM	RS
Umidade I	- 0,63433	- 0,66306	- 0,66796	NS	NS	NS
Umidade M	- 0,46291	- 0,48580	- 0,49430	NS	NS	NS
Umidade S	- 0,67436	- 0,69462	- 0,69093	NS	NS	NS
Temp. max	- 0,43137	NS	- 0,48349	0,72174	0,63997	0,72335
Temp. min	NS	NS	NS	0,48363	0,44770	0,55383
Temp. média	- 0,38219	NS	- 0,42183	0,64971	0,57917	0,67347
Amplitude térm.	- 0,66318	- 0,50653	- 0,73893	0,74923	0,63530	0,64444
Temp. x Ampl. T.	- 0,56158	- 0,36566	- 0,61664	0,73556	0,63281	0,70203
Umid.R. ar 15h	0,72043	0,51101	0,74251	-	-	-
Umid.R. ar méd.	0,75018	0,54601	0,75427	0,47579	0,37389	0,39382
Precipitação	0,55327	0,32250	0,54683	-	-	-
Piche	- 0,69461	- 0,49737	- 0,71237	0,51696	0,40010	0,45303
Insolação	- 0,85863	- 0,69046	- 0,85073	NS	NS	NS
Vento	NS	NS	NS	0,42967	NS	0,37775
Ko	- 0,63824	- 0,43622	- 0,67890	0,45300	0,34327	0,35582
Rg	- 0,78772	- 0,59418	- 0,80303	-	-	-
Penman	- 0,67862	- 0,47051	- 0,70106	0,50814	0,55842	0,44363
				0,78217	0,69071	0,75907
				0,66849	0,55257	0,59506
				0,68580	0,58519	0,65558

Onde: NS corresponde a valor de correlação não significativo (Prob > |95%| Ho: 95%ho=0)

Assim, pode-se constatar que o fator de cubicação apresenta forte correlação negativa com o volumes aparente e o volume real em ambas as estações, E I (-0,69287; -0,60277) e E II (-0,52918; -0,33650). Nesse mesmo sentido, o fator de cubicação apresenta-se correlacionado com as rachaduras de topo, na “Estação I” nas posições inferior e média e na “Estação II” em todos os níveis da pilha de madeira.

As rachaduras de topo dos toretes influenciaram o fator de cubicação sendo que a correlação das demais variáveis estudadas com as rachaduras nas três porções da pilha (superior, média e inferior) e nas estações da implantação do experimento, ou seja verão (E I) e inverno (E II) estão na Tabela 27.

As rachaduras de topo, por sua vez, quando associadas as demais variáveis em estudo apresenta correlação negativa com a umidade da madeira na Estação I sendo que essa umidade está fortemente correlacionada de maneira negativa na Estação I nas posições superior e inferior. Na Estação II não houve correlação das rachaduras com a umidade da madeira, o que pode ser decorrência da maior

umidade do ar, precipitação e menor temperatura à época de instalação da pilha existente no inverno.

A temperatura máxima (Temp. Max.) apresenta na Estação I correlação negativa com as rachaduras nas posições inferior e superior e na Estação II correlação positiva nas três posições, ou seja, inferior, média e superior (Tabela 27). A temperatura mínima (Temp. min.) apresenta correlação positiva com as rachaduras de topo apenas no inverno, isto é, na Estação II (Tabela 27). A temperatura média quando associada com as rachaduras de topo seguem a mesma tendência da associação realizada com a variável temperatura máxima (Tabela 27).

O produto da temperatura média dos dez dias que antecedem as observações e amplitude térmica também foi contemplado nessa análise das rachaduras de topo, que por sua vez apresentou resultados semelhantes ao comportamento das rachaduras de topo com a temperatura média, diferindo somente na correlação dessa variável com as rachaduras na porção média da pilha de madeira. Nesse ponto, foi constatada correlação negativa no verão (Estação I) e positiva no inverno (Estação II).

A umidade relativa do ar às 15 horas (Umid.R. ar 15h) e umidade relativa do ar média (Umid.R. ar méd.) apresentam correlação positiva na Estação 1 em todos os níveis sendo que nas extremidades das pilhas de madeira (posições superior e inferior), essas foram maiores. Contudo, na Estação II essas correlações são negativas e não pertencem ao rol das correlações fortes.

A precipitação apresenta correlação positiva com as rachaduras de topo apenas no verão, ou seja, na Estação I.

A evaporação diária no evaporímetro de Piche (capacidade evaporativa do ar) apresenta correlação negativa nas posições inferior, média e superior na Estação I (no verão) e correlação positiva nas posições inferior e superior da pilha de madeira na Estação II (no inverno).

A insolação diária (INSL), por sua vez apresenta nos três estratos, inferior média e superior, correlação negativa na Estação I e correlação positiva na Estação II, também pôde-se observar que as correlações negativas na Estação I são aqui consideradas como fortes.

A velocidade do vento média diária (V) observada num período de dez dias antecedentes as aferições a campo demonstra correlação positiva (0,44 e 0,41) com o fator de cubicação obtido por contagem angular (FcACA) nas Estações I e II

respectivamente. A variável velocidade do vento (V) apresenta correlação negativa com as rachaduras de topo apenas na Estação II (inverno), na Estação I (verão) essas correlações não são significativas. A variável velocidade do vento, por sua vez, encontra-se fortemente correlacionada de maneira negativa com a umidade da madeira tanto no inverno como no verão (Tabela 28). Também foi possível observar que a velocidade média do vento apresenta correlação com todas as variáveis atmosféricas analisadas no presente estudo.

A radiação extraterrestre ou radiação solar no topo da atmosfera ( $K_o$ ) observada na Estação I (experimento instalado no verão) apresenta correlação negativa com as rachaduras de topo nos três estratos da pilha de madeira, ou seja, inferior, médio e superior assumindo valores na ordem  $-0,64$ ;  $-0,44$  e  $-0,69$  respectivamente. Uma vez que nesse trabalho são consideradas com fortes as correlações que assumem valores entre  $\pm 0,6$  e menores  $\pm 1$ , foi constatado forte correlação negativa entre rachaduras de topo e radiação solar no topo da atmosfera ( $K_o$ ) nas posições inferior e superior da pilha de madeira.

No entanto, na Estação II (experimento instalado no inverno) a variável radiação solar no topo da atmosfera ( $K_o$ ), quando correlacionada com as rachaduras de topo demonstrou comportamento distinto daquele apresentado na Estação I. Ou seja, na Estação II essa correlação é positiva e considerada forte nos três estratos da pilha (inferior, média e superior) e assumem os valores  $0,78$ ;  $0,69$  e  $0,76$ , respectivamente.

A radiação solar global incidente na superfície ( $R_g$ ) segue a tendência de apresentar correlação negativa com as rachaduras nos três estratos, sendo que nas extremidades (inferior e superior) essa correlação é forte. Na Estação I a correlação é positiva e também ocorre nos três estratos, porém é considerada forte apenas na posição inferior da pilha de madeira.

A evapotranspiração de referência (ou potencial) diária estimada pelo método de Penman-Monteith ( $E_{To}$ ) apresenta correlação negativa com as rachaduras nos três níveis na Estação I sendo consideradas como fortes nas posições inferior e superior. O mesmo ocorre na Estação II, porém essa correlação é tida como positiva.

#### 4.4.1 Análise da correlação com as variáveis do efeito principal

Dando seqüência a análise de correlação realizou-se o procedimento de Pearson entre o fator de cubicação e as variáveis independentes componentes do efeito principal, ou seja: estação do ano em que o experimento foi instalado (verão e inverno); comprimento do torete (1,0 e 2,3 metros de comprimento); e período das observações (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), cujos valores observados estão apresentados na Tabela 28.

O fator de cubicação apresenta correlação (0,22) quando associado a variável Estação climática, em relação ao Tempo, ou seja, período das observações a correlação também existe (0,19) porém a probabilidade de ocorrência desse fenômeno é baixa (91%). Já o efeito do comprimento do torete, por sua vez, apresenta forte correlação negativa (-0,57) com o fator de cubicação, isso com uma probabilidade de ocorrência acima de 99% .

Esta análise poderia levar a conclusões equivocadas em relação ao correlação da variável dependente (Fc) com as variáveis que compõem o efeito principal. No entanto, a análise estatística do ensaio fatorial indicou a presença de curva de regressão apenas no inverno (Estação II) para toretes longos (2,3m de comprimento).

Tabela 28- Resultado da análise de correlação de Pearson para fator de cubicação (Fc), estação climática verão/inverno (Estação), período de observação (tempo) e comprimento do torete 1,0/2,3 (comprimento)

Variáveis	Fc	Estação	Tempo	Comprimento
Fc	1	0,2287 0,0534	0,1955 0,0997	-0,5698 <,0001
Estação	0,2287 0,0534	1	0,0000 1,0000	0,0000 1,0000
Tempo	0,1955 0,0997	0,0000 1,0000	1	0,0000 1,0000
Comprimento	-0,5698 <,0001	0,0000 1,0000	0,0000 1,0000	1

A análise de correlação quando aplicada ao experimento como um todo tende a mascarar o efeito do tempo. Assim, para determinar a variável que irá compor o modelo de regressão para o fator de cubicação no inverno (Estação II) para toretes longos (2,3m de comprimento) torna-se necessário a realização do procedimento de modelagem, levando-se em consideração apenas os dados referentes aquela

situação. Contudo, essa análise mostra, claramente, a existência de forte correlação negativa (-0,57) com o efeito do comprimento do torete sobre o fator de cubicação. Ou seja, quanto maior o comprimento do torete menor o fator de cubicação. Esse resultado mostra que as pilhas de madeira roliça com toretes curtos possuem menos espaços vazios e maior acamamento que as pilhas de madeira roliça com toretes longos. Assim as pilhas de madeira roliça com toretes curtos tendem a ter fator de cubicação maior quando comparados às pilhas de madeira roliça composta por toretes longos.

#### 4.4.2 Análise da correlação da secagem da madeira com as variáveis atmosféricas

A correlação da secagem (umidade dos toretes) com as variáveis atmosféricas requer atenção especial uma vez que nas unidades experimentais instaladas no verão, após 180 dias de observações, as condições atmosféricas são de inverno, ocorrendo o oposto nas unidades experimentais instaladas no inverno onde, no final do período de observações, as condições atmosféricas são características da estação climática conhecida como verão.

Da mesma maneira que as correlações anteriormente analisadas essa também apresenta correlações mais fortes quando calculadas com as médias das condições atmosféricas obtidas num período de dez dias antecedentes ao levantamento dos dados, como podem ser observadas em APÊNDICE I.

Assim, na Tabela 30 estão relacionados o teor de umidade dos toretes empilhados nas posições inferior (UI), média (UM) e superior (US) em correlação com as variáveis: temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin), temperatura média (Tmed), amplitude térmica (Ampl), umidade relativa do ar média (URmed), precipitação (Prec), evaporação diária no evaporímetro de Piche que expressa a capacidade evaporativa do ar (Piche), insolação diária (INSL), velocidade do vento (V), radiação no topo da atmosfera (Ko), radiação global incidente (RG) e evapotranspiração de referência (ou potencial) diária estimada pelo método de Penman-Monteith (Penman).

A análise da variância para a secagem da madeira calculada na Tabela 24 indicou não haver diferença significativa entre os estratos: inferior médio e superior. Permitindo utilizar a média desses estratos na análise.

É importante ressaltar que os dados na Tabela 29 apresentam probabilidade de ocorrência igual ou superior a 95% na análise de correlação, as correlações inferiores a esse nível são apresentados em APÊNDICE I e não foram nessa Tabela.

