

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

ESTUDO COMPARATIVO DAS DEFORMAÇÕES FÍSICAS E MECÂNICAS
DO *Eucalyptus saligna* UTILIZANDO AS NORMAS ABNT E COPANT

JORGE E. QUINTERO
- Orientador -

ANA REGINA MANFREDINI GAMEIRO
- Eng. Civil -

TESE APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA PARA
A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE NA ÁREA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aos meus pais

A Ana Cristina, minha irmã

Ao Nelson Luís, meu noivo

AGRADECIMENTOS

- Ao Conselho Nacional de Pesquisas Tecnológicas (CNPq), pela ajuda prestada através da bolsa concedida.
- Ao Prof. Jorge E. Quintero, pela orientação e colaboração na execução deste trabalho.
- Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas, na pessoa do Dr. Luis Tadashi Watai, pela colaboração dispensada na obtenção do material e facilitar o uso do laboratório.
- Ao Eng. Takashi Yojo, pela ajuda na tabulação dos dados.
- Ao Técnico Carlos Eduardo Laizo, pela amizade e assistência nos trabalhos de laboratório.
- Ao Eng. Roberto Dacks, pela orientação e realização das análises estatísticas.
- A Prof. Irenilza de Alencar Naas, pela dedicação entusiasmo durante todo o período e principalmente nos piores momentos e pelo incentivo e apoio constantes na redação desta Tese.
- As secretárias Célia T. B. Lessa , Valdeci S. Gonçalves, Telma S. T. A. Sallum e Raquel M. Bianchini, pela cooperação e amizade prestada durante minha permanência nesta Faculdade.
- A Todos da Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola e em especial à Sra. Angelina F. de Godoy pela colaboração prestada.
- Ao Prof. Inacio Maria Del Fabbro pela colaboração na tradução de trabalhos publicados em Inglês.
- Ao Olivaldo e Arací pelo serviço de datilografia.

ÍNDICE

	PÁG.
RESUMO.....	i
SUMMARY.....	iii
I. INTRODUÇÃO.....	1
A. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
B. LIMITAÇÕES NO ESTUDO	5
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
A. SECAGEM DA MADEIRA	8
B. PESO ESPECÍFICO	10
C. CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA	10
D. CONTRAÇÃO LINEAR	11
E. COMPRESSÃO QUALIFICADA.....	11
F. MÓDULO DE ELASTICIDADE À COMPRESSÃO	12
G. MÓDULO DE ELASTICIDADE À FLEXÃO.....	14
H. TRAÇÃO NORMAL ÀS FIBRAS	15
I. FENDILHAMENTO	16
J. DUREZA	16
L. CISALHAMENTO	17
III. MATERIAL E EQUIPAMENTO	18
A. MATERIAL.....	18
1. EUCALYPTUS SALIGNA	18
B. EQUIPAMENTOS	18
1. MÁQUINA UNIVERSAL A. J. AMSLER & C.O.....	18
2. MÁQUINA UNIVERSAL MOHR & FEDERFRAFF A.G.	19

3. INSTRON MODELO TT DML 1115	20
4. MÁQUINA SIMPLES	20
5. OUTROS EQUIPAMENTOS	21
IV. MÉTODO E PROCEDIMENTO	27
A. PREPARO DOS CORPOS DE PROVA	27
B. MÉTODO DE ENSAIO ATRAVÉS DA ABNT.....	27
1. UMIDADE	27
2. PESO ESPECÍFICO APARENTE.....	28
3. RETRATIBILIDADE	29
4. CONTRAÇÕES VOLUMÉTRICAS	30
5. CONTRAÇÕES LINEARES	31
C. PROPRIEDADES MECÂNICAS.....	32
1. COMPRESSÃO PARALELA AS FIBRAS	32
2. MÓDULO DE ELASTICIDADE À COMPRESSÃO	33
3. FLEXÃO ESTÁTICA	34
4. TRAÇÃO NORMAL ÀS FIBRAS	36
5. FENDILHAMENTO	37
6. DUREZA.....	37
7. CISALHAMENTO	38
8. FLEXÃO DINÂMICA OU CHOQUE	38
D. MÉTODO DE ENSAIO ATRAVÉS DA COPANT	39
1. UMIDADE	39
2. CONTRAÇÃO LINEAR	40

E. PROPRIEDADES MECÂNICAS	41
1. COMPRESSÃO PARALELAS ÀS FIBRAS	41
2. ENSAIO DE FLEXÃO ESTÁTICA.....	44
3. FENDILHAMENTO	45
4. CISALHAMENTO	46
5. DUREZA	46
6. TRAÇÃO PARALELA ÀS FIBRAS	47
V. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	62
VI. NÚMERO DE EXPERIMENTOS	64
VII. ANÁLISES ESTATÍSTICA	66
VIII. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
1. ENSAIO DE CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA.....	70
2. ENSAIO DE PESO ESPECÍFICO.....	72
3. ENSAIO DE CONTRAÇÃO LINEAR.....	73
4. ENSAIO DE FENDILHAMENTO.....	75
5. ENSAIO DE TRAÇÃO NORMAL.....	77
6. ENSAIO DE CISALHAMENTO.....	78
7. ENSAIO DE DUREZA.....	80
8. ENSAIO DE COMPRESSÃO AXIAL.....	82
9. ENSAIO DE COMPRESSÃO NORMAL (TANGENCIAL).....	85
10. ENSAIO DE COMPRESSÃO NORMAL (RADIAL).....	88
11. ENSAIO DE COMPRESSÃO QUALIFICAÇÃO.....	91
12. ENSAIO DE CHOQUE (ABNT).....	92
13. ENSAIO DE TRAÇÃO PARALELA (COPANT).....	93
14. ENSAIO DE FLEXÃO ESTÁTICA.....	95
15. ENSAIO DE FLEXÃO QUALIFICAÇÃO.....	98

	PAG.
16. ENSAIO DE COMPRESSÃO EM FUNÇÃO DA UMIDADE.....	99
CONCLUSÃO.....	102
BIBLIOGRAFIA.....	104

ÍNDICE DE TABELAS

	Pag.
8.1. ENSAIO DE CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA.....	71
8.2. ENSAIO DE PESO ESPECÍFICO.....	72
8.3. ENSAIO DE CONTRAÇÃO LINEAR.....	73
8.4. ENSAIO DE FENDILHAMENTO.....	76
8.5. ENSAIO DE TRAÇÃO NORMAL.....	77
8.6. ENSAIO DE CISALHAMENTO.....	78
8.7. ENSAIO DE DUREZA.....	80
8.8. ENSAIO DE COMPRESSÃO AXIAL.....	82
8.9. ENSAIO