Tabela 29- Correlação entre umidade da madeira nas diferentes posições da pilha e as variáveis atmosféricas, nas estações verão e inverno

Variáveis	Estação I			Estação II		
	UI	UM	US	UI	UM	US
Tmax	0,55545	0,49275	0,46295	- 0,72259	- 0,62024	- 0,77032
Tmin	0,44231	0,37076	0,33571	- 0,73160	- 0,64016	- 0,77251
Tmed	0,53859	0,47455	0,44266	- 0,75504	- 0,64169	- 0,80178
Ampl	0,60769	0,57567	0,56222	- 0,36902	NS	-0,40328
URmed	- 0,74821	- 0,73358	- 0,71938	0,62731	0, 51041	0,65827
Prec	- 0,66482	- 0,62618	- 0,60178	NS	NS	NS
Piche	0,73187	0,70955	0,69019	- 0,75072	- 0,61674	-0,78674
INSL	0,75237	0,76605	0,76435	- 0,41061	NS	- 0,42920
V	0,43857	0,37388	0,34350	- 0,61930	- 0,51540	- 0,62388
Ko	0,68715	0,64681	0,62176	- 0,67600	- 0,57731	- 0,72287
RG	0,76659	0,75336	0,73821	-0,59220	- 0,48749	- 0,62759
Penman	0,71987	0,68755	0,66466	- 0,71055	- 0,59850	- 0,75272

Onde: NS corresponde a valor de correlação não significativo (Prob > |95%| Ho: 95%ho=0)

As variáveis referentes a temperatura do ar, isto é; temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima e temperatura média, quando correlacionadas com a secagem da madeira nos diferentes estratos, apresentam comportamento semelhante na Estação I. Isso significa que quanto mais elevada a temperatura maior foi a secagem dos toretes.

Na Estação II a correlação entre a secagem da madeira e as variáveis referentes a temperatura do ar foram negativa, porém mais fortes. Esse fenômeno indica que no experimento instalado no inverno a secagem foi inversa a temperatura do ar. Isso se explica uma vez que no inverno os dias de maior umidade do ar apresentam correlação negativa com a temperatura média na ordem de - 0,71 (APÊNDICE I), ou seja os dias mais úmidos, conseqüentemente de menor secagem da madeira, também são os dias mais quentes. Nesse mesmo sentido a umidade relativa do ar média (URM) apresentou-se fortemente correlacionado com a precipitação, na ordem de 0,65 (APÊNDICE I), no inverno quando aumentou a umidade relativa do ar, aumentou também a precipitação retardando a secagem dos toretes.

A amplitude térmica, por sua vez apresentou comportamento semelhante aos da temperatura quando correlacionado à secagem da madeira nos diferentes

estratos. Contudo, quando comparadas, as médias das correlações da secagem dos toretes nos diferentes estratos mostraram-se mais fracas na Estação II do que na Estação I, isto é, 0,39 e 0,58 respectivamente.

A umidade relativa média do ar (URmed) apresenta forte correlação com a secagem dos toretes, sendo negativa no verão e positiva no inverno. A precipitação (Prec) na Estação I está fortemente correlacionada com a secagem da madeira (-0,66), indicando que quanto menor a precipitação maior a secagem dos toretes. O mesmo não ocorreu no inverno onde essa correlação não foi significativa.

A capacidade evaporativa do ar mensurada pelo evaporímetro de Piche apresenta forte correlação positiva com a secagem dos toretes no verão (0,71) e forte correlação negativa com a secagem dos toretes no inverno (-0,72). Indicando assim, que no verão, quanto maior a capacidade evaporativa do ar, mais secos ficaram os toretes, ocorrendo comportamento oposto no inverno, quando a capacidade evaporativa do ar influenciou de maneira inversa, isto é, negativa.

A insolação diária (INSL) quando correlacionada com a secagem dos toretes apresentou forte correlação positiva na Estação I (0,76), indicando que a secagem foi mais intensa quanto maior a insolação diária. Contudo no inverno (Estação II) essa correlação foi inversa (-0,42) e menos intensa.

A velocidade do vento (V) correlacionada à secagem da madeira (0,37) influenciou diretamente na secagem dos toretes na Estação I, porém, na Estação II essa correlação é inversa (-0,58). Isto significa que no verão o vento contribui de maneira positiva e no inverno essa mesma variável contribui negativamente na secagem dos toretes. A secagem apresentou o mesmo comportamento quando correlacionados às variáveis: radiação global no topo da atmosfera ( $K_o$ ) 0,65 e -0,66; radiação global incidente na superfície (RG) 0,75 e -0,57; e evapotranspiração de referência (ou potencial) diária estimada pelo método de Penman-Monteith (Penman) com correlação 0,69 e -0,69; para Estações I e II, respectivamente.

#### 4.4.3 Análise da correlação nos diferentes comprimentos dos toretes

Nesta correlação foi analisada a relação entre o fator de cubicação ( $F_c$ ) nas pilhas com toretes de comprimento 1 e 2,3m, componentes das pilhas e o seu nível de correlação com as demais variáveis em estudo.



Na Estação I (verão) o Fc obtido por razão de volumes para toretes curtos (1m) apresentou correlação negativa (-0,54) com o volume aparente e forte correlação positiva (0,69) com o volume real da pilha de madeira (m<sup>3</sup>). As pilhas constituídas por toretes longos (2,3m), por sua vez, em análise individual apresenta correlação negativa (-0,6) apenas com a umidade na porção inferior da pilha, (APÊNDICE I).

No volume aparente, o fator de cubicação obtido através de técnica de contagem angular, no verão apresentou correlação negativa (-0,57) com pilhas de 1m e positiva (0,64) com as pilhas de 2,3m de comprimento. O Fc para toretes de 2,3m mostrou-se fortemente correlacionado (0,66) com o volume real.

O fator de cubicação obtido por razão de volumes nas correlações analisadas especificamente para os comprimentos dos toretes 1 e 2,3m, em estudo, apresentaram no inverno (Estação II) valores na ordem de 0,64 e 0,59, respectivamente, para com o volume real.

O fator de cubicação obtido, tanto por razão de volumes quanto por contagem angular, em pilhas de inverno compostas por toretes de 2,3m apresentaram-se fortemente correlacionadas com as rachaduras nos três estratos da pilha (inferior, médio e superior), (APÊNDICE I).

A falta de tendência observada no estudo da correlação do fator de cubicação com as variáveis em estudo, quando analisada de maneira específica para cada comprimento de torete (1 e 2,3m), ora apresentando correlação significativa, com uma, ora com outra variável, dificultou a análise dos efeitos desses fatores.

Assim, é possível afirmar que a análise de correlação do fator de cubicação, quando realizada de maneira individualizada para os comprimentos 1 e 2,3m, pouco contribuiu na explicação dos fenômenos que implicam na variação do fator de cubicação através do tempo de exposição. Contudo, os valores médios observados nos diferentes métodos de obtenção, seja por razão de volumes, seja por contagem angular, nas Estações, inverno e verão, apresentados no item 4.3, apresentaram correlações mais significativas e são suficientes para a análise de correlação e compreensão dos fenômenos que influem no fator de cubicação.

#### 4.5 Modelagem da equação

A modelagem da equação do fator de cubicação através do tempo de exposição das pilhas de toretes ao ambiente, foi realizada com os procedimentos de eliminação “Stepewise” com as variáveis independentes: T, T<sup>2</sup>, T<sup>3</sup>, T<sup>4</sup>, T<sup>5</sup>, 1/T, 1/T<sup>2</sup>, 1/T<sup>3</sup>, 1/T<sup>4</sup>, 1/T<sup>5</sup>, log(T), log(1/T), log(lnT), 1/lnT, 1/log(T). Os parâmetros e os coeficientes das equações selecionadas podem ser observados na Tabela 31.

Na análise dos gráficos e tabelas, foi possível observar que a maior dispersão dos valores do fator de cubicação, ocorreu nos primeiros noventa dias de exposição das pilhas. Com isso, realizou-se modelagem de equação: para o período integral de cento e oitenta dias de exposição; para o período de noventa dias de exposição; e para o período de noventa até cento e oitenta dias de exposição.

Os modelos de equação obtidos não tiveram um bom ajuste, os coeficientes R<sup>2</sup> e o valor de F, de maneira geral, são baixos. Também foi possível observar nas equações selecionadas diferenças entre as médias das observações ( $\bar{F}_c$ ) e as médias dos estimadores ( $\bar{Y}$ ). A equação de melhor ajuste foi decorrente das toras curtas de inverno, para o período de noventa a cento e oitenta dias de exposição das pilhas (item 11), seus parâmetros estão apresentados na Tabela 30.

$$F_c = 0,70385 + 0,00000961(T^2) \quad (11)$$

Onde: F<sub>c</sub> = fator de cubicação; T = dias de exposição dos toretes (0 ≤ T ≤ 90 dias).

Essa equação obteve valores de F e R<sup>2</sup> iguais a 17,22 (Pr > F = 0,2%) e 0,63, respectivamente. No entanto as médias do valor do F<sub>c</sub> obtidas das observações e do estimador é a mesma (0,74).

Tabela 31- Estimativa dos parâmetros e coeficientes da(s) variável(s) selecionada(s) pelo procedimento de modelagem “Stepwise”

Estação	comp. (m.)	período (dias)	F	Pr > F	$\bar{F}_c$	coeficientes	variável	$\bar{Y}$	CV%	R <sup>2</sup>
Verão	1	180	1,56	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Verão	2,3	180	2,89	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Verão	1	0 a 90	0,88	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Verão	1	90 a 180	0,08	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Verão	2,3	0 a 90	0,72	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Verão	2,3	90 a 180	0,00	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Inverno	1	180	1,54	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Inverno	2,3	180	5,20	0,0344	0,67	b <sub>0</sub> 0,61338 b <sub>1</sub> 0,00062580	T	0,67	34,3	0,21
Inverno	1	0 a 90	17,22	0,0020	0,73	b <sub>0</sub> 0,70385 b <sub>1</sub> 0,00000961	T <sup>2</sup>	0,67	26,6	0,63
Inverno	1	90 a 180	7,65	0,0199	0,74	b <sub>0</sub> 0,72000 b <sub>1</sub> 357544910	1/T <sup>5</sup>	0,74	23,9	0,43
Inverno	2,3	0 a 90	5,26	0,0269	0,64	b <sub>0</sub> 0,60100 b <sub>1</sub> 0,00157 b <sub>2</sub> - 3,0787E-11 b <sub>3</sub> - 0,03703	T T <sup>5</sup> logT	0,57	33,2	0,22
Inverno	2,3	90 a 180	2,45	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Obs NS- Valores não significativos com probabilidade de erro superior a 5%.

Observando os gráficos das figuras 6 e 7 verificou-se as fases de crescimento do fator de cubicação e posterior redução. Buscou-se modelar equação com variável tempo para todo o período e para período subdividido pela metade (90 dias).

Quando obteve-se regressão o modelo foi tendencioso, optando-se por utilizar a média como melhor estimativa. Como exemplo o gráfico da Figura 33 ilustra a dispersão dos valores de Fc para equação apresentada no item 11.

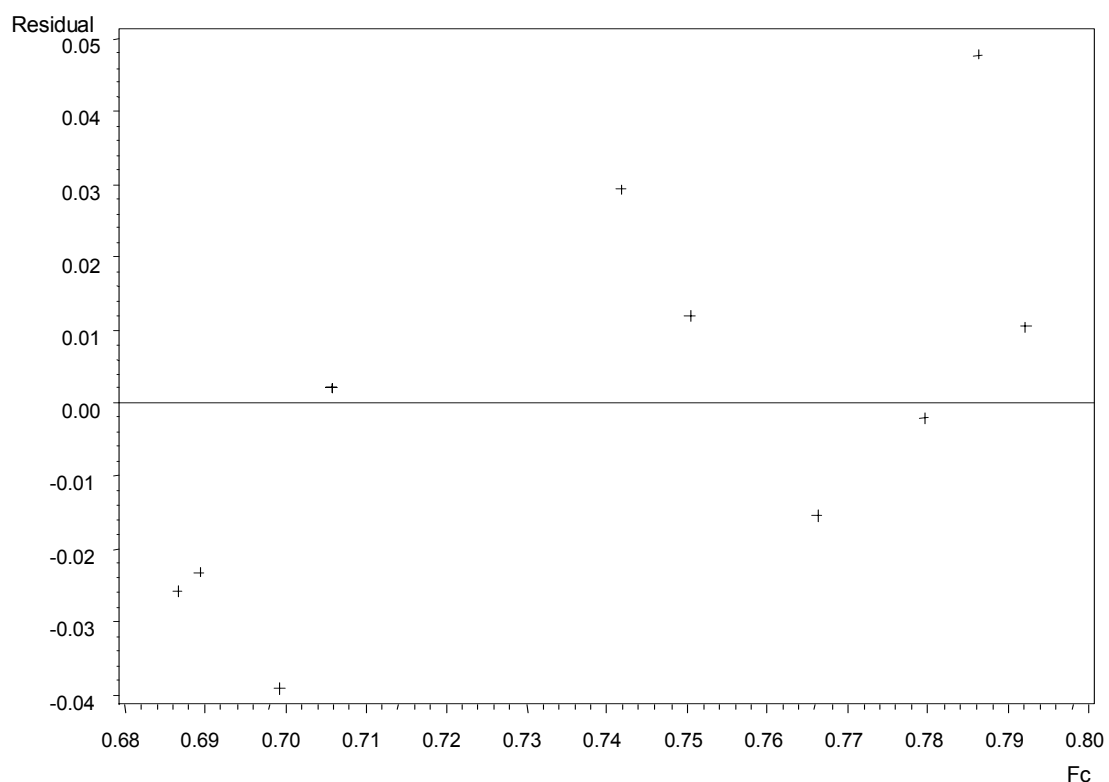


Figura 18- Gráfico de dispersão dos valores estimados através de equação modelada para toras curtas no inverno, por período de 0 à 90 dias

#### 4.6 Tabela de conversão

A tabela de conversão do volume de madeira de *Eucalyptus grandis* empilhada (m<sup>st</sup>) em volume madeira maciça (m<sup>3</sup>), foi confeccionada a partir dos valores médios do fator de cubicação obtido por razão de volumes, sendo que este método de conversão mostrou-se mais eficiente.

Na Tabela (31) analisou-se diferenças das médias subdivididas no tempo e como resultado foi possível observar não haver diferenças significativas entre os períodos: total; antes da estabilização; e após a estabilização.

Tabela 31- Comparação de médias para Fc obtido para seis meses e em períodos subdivididos

Estação	comp. do torete	média			≠ %	Teste Tukey
		total	antes da estabilização	após a estabilização		
verão	1m	0,71	0,71	0,72	1,39	NS
verão	2,3m	0,64	0,72	0,65	11,11	NS
inverno	1m	0,72	0,73	0,74	2,70	NS
inverno	2,3m	0,67	0,64	0,69	7,25	NS

N S- corresponde a valores não significativos pelo Teste Tukey ( $\alpha < 5\%$ )

No entanto, os valores de conversão para pilhas de 1 e 2,3m, presentes na Tabela 32 serão válidos somente para conversão de volumes em pilhas instaladas no início do verão (em janeiro) e no início do inverno (julho), Estações I e II, período no qual ocorreram as observações.

Tabela 32- Tabela de conversão de madeira roliça empilhada (m<sup>st</sup>) de *Eucalyptus grandis* em volume maciço (m<sup>3</sup>), em toretes de 1 e 2,3m de comprimento, instalados no início da Estação

	Estação I (verão)							erro max. (%)
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	média	
Torete 1m	0,67	0,72	0,73	0,71	0,72	0,71	0,71	1,6
Torete 2,3m	0,63	0,64	0,65	0,64	0,64	0,63	0,64	1,6
	Estação II (inverno)							erro máx. (%)
	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	média	
Torete 1m	0,71	0,74	0,78	0,72	0,72	0,73	0,73	2,7
Torete 2,3m	0,61	0,70	0,66	0,71	0,71	0,67	0,67	8,9

Valores médios de fator de cubicação com os toretes de 1 e 2,3m podem ser utilizados, especificamente, reduzindo o erro de conversão. Assim, de uma maneira geral, nas pilhas de verão o fator de conversão a ser adotado para toretes de 1 e

2,3m é 0,71 e 0,64, respectivamente. Nas pilhas de inverno, por sua vez, os valores do fator de cubicação são de 0,73 e 0,67, para os toretes de 1 e 2,3m, respectivamente.

Nas pilhas formadas no verão, para dois comprimentos de toretes, o erro máximo entre o uso do fator médio foi de 1,6%. Nas pilhas formadas no inverno o erro foi maior do que nas pilhas de verão, alcançando 2,7% nos toretes de 1m e 8,9% nos toretes de 2,3m. Essa variação decorre da alteração climática entre a época do empilhamento que ocorreu no mês de julho (inverno) e o final do período de observação, em dezembro, (início do verão) quando as temperaturas já eram altas e com pouca precipitação.

As médias do fator de cubicação observados nesse estudo, para os dois comprimentos de toretes e para as duas estações, apresentaram valores diferentes daqueles encontrados na literatura, cujos quais são freqüentemente utilizados na conversão de volumes de madeira de *Eucalyptus* sp., isto é 0,65 e 0,61.

No entanto, na conversão de volumes para *Eucalyptus grandis*, os valores corretos a serem adotados estão apresentados na Tabela 32. O fator de cubicação depende da espécie, da época do ano e do comprimento do torete a não observância desses fatores trará consigo o revés do erro na determinação do volume rigoroso.

Conclui-se que para conversão de madeira roliça empilhada em volume cúbico não houve diferença significativa, pelo Teste Tukey (5%), sendo possível a utilização da média semestral para cada comprimento de torete e para cada época do ano específicos.

#### **4.7 Altura média das Unidades Amostrais**

A altura da pilha de madeira obteve um decréscimo ao longo dos seis meses de exposição, o que influenciou diretamente no volume aparente e, conseqüentemente, no fator de cubicação ( $F_c$ ) obtido por razão de volumes. O acamamento da pilha, no entanto, não influenciou o  $F_c$  obtido pela contagem angular, sendo que esse, em seis meses de exposição, conforme análise estatística, não apresentou variação significativa do  $F_c$ , fato que pode ser observado na Tabela 14.

Os valores médios das alturas observadas nas unidades experimentais estão apresentados na Tabela 34.

Tabela 33- Altura média das unidades experimentais

Tempo de exposição (mês)	Toretos longos		Toretos curtos	
	verão	inverno	verão	inverno
1	1,99	2,00	2,00	1,97
2	1,96	1,87	1,89	1,89
3	1,90	1,86	1,88	1,88
4	1,90	1,86	1,88	1,87
5	1,87	1,83	1,87	1,86
6	1,86	1,83	1,86	1,85

O gráfico da Figura 18 permitiu visualizar a variação da altura da pilha num período de seis meses de exposição. A redução da altura para toretes longos empilhados no verão e no inverno foram de 6,5% e 8,5% da altura inicial, respectivamente. As pilhas compostas por toretes curtos tiveram uma redução de 7% no verão e de 6% no inverno.

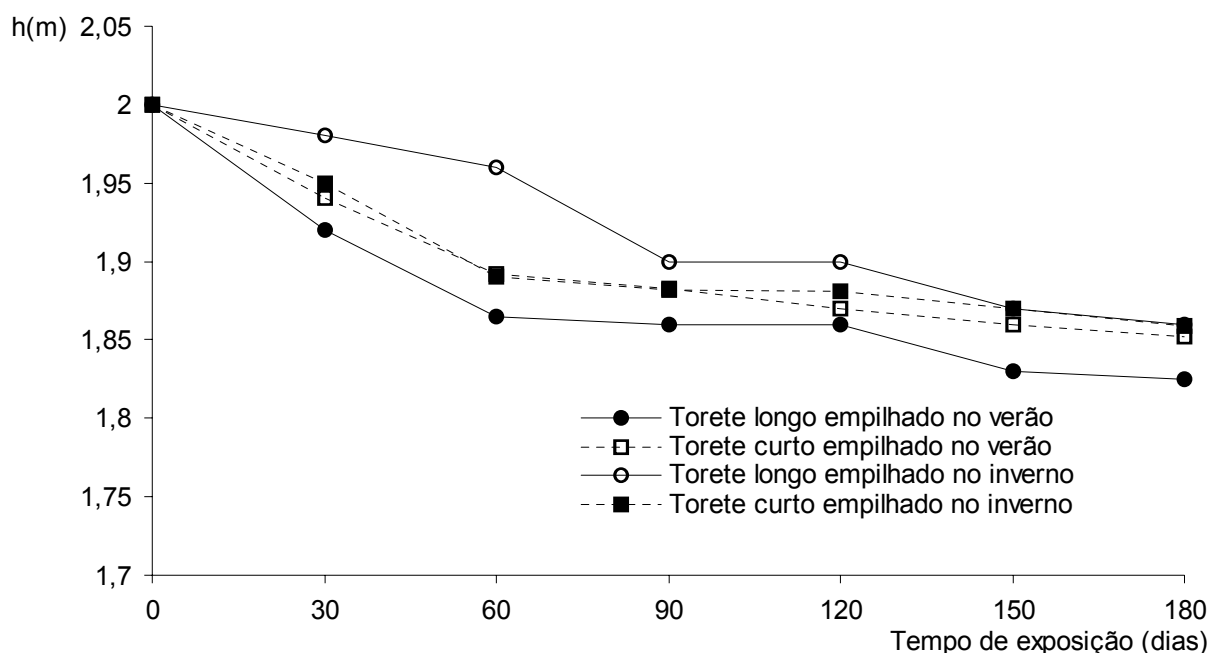


Figura 19- Gráfico da variação da altura das pilhas de madeira num período de cento e oitenta dias de exposição

A pilha de toretes curtos teve menor redução de altura quando comparada com a de torete longo. A pilha de torete longo, empilhado no verão, foi a que teve maior redução na altura (8,5%), enquanto a torete curto, empilhado no inverno, apresentaram a menor variação na altura (6%).

## 5 CONCLUSÕES

Os toretes de *Eucalyptus grandis* apresentaram variação dimensional quando expostos as intempéries por um período de cento e oitenta dias (seis meses) fazendo o fator de cubicação (Fc) variar no decorrer do período de exposição.

O coeficiente de variação (CV) do fator de cubicação obtido por razão de volumes oscilou de 4,2 a 9,5%, por sua vez, o CV do Fc obtido por contagem angular variou de 10,9 a 13%.

No Fator de cubicação (Fc) obtido por razão de volumes o coeficiente de variação mais elevado (9,5%) ocorreu nas pilhas de toretes longos empilhados no inverno e a menor (4,2) nas pilhas compostas também por toretes longos, porém formadas no verão. O Fc nas toras curtas alcançaram CV de 6,8 e 5,1% no verão e no inverno, respectivamente.

O fator de cubicação obtido por contagem angular seguiu a mesma tendência do Fc obtido por razão de volumes, isto é, a maior dispersão (17,4%) ocorreu nos toretes longos empilhados no inverno, e o menor CV de 10,9%, tanto para os toretes longos no verão, quanto para os toretes curtos no inverno.

As pilhas de toras longas instaladas no inverno apresentam menor valor inicial de Fator de cubicação, sendo 0,61 e 0,51, para Fc obtido por razão de volumes e por contagem angular, respectivamente.

A estabilização do fator de cubicação (Fc) para experimento instalado no verão ocorreu após sessenta dias, com valor médio de 0,69, porém o Fc obtido por contagem angular estabilizou após noventa dias, com valor médio de 0,63. As pilhas instaladas no inverno, atingiram estabilidade no valor do Fc 0,71 após noventa dias para o Fc obtido por razão de volumes e, após sessenta dias o valor de 0,65 para Fc obtido por contagem angular.

De maneira geral, ocorre elevação no valor do fator de cubicação (Fc), trinta dias após a instalação das pilhas, com exceção das pilhas compostas de toretes curtos instaladas no inverno, que mostrou o Fc obtido por razão de volumes máximo, (0,78), aos sessenta dias após a instalação.

Constatou-se variação no Fc das pilhas, no decorrer do período de exposição a céu aberto, e diferença significativa no valor de Fc, por razão de volumes, entre as estações inverno e verão ( $F=18,72$ ) nos comprimentos dos toretes (1 e 2,3m) com



valor de  $F=35,18$ , bem como quanto ao tempo de exposição,  $F=6,51$ . Não houve interação entre os fatores (tempo de exposição, comprimento do torete e estação do ano).

O  $F_c$  obtido por contagem angular não teve variação significativa pelo teste  $F$  no decorrer do tempo de exposição, nas estações inverno e verão, e nos comprimentos dos toretes (1 e 2,3m); não havendo também interação entre os fatores.

A variação no fator de cubicação decorrente do pelo tempo de exposição ao clima indica o uso de  $F_c$ 's diferenciados na conversão de volume de madeira empilhada ( $m^{st}$ ) em madeira maciça ( $m^3$ ); sendo indicados os obtidos por razão de volumes, uma vez que essa técnica apresentou, maior sensibilidade pelo Teste  $F$  e valores de  $CV$  inferiores quando comparados aos obtidos por contagem angular.

A rachadura de topo dos toretes contribuiu significativamente no aumento da dimensão dos toretes apresentando correlação de 0,36, tanto nas pilhas formadas no inverno e verão, quando os toretes estivessem na parte inferior da pilha, 0,41 e 0,35, no verão e inverno, respectivamente, para toretes localizados na parte mediana da pilha e, 0,46 para toretes na parte superior da pilha, na estação inverno.

A umidade da madeira não apresentou correlação com o fator de cubicação, mas essa variável, por sua vez, apresentou, no verão, correlação significava com as rachaduras de topo em todos os estratos (inferior, médio e superior), sendo essas correlações não significativas no inverno.

O fator de cubicação é influenciado pelas variáveis do efeito principal em estudo, isto é: estação climática verão e inverno (0,23); tempo de exposição das pilhas (0,19); e de maneira negativa com o comprimento do torete (-0,57). Isso significa que pilhas compostas por toretes longos tendem a valores de  $F_c$  mais reduzidos, quanto maior o tempo de exposição maior é o  $F_c$ , ocorrendo um acamamento (acomodamento) do material depositado tendo em vista que o volume aparente da pilha diminui, em decorrência da redução dos espaços vazios.

A redução do volume aparente durante o tempo de exposição, decorre da altura da pilha, pois na largura havia restrição lateral, e o comprimento do torete não sofreu variação dimensional no período de cento e oitenta dias. A redução da altura da pilha, para toretes longos foi de 6,5 e 8,5%, no verão e no inverno, respectivamente, e de 7 e 6% para pilhas de toretes curtos formadas no verão e no inverno, respectivamente.

Estabilização do valor do  $F_c$ , a partir dos noventa dias de exposição, coincide com a estabilização da perda de umidade das pilhas de verão, porém, nas pilhas de inverno, a estabilidade no teor de umidade ocorre a partir de cento e vinte dias de exposição. É importante frisar que as pilhas de verão encontram no final do período de observações condições atmosféricas de umidade do ar, temperatura e precipitação correspondente ao inverno, e vice-versa.

A secagem da madeira indicou a existência de diferenças significativas ( $\alpha < 1\%$ ) para o fator comprimento do torete ( $F=60,31$ ); e não significativa para os fatores: posição na pilha (inferior, média e superior), estação (verão e inverno) e para o tempo de exposição. Quanto as interações, foram significativas a 1% de erro: estação x tempo de exposição e estação x tempo de exposição x comprimento do torete.

O torete nas pilha de madeira depositada a céu aberto não apresenta diferença de umidade nas posições inferior, média e superior, contudo o teor de umidade da madeira é diferente nos diferentes comprimentos dos toretes estudados.

Não foi possível obter um modelo de equação de regressão que estime com precisão a variação do fator de cubicação para o período de cento e oitenta dias, como também não foi possível obter um modelo com bom ajuste para período de noventa dias. Com isto, conclui-se que o melhor estimador para o fator de cubicação é a média.

Para conversão de madeira roliça empilhada em volume cúbico não houve diferença significativa entre o período de seis meses de exposição e esse mesmo período subdividido no tempo, sendo possível a utilização da média semestral para cada comprimento de torete e para cada época do ano específicos. Para toretes empilhados no verão o fator de cubicação deverá ser 0,71 e 0,64, no comprimentos 1,0 e 2,3m, respectivamente. No entanto, em toretes empilhados no inverno o fator de cubicação deverá ser 0,72 e 0,67, no comprimentos 1,0 e 2,3m, respectivamente.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ANDRAE, F. **Métodos de medição de madeira na indústria florestal-quantificação do volume, peso e sortimentos como vínculo entre produção da floresta e a quantidade transformada na indústria.** In: 2º Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal. **Anais...** Santa Maria: PPGEF/UFSM. Santa Maria, 2001. 69-80p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MADEIRA (ABPM), **PINUS Ouro Verde e Perfumado. Essência de um Novo Tempo.** Boletim Informativo, São Paulo, 1999.
- BERNDT, R. A.; MOREIRA, M. F. **Sub-bosque de eucalipto: CREA-RS, Área técnica, Ano I, nº 12, Porto Alegre 2005, p21.**
- COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M. **Fator de empilhamento para plantações *Eucalyptus* no Estado de São Paulo.** IPEF. Piracicaba, nº 38. 1988. 23-27p.
- DEMARZO, M. A.; SGAI, R. D. **Resistência natural da madeira.** Disponível em: <<http://www.remade.com.br/>>. Acesso em: 17 out. 2005.
- DURLO, M. A. **Relação água-madeira.** In: I SEMINÁRIO SOBRE SECAGEM DA MADEIRA, Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992.
- FERNANDES, P. S.; SARAIVA FILHO, J. C.; FERREIRA, M. C. **Contração volumétrica da madeira roliça de *Eucalyptus saligna* Smith em estoque.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBS/IBDF/CNPq/FINEP, 1983. P774-775.
- FERREIRA, M. C.; FERNANDES, P. S.; SARAIVA FILHO, J. C. **Variação na umidade da madeira de eucalipto, estocada em pátio industriais.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBS/IBDF/CNPq/FINEP, 1983. P779-781.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1992. 269p.
- FINGER, C. A. G. **Tabelas para o manejo de *Eucalyptus grandis*. e *Eucalyptus saligna*, em primeira e segunda rotações.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1997. 85p.

- GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo, Nobel, 1985. 111p.
- GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. (Circular Técnica,171).
- GATTO, D. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa da utilização madeireira na região da quarta colônia de imigração italiana no Rio Grande do Sul**. 2002. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- GERALDO, F. C.; NAVAJAS, E. M. C. **Biodeterioração e preservação de madeiras**. In: Simpósio Florestal do Rio Grande do Sul- Tecnologia da Madeira, 2. Esteio, UFSM/AGEFLOR/CEPEF/FATEC, 1992. 84-133p.
- GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, editora Nobel, Piracicaba 1990. 467p.
- HILLIS, W. E.; BROWN, A. G. **Eucalyptus for wood productions** CSIRO, MELBOURNE, 1987. cap.12.
- HOFFMAN, T. R.; HENDRICKIS, L. T.; POWELL, K. **Selecting preservative treated wood: with special emphasis on landscape timbers**. Disponível em: <<http://www.extension.umn.edu/distribution/housingandclothing/DK0897.html>>. Acesso em: 13 abr. 2005.
- IPF. Proposta de portaria do INMETRO prevê a proibição da utilização do estéreo em 2010. IPF Notícias. Jun./ago., 1999. 11p.
- KEGLER, L. L.; SARTORI, M. G. B. **Análise pluviométrica em Santa Maria no período de 1913 a 2000**. Trabalho de graduação, UFSM, Santa Maria 2002.
- LIMA, L. B. **Madeira reflorestada e exportação: caminhos para um setor em crescimento**. Revista da Madeira, Ano 14, nº 51, Curitiba, 2005.
- MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. 309p.
- OLIVEIRA, J. L. **Perguntas e respostas sobre secagem de madeiras**. São Paulo, IPT, Divisão de Madeiras, 1981. 34p. (publicação interna, 9).

- PAULA NETO, F.; REZENDE, A. V.; CAMPOS, J. C. C.; REZENDE, J. L. P. **Análise do comportamento dos fatores de empilhamento para *Eucalyptus grandis***. Revista *Árvore*, v.17, n.1 Viçosa, 1993. 45-59p.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba, FEALQ, 2002. 309 p.
- RECH, B. ;PEREIRA, O. L.; FREITAS, A. J. P. **Fatores de Conversão Para Cálculos de Volume da *Acacia mearnsii* – Wild**, in: IV CONGRESSO ESTADUAL FLORESTAL, Nova Prata, 1980.
- RECH, C. **Durabilidade Natural e Preservação**. Revista da Madeira, nº 59 - ano 11 - Curitiba 2001
- RECH, C. **Cresce Presença do Eucalipto no Brasil**. Revista da Madeira, nº 92 - ano 15 - Curitiba 2006. p 61.
- RECORD, S. J.; HESS, R. W. **Timber of the new world**. Yale University Press, New Haven, 1949. 640p.
- REMADE, 2005. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/>>. Acesso em: 02 abr. 2005.
- REZENDE, A. V.; PAULA NETO, F. **Estudo dos fatores de empilhamento para *Eucalyptus grandis*, em função do tempo de secagem dos toros nas pilhas** Viçosa-Minas Gerais. Revista *Árvore*, v. 15, n. 3, 1991. p.207-327
- REZENDE, M. A. **Uma abordagem não convencional das principais características físicas da madeira com ênfase para a retratibilidade, densidade e técnica de atenuação da radiação gama**. Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, 144p. Botucatu, 1997.
- REZENDE, M. A. **Retratibilidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e de *Eucalyptus grandis* e suas relações com a umidade e densidade**. Scientia Forestalis, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, nº64-127, Piracicaba, 2003. 120p.
- RIBEIRO JUNIOR, J. I. **Análises Estatísticas no Excel: guia prático**. Viçosa, UFV, 2004. 251p.

- RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia**. 2.ed., São Paulo: Edgard Brüncher, São Paulo 1981. 294p.
- SANTINI, E. J. **Biodeterioração e Preservação da Madeira**. UFSM/CEPEF/FATEC, Santa Maria, 1988. 125p.
- SANTINI, E. J. **I Seminário sobre secagem de madeira**. UFSM/CEPEF/FATEC, Santa Maria, 1992. 100p.
- SCHNEIDER, P. R. **Análise de regressão aplicada à engenharia florestal**. UFSM/CEPEF, Santa Maria, 1998. p.76.
- SILVA J. C. **Madeira de eucalipto na indústria moveleira**, Revista da Madeira, Ano 9, nº 50, Curitiba, 1999. p39.
- SILVA J. C., **Perspectivas do setor florestal**, Revista da Madeira, nº 50, Curitiba, 1999. p8.
- SILVA J. C. **Cresce presença do eucalipto no Brasil**, Revista da Madeira, Ano 15, nº 92, Curitiba, 2005. p66.
- STAPE, J. L. (Coord.) **Teste de uso múltiplo de Eucalyptus –TUME**. Piracicaba: IPEF/LCF/ESLQ/USP, 1998.
- STORCK, L.; LOPES, S. J.; LÚCIO, S. D. **Experimentação II**. 3. ed, Santa Maria, UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia. 2004. 205p.
- TENSÃO** de crescimento. **Revista da Madeira**, Curitiba, ago. 2005. Caderno Qualidade, p.65.

## APÊNDICE I

**ESTADÍSTICA SIMPLES PARA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON COM AS MEDIAS  
ATMOSFÉRICAS TOMADAS SEIS DIAS ANTECEDENTES AO LEVANTAMENTO DE DADOS  
ESTAÇÃO I ( verão )**

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Soma	Mínimo	Máximo
FC Médio	36	0,68163	0,055283	24,538827	0,607264	0,828117
FcACA M/edio	36	0,654159	0,080064	23,549750	0,527600	0,805300
Fc 1,0	18	0,71828	0,05183	12,92896	0,61034	0,82812
Fc 2,3	18	0,64499	0,02761	11,60987	0,60726	0,55540
FcACA 1,0	18	0,62485	0,07517	11,24730	0,52760	0,77760
FcACA 2,3	18	0,68347	0,07568	12,30245	0,55540	0,80530
VA	36	8,96458	3,763830	322,725000	4,994650	14,887000
VR	36	5,970400	2,227827	214,934410	3,600410	9,833140
UI	36	42,287222	15,709633	1522,340000	6,450000	71,020000
UM	36	42,857222	13,551761	1542,860000	22,070000	71,020000
US	36	39,062778	15,982916	1406,260000	8,220000	72,960000
RI	36	3,846667	1,864668	138,480000	0	5,600000
RM	36	3,851944	2,031758	138,670000	0	6,200000
RS	36	3,531667	1,714602	127,140000	0	5,350000
TMAX	36	26,500000	5,326484	954,000000	21,000000	33,000000
TMIN	36	14,983333	4,025952	539,400000	9,800000	20,800000
TAM	36	19,896667	4,645258	716,280000	14,770000	26,180000
AMPL	36	11,616667	2,328519	418,200000	7,300000	14,600000
TamXAmpl	36	236,850833	88,077566	8526,630000	122,786000	348,064000
UR15H	36	57,500000	13,464238	2070,000000	38,000000	79,000000
URM	36	75,533333	10,373593	2719,200000	58,000000	87,900000
PREC	36	1,816667	2,190434	65,400000	0	4,900000
PICHE	36	3,266667	1,755318	117,600000	1,500000	6,100000
INSL	36	6,683333	2,940214	240,600000	2,100000	11,900000
V	36	55,550000	19,201228	1999,800000	32,700000	87,000000
Ko	36	708,383333	219,292708	25502,000000	450,000000	1027,200000
RG	36	327,233333	136,856525	11780,000000	143,800000	570,700000
PENMAN	36	2,278333	1,007221	82,020000	1,050000	3,840000



ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON COM MÉDIAS DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS SEIS DIAS ANTERIORES AO LEVANTAMENTO DOS DADOS - Estação I (verão).

Coefficientes de Correlação de Pearson / Prob > |R| (abaixo) Ho: Rho=0

	FC Médio	FcACA Médio	Fc 1,0	Fc 2,3	FcACA 1,0	FcACA 2,3	VA	VR	UI	UM	US	RI	RM	RS	TMAX	TMIN	TAM	AMPL	TXA	UR15H	URM	PREC	PICHE	INSL	V	Ko	RG	PENMAN
FC Médio	1	-	-	-	-	-	-0,69287	-0,60277	-0,05147	0,11239	0,12528	0,36062	0,41160	0,26441	-0,07439	-0,03024	0,05505	-0,1097	-0,09712	0,14285	0,14589	0,04483	-0,1209	-0,15828	-0,03977	-0,13304	-0,15614	-0,16223
FcACA Médio	0	1	-	-	-	-	0,0001	0,0001	0,7856	0,5140	0,4666	0,0307	0,0126	0,1191	0,6663	0,8610	0,7498	0,5242	0,5731	0,4059	0,3959	0,7951	0,4825	0,3565	0,8179	0,4392	0,3632	0,3445
Fc 1,0	-	-	1	-	-	-	0,45021	-0,47582	-0,18587	-0,10309	0,01710	0,01475	0,09694	0,10016	0,31646	0,38863	0,35765	0,06260	0,25171	-0,17687	-0,16913	-0,19708	0,19992	-0,0142	0,40089	0,23020	0,11340	0,14874
Fc 2,3	-	-	-	1	-	-	0,0059	0,0034	0,2778	0,5496	0,9211	0,9320	0,5738	0,5611	0,0601	0,0192	0,0322	0,7168	0,1386	0,3241	0,3241	0,2493	0,2424	0,9519	0,0154	0,1768	0,5102	0,3866
FcACA 1,0	-	-	-	-	1	-	-0,54382	0,69024	-0,35098	-0,20849	-0,25948	0,28512	0,28452	0,26925	-0,04562	0,02942	-0,1116	-0,14292	-0,08925	0,01905	0,16274	0,03889	-0,13171	-0,22119	0,01584	-0,13560	-0,19240	-0,18367
FcACA 2,3	-	-	-	-	-	1	0,0197	0,0015	0,1533	0,4064	0,2984	0,2515	0,2525	0,2799	0,8574	0,9077	0,9649	0,5716	0,7247	0,5284	0,5059	0,8782	0,6024	0,3778	0,9503	0,5916	0,4443	0,4657
VA	-0,69287	0,45021	-0,54382	-0,28743	-0,57447	0,64335	1	0,99173	-0,29359	-0,28567	-0,28639	-0,27786	-0,37109	-0,15039	0,03979	0,03244	0,03668	0,03433	0,04154	-0,0469	-0,04591	-0,02377	0,04221	0,03771	0,0329	0,04735	0,04516	0,04965
VR	0,0001	0,0001	0,0197	0,2475	0,0126	0,0040	0	0,0001	0,0822	0,0912	0,0904	0,1008	0,0259	0,3813	0,8178	0,8510	0,8318	0,8424	0,8099	0,7859	0,7903	0,8905	0,8069	0,8271	0,8489	0,7839	0,7937	0,7737
UI	-0,60277	-0,47582	0,69024	0,06429	-0,01243	0,65849	0,99173	1	-0,35171	-0,31036	-0,30451	-0,24501	-0,34338	-0,11855	0,02461	0,02436	0,02453	0,01498	0,02267	-0,02106	-0,01926	-0,01504	0,01949	0,01035	0,02364	0,02259	0,01714	0,02033
UM	0,0001	0,0034	0,0015	0,7999	0,9610	0,0030	0,0001	0	0,0354	0,0654	0,0710	0,1498	0,0403	0,4910	0,8867	0,8879	0,8871	0,9309	0,8947	0,9030	0,9112	0,9306	0,9102	0,9522	0,8912	0,896	0,921	0,9063
US	-0,05147	-0,18587	-0,35098	-0,20214	0,00866	-0,11818	-0,29359	-0,35171	1	0,83554	0,79420	-0,63433	-0,46291	-0,67436	-0,56843	0,43288	0,51977	0,52433	0,62070	-0,66418	-0,74338	-0,40631	0,72270	0,67262	0,44069	0,69326	0,74669	0,6981
RI	0,7856	0,2778	0,1533	0,0082	0,9728	0,6405	0,0822	0,0354	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0045	0,0001	0,0003	0,0084	0,0012	0,001	0,0001	0,0001	0,0139	0,0001	0,0001	0,0071	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
RM	0,11239	-0,10309	-0,20849	-0,32555	-0,20630	0,22174	-0,28567	-0,31036	0,83554	1	0,95076	-0,66306	-0,4858	-0,69462	0,51404	0,37225	0,46353	0,49907	0,57563	-0,62532	-0,72052	-0,37195	0,70022	0,6757	0,37779	0,65394	0,73145	0,66743
RS	0,5140	0,5496	0,4064	0,1874	0,4115	0,3765	0,0912	0,0654	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,0027	0,0001	0,0013	0,0254	0,0044	0,0019	0,0001	0,0001	0,0255	0,0001	0,0001	0,0231	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
TMAX	0,12528	0,01710	-0,29948	-0,17952	0,03913	0,27595	-0,28639	-0,30451	0,7942	0,95076	1	-0,66796	-0,49430	-0,69093	0,48545	0,33762	0,43154	0,49362	0,55229	-0,60704	-0,70143	-0,36364	0,67883	0,67465	0,34839	0,62909	0,71713	0,64544
TMIN	0,4666	0,9211	0,2984	0,4759	0,8775	0,2677	0,0904	0,071	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0022	0,0001	0,0027	0,0440	0,0086	0,0022	0,0005	0,0001	0,0029	0,0001	0,0001	0,0037	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
TAM	0,36062	0,01475	0,28512	0,26742	0,22167	-0,00857	-0,27786	-0,24501	-0,63433	-0,66306	-0,66796	1	0,93660	0,96046	-0,41738	-0,18935	-0,31846	-0,59287	-0,53319	0,67507	0,73658	0,32619	-0,66487	-0,80598	-0,21052	-0,64406	-0,78787	-0,72951
AMPL	0,0307	0,9320	0,2515	0,2834	0,3767	0,9731	0,1008	0,1498	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,0113	0,2687	0,0584	0,0001	0,0008	0,0001	0,0001	0,0522	0,0001	0,0001	0,0021	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
TXA	0,41160	0,09694	0,28452	0,14232	0,27518	0,26663	-0,37109	-0,34338	-0,46291	-0,4858	-0,49430	0,93660	1	0,92053	-0,20842	0,00129	-0,11478	-0,43984	-0,32865	0,47376	0,54405	0,1417	-0,47707	-0,66034	0,01799	-0,44175	-0,60733	-0,55806
UR15H	0,0126	0,8738	0,2525	0,5732	0,2691	0,2848	0,0259	0,0403	0,0045	0,0027	0,0022	0,0001	0	0,0001	0,2225	0,994	0,5050	0,0073	0,0503	0,0035	0,0006	0,4097	0,0033	0,0001	0,9171	0,0070	0,0001	0,0004
URM	0,26441	0,10016	0,26925	0,23039	0,22218	0,08851	-0,15039	-0,11855	-0,67436	-0,69462	-0,69093	0,96046	0,92053	1	-0,44671	-0,19919	-0,33429	-0,64745	-0,56966	0,72272	0,76597	0,32683	-0,68589	-0,8366	-0,19889	-0,68231	-0,82171	-0,78549
PREC	0,1191	0,5611	0,2799	0,3577	0,3756	0,7269	0,3813	0,491	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0063	0,2441	0,0463	0,0001	0,0003	0,0001	0,00517	0,0001	0,0001	0,0025	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
PICHE	-0,07439	0,31646	-0,04562	-0,21660	0,19112	0,48951	0,03979	0,02461	-0,56843	0,51404	0,48545	-0,41738	-0,20842	-0,44671	1	0,92293	0,9778	0,70698	0,9779	-0,87845	-0,90686	0,94427	0,64856	0,95281	0,93916	0,84818	0,89644	
INSL	0,6663	0,0601	0,8574	0,3880	0,4474	-0,392	0,8178	0,8867	0,0003	0,0013	0,0027	0,0113	0,2225	0,0063	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
V	-0,03024	0,38863	0,02942	-0,17810	0,13156	0,52480	0,03244	0,02436	0,43288	0,37225	0,33762	-0,18935	0,00129	-0,19919	0,92293	1	0,98234	0,36222	0,82286	-0,66144	-0,72854	-0,55846	-0,80602	0,32192	0,96489	0,81777	0,61955	0,66537
RG	0,861	0,0192	0,9077	0,4795	0,2082	0,0253	0,851	0,8879	0,0084	0,0254	0,044	0,2687	0,994	0,2441	0,0001	0	0,0001	0,0214	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0055	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
PENMAN	0,05505	0,35765	-0,1116	-0,20268	0,25794	0,51157	0,03668	0,02453	0,51977	0,46353	0,43154	-0,31846	-0,11478	-0,33429	0,9778	0,98234	1	0,54373	0,91401	-0,77904	-0,83463	-0,67509	0,89536	0,4914	0,97721	0,89129	0,74785	0,73810
FC Médio	-0,7498	0,0322	0,9649	0,4199	0,3014	0,0300	0,8318	0,8871	0,0012	0,0044	0,0086	0,0584	0,5050	0,0463	0,0001	0,0001	0	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0023	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
FcACA Médio	-0,1097	0,06260	-0,14292	-0,17737	-0,09876	0,23246	0,03433	0,01498	0,52433	0,49907	0,49362	-0,59287	-0,43984	-0,64745	0,70698	0,36222	0,54373	1	0,83427	-0,87897	-0,81242	-0,87594	0,76474	0,94253	0,52734	0,74361	0,87052	0,67459
Fc 1,0	0,5242	0,7168	0,5716	0,4814	0,8966	0,3533	0,8424	0,9309	0,001	0,0019	0,0022	0,0001	0,0073	0,0001	0,0214	0,0006	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Fc 2,3	-0,09712	0,25171	-0,08925	-0,22702	0,10912	0,43195	0,04154	0,02287	0,6207	0,57563	0,55229	-0,53319	-0,32865	-0,56966	0,9779	0,82286	0,91401	0,83427	1	-0,9418	-0,95336	-0,84455	0,96695	0,78996	0,88289	0,95422	0,92563	0,83118
FcACA 1,0	0,5731	0,1385	0,7247	0,3650	0,6665	0,0734	0,9099	0,8947	0,0001	0,0002	0,0005	0,0008	0,0503	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
FcACA 2,3	0,14285	-0,17687	0,01905	0,28078	-0,03756	-0,34237	-0,0469	-0,02106	-0,66418	-0,62532	-0,60704	0,67507	0,47376	0,72272	-0,87845	-0,66144	-0,77904	-0,87897	-0,9418	1	0,96790	0,73965	-0,91539	-0,88491	-0,7356	-0,9622	-0,97132	-0,93195
VA	0,4059	0,3244	0,5284	0,2573	0,8824	0,1643	0,7859	0,903	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0035	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
VR	0,14589	-0,16913	0,16274	-0,27784	-0,03882	0,27784	-0,04591	-0,01926	-0,74338	-0,72052	-0,70143	0,73658	0,54405	0,76597	-0,90686	-0,72854	-0,83463	-0,81242	-0,95336	0,96790	1	0,71812	-0,98037	-0,86537	-0,76982	-0,98117	-0,98811	-0,93006
UI	0,3959	0,3241	0,5059	0,2643	0,8784	0,2643	0,7903	0,9112	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
UM	0,04483	-0,19708	0,03889	0,10914	-0,07195	0,10914	-0,02377	-0,01504	-0,06361	-0,37195	-0,36364	0,32619	0,1417	0,32683	-0,78094	-0,55846	-0,67509	-0,87594	-0,84455	0,73965	0,71812	1	-0,75335	-0,75005	-0,51974	-0,66302	-0,73184	-0,46044
US	0,7951																											

**ESTATÍSTICA SIMPLES PARA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON COM AS MÉDIAS  
ATMOSFÉRICAS TOMADAS SEIS DIAS ANTECEDENTES AO LEVANTAMENTO DE DADOS  
ESTAÇÃO II ( inverno )**

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Soma	Mínimo	Máximo
FC Médio	36	0,706960	0,054059	25,450570	0,553226	0,792176
FcACA M/edio	36	0,657610	0,08502	23,673860	0,444370	0,888600
Fc 1,0	18	0,73342	0,03766	13,20162	0,67403	0,79218
Fc 2,3	18	0,68050	0,05581	12,24895	0,55323	0,78984
FcACA 1,0	18	0,67806	0,07181	12,20503	0,61090	0,88860
FcACA 2,3	18	0,63716	0,09403	11,46883	0,44437	0,80530
VA	36	9,114396	3,763823	328,118240	4,940880	15,695730
VR	36	6,338834	2,431958	228,198040	3,330320	10,526840
UI	36	28,448889	19,897543	1024,160000	5,920000	70,190000
UM	36	31,485833	20,871984	1133,490000	5,080000	64,260000
US	36	25,501111	20,305223	918,040000	4,480000	64,190000
RI	36	4,392222	2,083811	158,120000	0	6,330000
RM	36	4,134167	2,042471	148,830000	0	6,720000
RS	36	4,541111	2,282795	163,480000	0	7,560000
TMAX	36	24,983333	4,430576	899,400000	18,300000	29,7000000
TMIN	36	12,833333	3,296578	462,000000	8,100000	16,500000
TAM	36	18,365000	4,148115	661,140000	12,770000	23,170000
AMPL	36	12,150000	2,140027	437,400000	8,900000	14,900000
TamXAmpl	36	228,109000	77,440409	8211,924000	113,653000	312,194000
UR15H	36	57,183333	12,748972	2058,600000	43,300000	78,900000
URM	36	73,300000	10,368358	2638,800000	59,700000	86,700000
PREC	36	1,800000	2,34143	64,800000	0	6,700000
PICHE	36	3,166667	1,133389	114,000000	1,800000	4,400000
INSL	36	6,800000	2,668547	244,800000	2,300000	10,500000
V	36	59,900000	15,686682	2156,400000	30,200000	80,400000
Ko	36	823,816667	212,749909	29657,000000	484,300000	1061,300000
RG	36	362,950000	131,748797	13066,000000	213,700000	543,300000
PENMAN	36	2,116667	1,129981	76,200000	0,700000	3,700000

**ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON COM MÉDIAS DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS SEIS DIAS ANTERIORES AO LEVANTAMENTO DOS DADOS - Estação II (inverno).**

Coefficientes de Correlação de Pearson / Prob > |R| (abaixo) Ho: Rho=0

	FC Médio	FcACA Médio	Fc 1,0	Fc 2,3	FcACA 1,0	FcACA 2,3	VA	VR	UI	UM	US	RI	RM	RS	TMAX	TMIN	TAM	AMPL	TamXAmpl	UR15H	URM	PREC	PICHE	INSL	V	Ko	RG	PENMAN	
FC Médio	1	-	-	-	-	-	-0,5292	-0,33655	0,06329	-0,0795	0,05925	0,36484	0,35238	0,46523	0,27287	0,25760	0,27405	0,14013	0,23072	-0,03474	-0,09756	0,13494	-0,02547	0,01305	-0,37621	0,27898	0,17910	0,23116	
FcACA Médio	0	1	-	-	-	-	0,0009	0,0448	0,7139	0,6448	0,7314	0,0287	0,0350	0,0042	0,1074	0,1293	0,1058	0,4150	0,1758	0,8406	0,5713	0,4326	0,8828	0,9398	0,0237	0,0994	0,2959	0,1749	
Fc 1,0	-	0	1	-	-	-	0,3890	0,3528	0,2012	0,0993	0,0652	0,0411	0,0408	0,1450	0,7684	0,8870	0,5743	0,6963	0,6433	0,8377	0,2577	0,6479	0,0038	0,8234	0,9459	0,9092	-	-	
Fc 2,3	-	-	0	1	-	-	0,03754	0,64245	0,21621	-0,27927	0,15382	0,20277	0,27424	0,22579	-0,00441	0,08899	0,00066	-0,24690	-0,16733	0,42695	0,33757	0,45102	-0,35627	-0,27999	-0,33622	0,00788	-0,14425	-0,09100	
FcACA 1,0	-	-	-	0	1	-	0,8824	0,0040	0,3889	0,2617	0,5423	0,4197	0,2708	0,3677	0,7996	0,7255	0,9979	0,3233	0,5069	0,0772	0,1707	0,0609	0,1167	0,26605	0,1725	0,9752	0,5680	0,7195	
FcACA 2,3	-	-	-	-	0	1	-0,30045	0,59311	-0,15522	-0,16859	-0,6588	0,63140	0,59015	0,58895	0,57976	0,44622	0,53816	0,44201	0,56636	-0,35637	-0,41954	-0,03913	0,19035	0,21458	-0,51252	0,54299	0,44935	0,51573	
VA	-0,52918	0,14801	0,03754	-0,30045	0,42088	0,11268	1	0,97398	-0,13525	-0,15164	-0,02631	-0,04723	-0,00598	-0,37473	-0,09428	-0,07933	-0,09176	-0,06125	-0,08753	0,03763	0,05540	-0,03955	-0,02708	-0,02078	0,08480	-0,09830	-0,07210	-0,08663	
VR	0,0009	0,3890	0,8824	0,2257	0,0820	0,6562	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,3869	0,2630	0,8663	0,7328	0,5728	0,0869	0,9562	0,9638	0,9519	0,9748	0,9560	0,9644	0,8861	0,9307	9915	0,9588	0,9272	0,9487	0,9396
UI	0,06329	0,21813	0,21621	-0,15522	0,37241	0,10984	-0,13525	-0,14865	1	0,70350	0,91474	-0,17957	-0,06889	-0,17685	-0,59205	-0,53039	-0,62307	-0,30081	-0,57858	0,38500	0,54670	-0,33378	-0,58163	-0,29983	-0,25912	-0,67229	-0,56974	-0,68503	
UM	0,7139	0,2012	0,3889	0,5386	0,1280	0,6644	0,4316	0,3869	0	0,0001	0,0001	0,2947	0,6897	0,3021	0,0001	0,0009	0,0001	0,0746	0,0002	0,0204	0,0006	0,0486	0,0002	0,0756	0,1270	0,0001	0,0003	0,0001	
US	-0,07953	0,27904	-0,27927	-0,16859	0,21684	0,41751	-0,15164	-0,18388	0,70350	1	0,75590	-0,16432	-0,07709	-0,14622	-0,50077	-0,46325	-0,53398	-0,23249	-0,48002	0,29412	0,44076	-0,31891	-0,46963	-0,23467	-0,20387	-0,57455	-0,47495	-0,57924	
RI	0,36484	0,34111	0,20277	0,63140	0,106686	0,5824	-0,04723	0,58993	-0,17957	-0,16432	-0,21257	1	0,95126	0,89057	0,76833	0,58268	0,072415	0,60460	0,75257	-0,39401	-0,51732	0,23967	0,24797	-0,83414	0,78711	0,66382	0,72095		
RM	0,35238	0,34267	0,27424	0,59015	0,05286	0,59512	-0,00598	0,09720	-0,06889	-0,07709	-0,10373	0,95126	1	0,85623	0,68986	0,58261	0,67277	0,47294	0,64722	-0,26819	-0,39020	0,018837	0,09707	0,18406	-0,83673	0,69569	0,53367	0,62057	
RS	0,46523	0,24785	0,22579	0,58895	0,11613	0,55251	-0,37473	-0,28938	-0,17685	-0,14622	-0,24292	0,89057	0,85623	1	0,75426	0,65282	0,73996	0,46692	0,68996	-0,27898	-0,42523	0,24656	0,14787	0,18138	-0,76333	0,76358	0,56999	0,58457	
TMAX	0,27287	0,05084	-0,00441	0,57976	-0,11728	0,21957	-0,09428	-0,00949	-0,59205	-0,50077	-0,63312	0,76833	0,68986	0,75426	1	0,85805	0,97394	0,60549	0,94627	-0,58401	-0,74237	0,03175	0,46254	0,32719	-0,41204	0,96782	0,75455	0,96956	
TMIN	0,1074	0,7884	0,7986	0,0117	0,6430	0,3813	0,5844	0,9562	0,0001	0,0019	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,8542	0,0045	0,0514	0,2125	0,0001	0,0001	0,0001	
TAM	0,25760	0,02454	0,08899	0,44622	-0,15820	0,202753	-0,07933	-0,00784	-0,53039	-0,46325	-0,56509	0,58268	0,58261	0,65282	0,85805	1	0,93641	0,11127	0,65189	-0,12905	-0,35536	0,08082	0,04686	-0,06997	-0,27638	0,80125	0,40084	0,73508	
AMPL	0,14013	0,07913	-0,24690	0,44201	0,03449	0,12479	-0,06125	-0,00546	-0,30081	-0,23249	-0,32638	0,60460	0,47294	0,46692	0,60549	0,11127	0,44030	1	0,81868	-0,92038	-0,87529	-0,06214	0,80370	0,73195	-0,40174	0,62995	0,83327	0,67338	
TamXAmpl	0,23072	0,32494	-0,16733	0,56636	-0,09795	0,16331	-0,08753	-0,00953	-0,57858	-0,48002	-0,61760	0,75257	0,64722	0,68996	0,94627	0,65189	0,87245	0,81868	1	-0,90179	-0,90538	-0,00357	0,69405	0,57629	-0,37931	0,93723	0,98680	0,95620	
UR15H	0,1758	0,8508	0,5069	0,0143	0,6990	0,5173	0,8117	0,9560	0,0002	0,0030	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,9835	0,0001	0,0002	0,0225	0,0001	0,0001	0,0001	
URM	-0,03474	0,07030	0,42695	-0,35637	0,04984	0,09168	0,03763	0,00343	0,38500	0,29412	0,40289	-0,39401	-0,26819	-0,27898	-0,58401	-0,12905	-0,44017	-0,92038	-0,80179	1	0,95667	0,28990	-0,89355	-0,83591	0,08445	-0,56409	-0,83703	-0,68913	
PREC	0,13494	0,03538	0,45102	-0,03913	-0,17488	0,24603	-0,03955	-0,02475	-0,33378	-0,31891	0,36491	0,23967	0,018837	0,24656	0,03175	0,08082	0,10057	-0,06214	-0,00357	0,28990	0,13066	1	0,05436	-0,05885	-0,15378	0,26341	0,16409	0,15350	
PICHE	0,4326	0,8377	0,0609	0,8775	0,4877	0,3251	0,8189	0,8861	0,0466	0,0580	0,0287	0,1592	0,2712	0,1472	0,8542	0,6394	0,5595	0,7188	0,9835	0,0863	0,4475	0	0,7529	0,7332	0,3705	0,1206	0,3389	0,3714	
INSL	-0,02547	-0,19370	-0,35627	0,19035	0,20697	-0,18208	-0,02708	-0,01503	-0,58163	-0,46963	-0,60548	0,24797	0,09707	0,14787	0,46254	0,04866	0,36243	0,80370	0,69405	-0,89355	-0,90506	0,05436	1	0,89324	0,15696	0,54075	0,86888	0,68149	
V	0,8828	0,2577	0,1167	0,4493	0,4099	0,4674	0,8754	0,9307	0,0002	0,0039	0,0001	0,1448	0,5733	0,3894	0,0045	0,7861	0,0298	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,7529	0	0,0001	0,3606	0,0007	0,0001	0,0001	
Ko	0,01305	-0,07878	-0,27999	0,21458	-0,05114	-0,10745	-0,02078	-0,00183	-0,29983	-0,23467	-0,31176	0,30274	0,18406	0,18138	0,32719	-0,06997	0,23767	0,73195	0,57629	-0,83591	-0,83885	-0,05885	0,89324	1	0,06324	0,38093	0,83925	0,58158	
RG	0,9398	0,6479	0,26605	0,3925	0,8403	0,6713	0,9043	9915	0,0756	0,1683	0,0644	0,0727	0,2826	0,2898	0,0514	0,6851	0,1628	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,7332	0,0001	0	0,7141	0,0219	0,0001	0,0002	
PENMAN	-0,37621	-0,47045	-0,33622	-0,51252	-0,32762	-0,61940	0,08480	-0,00893	-0,25912	-0,20387	-0,24044	-0,83673	-0,76333	-0,41204	-0,27638	-0,34249	-0,40174	-0,37931	0,08445	0,10086	-0,15378	0,15696	0,06324	1	-0,40354	-0,22628	-0,25950	-	
	0,0237	0,0036	0,1725	0,0296	0,1845	0,0061	0,6229	0,9588	0,1270	0,2330	0,1578	0,0001	0,0001	0,0001	0,0125	0,1027	0,0409	0,0152	0,0225	0,6244	0,5583	0,3705	0,3606	0,7141	0	0,0147	0,1845	0,1264	
	0,27898	0,03854	0,00788	0,54299	-0,16433	0,24185	-0,09830	-0,01579	-0,67229	-0,57455	-0,71939	0,78711	0,69569	0,76358	0,96782	0,80125	0,95075	0,62995	0,93723	-0,56409	-0,74405	0,26341	0,54075	0,38093	-0,40354	1	0,81898	0,96288	
	0,0994	0,8234	0,9752	0,0199	0,5147	0,3336	0,5684	0,9272	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,1206	0,0007	0,0219	0,0147	0	0,0001	0,0001	
	0,17910	-0,01172	-0,14425	0,44935	-0,12077	0,09714	-0,07210	-0,01111	-0,56974	-0,47495	-0,60558	0,66382	0,53367	0,56999	0,75455	0,40084	0,68559	0,83327	0,89680	-0,83703	-0,94212	0,16409	0,86888	0,83925	-0,22628	0,81898	1	0,91308	
	0,2959	0,9456	0,5680	0,0614	0,6331	0,7014	0,6780	0,9487	0,0003	0,0034	0,0001	0,0001	0,0008	0,0003	0,0001	0,0154	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,3389	0,0001	0,0001	0,1845	0,0001	0	0,0001	
	0,23116	-0,01970	-0,09100	0,51573	-0,17904	0,13933	-0,08663	0,01308	-0,68503	-0,57924	-0,72735	0,72095	0,62057	0,68457	0,96956	0,73508	0,91981	0,67338	0,95620	-0,89913	-0,86193	0,15350	0,68149	0,58158	-0,25950	0,96288	0,91308	1	
	0,1749	0,9092	0,7195	0,0285	0,4772	0,5814	0,6154	0,9396	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,3714	0,0001	0,0002	0,1264	0,0001	0,0001	0	

**ESTATÍSTICA SIMPLES PARA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON COM AS MÉDIAS  
ATMOSFÉRICAS TOMADAS DEZ DIAS ANTECEDENTES AO LEVANTAMENTO DE DADOS  
ESTAÇÃO I ( verão )**

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Soma	Mínimo	Máximo
FC Médio	36	0,68163	0,055283	24,538827	0,607264	0,828117
FcACA M/edio	36	0,651074	0,080612	23,438650	0,527600	0,805300
Fc 1,0	18	0,71828	0,05183	12,92896	0,61034	0,82812
Fc 2,3	18	0,64499	0,02761	11,60987	0,60726	0,69892
FcACA 1,0	18	0,61868	0,07368	11,13620	0,52760	0,77760
FcACA 2,3	18	0,68347	0,07568	12,30245	0,55540	0,80530
VA	36	8,96458	3,763830	322,725000	4,994650	14,887000
VR	36	5,970400	2,227827	214,934410	3,600410	9,833140
UI	36	42,287222	15,709633	1522,340000	6,450000	71,020000
UM	36	42,857222	13,551761	1542,860000	22,070000	71,020000
US	36	39,062778	15,982916	1406,260000	8,220000	72,960000
RI	36	3,846667	1,864668	138,480000	0	5,600000
RM	36	3,851944	2,031758	138,670000	0	6,200000
RS	36	3,531667	1,714602	127,140000	0	5,350000
TMAX	36	26,100000	5,772249	939,600000	18,800000	33,100000
TMIN	36	14,183333	4,000321	521,400000	9,500000	20,500000
TAM	36	19,353333	4,916963	696,720000	13,950000	25,960000
AMPL	36	11,566667	2,324282	416,400000	7,400000	14,900000
TamXAmpl	36	232,334667	94,500755	8364,048000	105,154000	354,173000
UR15H	36	57,850000	11,580785	2082,600000	39,600000	75,300000
URM	36	75,933333	9,831436	2733,600000	58,900000	87,400000
PREC	36	1,800000	1,376953	64,800000	0	3,100000
PICHE	36	3,200000	1,763438	115,200000	1,300000	6,100000
INSL	36	6,850000	2,592131	246,600000	3,800000	11,900000
V	36	52,133333	16,788942	1876,800000	31,800000	77,200000
Ko	36	714,833333	220,509511	25734,000000	449,600000	1031,400000
RG	36	332,866667	133,280319	11983,000000	177,900000	572,300000
PENMAN	36	2,100000	1,104795	75,600000	0,900000	3,800000



**ESTADÍSTICA SIMPLES PARA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON COM AS  
MEDIAS  
ATMOSFÉRICAS TOMADAS SEIS DIAS ANTECEDENTES AO LEVANTAMENTO DE DADOS  
ESTAÇÃO II ( inverno )**

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Soma	Mínimo	Máximo
FC Médio	36	0,706960	0,054059	25,450570	0,553226	0,792176
FcACA M/edio	36	0,657610	0,08502	23,673860	0,444370	0,888600
Fc 1,0	18	0,73342	0,03766	13,20162	0,67403	0,79218
Fc 2,3	18	0,68050	0,05581	12,24895	0,55323	0,78984
FcACA 1,0	18	0,67806	0,07181	12,20503	0,61090	0,88860
FcACA 2,3	18	0,63716	0,09403	11,46883	0,44437	0,80530
VA	36	9,114396	3,763823	328,118240	4,940880	15,695730
VR	36	6,338834	2,431958	228,198040	3,330320	10,526840
UI	36	28,448889	19,897543	1024,160000	5,920000	70,190000
UM	36	31,485833	20,871984	1133,490000	5,080000	64,260000
US	36	25,501111	20,305223	918,040000	4,480000	64,190000
RI	36	4,392222	2,083811	158,120000	0	6,330000
RM	36	4,134167	2,042471	148,830000	0	6,720000
RS	36	4,541111	2,282795	163,480000	0	7,560000
TMAX	36	24,983333	4,430576	899,400000	18,300000	29,700000
TMIN	36	12,833333	3,296578	462,000000	8,100000	16,500000
TAM	36	18,365000	4,148115	661,140000	12,770000	23,170000
AMPL	36	12,150000	2,140027	437,400000	8,900000	14,900000
TamXAmpl	36	228,109000	77,440409	8211,924000	113,653000	312,194000
UR15H	36	57,183333	12,748972	2058,600000	43,300000	78,900000
URM	36	73,300000	10,368358	2638,800000	59,700000	86,700000
PREC	36	1,800000	2,34143	64,800000	0	6,700000
PICHE	36	3,166667	1,133389	114,000000	1,800000	4,400000
INSL	36	6,800000	2,668547	244,800000	2,300000	10,500000
V	36	59,900000	15,686682	2156,400000	30,200000	80,400000
Ko	36	823,816667	212,749909	29657,000000	484,300000	1061,300000
RG	36	362,950000	131,748797	13066,000000	213,700000	543,300000
PENMAN	36	2,116667	1,129981	76,200000	0,700000	3,700000

**ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON COM MÉDIAS DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS DEZ DIAS ANTECEDENTES AO LEVANTAMENTO DOS DADOS - Estação II (inverno).**

Coeficientes de Correlação de Pearson / Prob > |R| (abaixo) Ho: Rho=0

	FC Médio	FcACA Médio	Fc 1,0	Fc 2,3	FcACA 1,0	FcACA 2,3	VA	VR	UI	UM	US	RI	RM	RS	TMAX	TMIN	TAM	AMPL	TXA	UR15H	URM	PREC	PICHE	INSL	V	Ko	RG	PENMAN
FC Médio	1	-	-	-	-	-	-0,52916	-0,33650	0,06329	-0,07953	0,05925	0,36484	0,35238	0,46523	0,26285	0,0694	0,24386	0,22541	0,24068	-0,08413	-0,10615	-0,00058	0,06887	0,06981	-0,26038	0,27602	0,18036	0,21385
0	-	1	-	-	-	-	0,0009	0,0448	0,7139	0,6448	0,7314	0,0287	0,0350	0,0042	0,1214	0,2259	0,1518	0,1862	0,1574	0,6249	0,5378	0,9973	0,6898	0,6858	0,1251	0,1032	0,2925	0,2104
FcACA Médio	-	1	-	-	-	-	-0,37526	-0,30060	0,47410	0,26879	0,41166	0,20682	0,17618	0,20579	-0,09819	-0,19527	-0,14093	0,10166	-0,06339	0,01436	0,09801	-0,09863	-0,17763	-0,019933	-0,44459	-0,05263	-0,03913	-0,08692
-	-	0	-	-	-	-	0,0241	0,0748	0,0035	0,1129	0,0126	0,2262	0,3040	0,2286	0,5768	0,2537	0,4123	0,5552	0,7134	0,9338	0,5696	0,5671	0,2995	0,9109	0,0066	0,7596	0,8207	0,5739
Fc 1,0	-	-	1	-	-	-	0,03754	0,64245	0,21621	-0,27927	0,15382	0,20277	0,27424	0,22579	0,02822	0,13586	0,05550	-0,15086	-0,08625	0,41583	0,34045	0,48720	-0,32941	-0,39503	-0,29464	0,00105	-0,23361	-0,12621
-	-	-	0	-	-	-	0,8824	0,0040	0,3889	0,2617	0,5423	0,4197	0,2708	0,3677	0,9115	0,5909	0,8268	0,5502	0,7336	0,0861	0,1668	0,0403	0,1819	0,1047	0,2353	0,9967	0,3508	0,6178
Fc 2,3	-	-	-	1	-	-	-0,30045	0,59311	-0,15522	-0,16859	-0,06588	0,63140	0,59015	0,58895	0,49756	0,31505	0,44182	0,54481	0,53123	-0,44630	-0,43836	-0,32990	0,35763	0,40376	-0,31294	0,54178	0,51210	0,50546
-	-	-	-	0	-	-	0,2257	0,00095	0,5386	0,5037	0,7951	0,0049	0,0099	0,0101	0,0356	0,2029	0,0664	0,0194	0,0233	0,0634	0,0688	0,1812	0,1451	0,0966	0,2061	0,0202	0,0298	0,0324
FcACA 1,0	-	-	-	-	1	-	0,29895	0,22024	0,78385	0,70326	0,79404	-0,28057	-0,35383	-0,27211	-0,69935	-0,74603	-0,73750	-0,29869	-0,62221	0,24157	0,45420	-0,18720	-0,58870	-0,21438	-0,47232	-0,63993	-0,45760	-0,61591
-	-	-	-	-	0	-	0,2262	0,3798	0,0001	0,0011	<-0,0001	0,2594	0,1497	0,2747	0,0012	0,0004	0,0005	0,2286	0,0058	0,3342	0,0583	0,4570	0,0102	0,3930	0,0478	0,0042	0,0562	0,0065
FcACA 2,3	-	-	-	-	-	1	-0,89369	-0,39235	0,22334	-0,17051	0,09945	0,60560	0,60294	0,35757	0,21142	0,30461	0,41462	0,35884	-0,15814	-0,16701	-0,03802	0,12328	0,12825	-0,45506	0,39175	0,27764	0,29251	
-	-	-	-	-	-	0	<-0,0001	0,1073	0,3730	0,4987	0,6946	0,0077	0,0082	0,0081	0,1452	0,3997	0,2191	0,0871	0,1436	0,5308	0,5077	0,8810	0,6260	0,8121	0,0578	0,1079	0,2646	0,2388
VA	-0,52916	-0,37526	0,03754	-0,30045	0,29895	-0,89369	1	0,97398	-0,13525	-0,15164	-0,02631	-0,04723	-0,00598	-0,37473	-0,09464	-0,07285	-0,8823	-0,08371	-0,09258	0,04975	0,05995	0,01223	-0,05686	-0,04329	0,04255	-0,09768	-0,07559	-0,08434
0,0009	0,0241	0,8824	0,2257	0,2282	<-0,0001	0	0,0001	0,4316	0,3773	0,8778	0,7844	0,9724	0,0243	0,5830	0,6729	0,8089	0,6274	0,9435	0,7419	0,8021	0,7284	0,9435	0,7419	0,8021	0,8054	0,5709	0,8613	0,6248
VR	-0,33650	-0,30060	0,64245	0,59311	0,22024	-0,39235	0,97398	1	-0,14865	-0,18388	-0,02908	0,05893	0,09720	-0,28938	-0,01810	-0,01930	-0,01903	-0,00774	-0,01608	0,00143	0,00952	-0,01523	-0,01803	-0,00069	-0,01920	-0,01568	-0,00904	-0,01392
0,0448	0,0748	0,0040	0,00095	0,3798	0,1073	0,0001	0	0,3889	0,2630	0,8663	0,7328	0,5728	0,0869	0,9166	0,9110	0,9123	0,9643	0,9258	0,9934	0,9560	0,9298	0,9169	0,9968	0,9115	0,9277	0,9053	0,9358	
UI	0,06329	0,47410	0,21621	-0,15522	0,78385	0,22334	-0,13525	-0,14865	1	0,70350	0,91474	-0,17957	-0,06889	-0,11685	-0,72259	-0,73160	-0,75504	-0,38902	-0,68640	0,43184	0,62731	0,01283	-0,75072	-0,41061	-0,81930	-0,67600	-0,59220	-0,71055
0,7139	0,0035	0,3889	0,5386	0,0001	0,3730	0,4316	0,3869	0	0,0001	0,0001	0,2947	0,6897	0,3021	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0085	0,0001	0,9408	0,0001	0,0129	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
UM	-0,07953	0,26879	-0,27927	-0,16859	0,70326	-0,17051	-0,15164	-0,18388	0,70350	1	0,75590	-0,16432	-0,07709	-0,14622	-0,62024	-0,64016	-0,64169	-0,29796	-0,57899	0,33618	0,51041	-0,02754	-0,81674	-0,32021	-0,51540	-0,57731	-0,48749	-0,59850
0,6448	0,1129	0,2617	0,5037	0,0011	0,4987	0,3773	0,2830	0,0001	0	0,0001	0,3382	0,6550	0,3948	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,076	0,0002	0,0450	0,0015	0,8733	0,0001	0,0569	0,0013	0,0002	0,0026	0,0001
US	0,05925	0,41166	0,15382	-0,06588	0,79404	0,09945	-0,02631	-0,02908	0,91474	0,75590	1	-0,21257	-0,10373	-0,24292	-0,77032	-0,77251	-0,80178	-0,40328	-0,73179	0,45261	0,65827	0,00760	-0,78674	-0,42920	-0,62388	-0,72287	-0,62759	-0,75272
0,7314	0,0126	0,5423	0,7951	<-0,0001	0,6946	0,8789	0,8663	0,0001	0,0001	0	0,2132	0,5471	0,1534	0,0001	0,0001	0,0001	0,0147	0,0001	0,0056	0,0001	0,9649	0,0001	0,0090	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
RI	0,36484	0,20682	0,20277	0,63140	-0,28057	0,60560	-0,04723	0,05893	-0,17957	-0,16432	-0,21257	1	0,95126	0,89057	0,72174	0,48363	0,64971	0,74923	0,73556	-0,47579	-0,51696	-0,22988	0,42967	0,45300	-0,50814	0,78217	0,86849	0,68580
0,0287	0,2262	0,4197	0,0049	0,2594	0,0077	0,7844	0,7328	0,2947	0,3382	0,2132	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0034	0,0012	0,1774	0,0089	0,0055	0,0016	0,0001	0,0001	0,0001	
RM	0,35238	0,17618	0,27424	0,59015	-0,35383	0,60206	-0,00598	0,09720	-0,06889	-0,07709	-0,10373	0,95126	1	0,85623	0,63997	0,44770	0,57917	0,63530	0,63281	-0,40010	-0,18844	0,29652	0,34327	-0,55842	0,69071	0,55257	0,58519	
0,0350	0,3040	0,2208	0,0099	0,1497	0,0082	0,9724	0,6887	0,6550	0,5471	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0247	0,0156	0,2711	0,0791	0,0404	0,0004	0,0001	0,0005	0,0002	
RS	0,46523	0,20579	0,22579	0,58895	-0,27211	0,60294	-0,37473	-0,28938	-0,11685	-0,14622	-0,24292	0,89057	0,85623	1	0,72335	0,63530	0,63281	0,67347	0,64444	0,70203	-0,39382	-0,15047	0,37775	0,35582	-0,44363	0,75907	0,59809	0,65588
0,0042	0,2235	0,3677	0,0101	0,2747	0,0081	0,0243	0,0869	0,3021	0,3948	0,1534	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0175	0,0055	0,3811	0,0231	0,0332	0,0067	0,0001	0,0001	0,0001	
TMAX	0,26285	-0,09619	0,02822	0,49756	-0,69935	-0,09464	-0,01810	-0,72259	-0,62024	-0,77032	0,72174	0,63997	0,72335	1	0,88724	0,98551	0,70359	0,96608	-0,60423	-0,76225	-0,17417	0,79087	0,53923	0,12439	0,9839	0,82173	0,94581	
0,1214	0,6768	0,9115	0,0356	0,0012	0,1452	0,5830	0,9166	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,3097	0,0001	0,0007	0,4698	0,0001	0,0001	0,0001	
TMIN	0,0694	-0,19527	0,13586	0,31505	-0,74603	0,21142	-0,07285	-0,01930	-0,73160	-0,64016	-0,77251	0,48363	0,44770	0,55383	0,88724	1	0,95036	0,29646	0,74362	-0,28066	-0,50285	0,12593	0,55043	0,23696	0,33992	0,81855	0,54630	0,77345
0,2259	0,2537	0,5909	0,2029	0,0004	0,3997	0,6729	0,9110	0,0001	0,0001	0,0001	0,0028	0,0062	0,0005	0,0001	0	0,0001	0,0791	0,0001	0,0973	0,0018	0,4643	0,0005	0,1641	0,0425	0,0001	0,0006	0,0001	
TAM	0,24386	-0,14093	0,05550	0,44182	-0,73750	0,30461	-0,8823	-0,01903	-0,75504	-0,84169	-0,80178	0,64971	0,57917	0,67347	0,98551	0,95036	1	0,57363	0,91504	-0,2032	-0,70735	-0,08567	0,74086	0,46900	0,22928	0,95463	0,75987	0,91950
0,1518	0,4123	0,8268	0,0664	0,0005	0,2191	0,8089	0,9123	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0002	0,0001	0,0011	0,0001	0,6193	0,0001	0,0039	0,1786	0,0001	0,0001	0,0001	
AMPL	0,22541	0,10166	-0,15086	0,54481	-0,29869	0,41462	-0,08371	-0,00774	-0,36902	-0,29796	-0,40328	0,74923	0,63530	0,64444	0,70359													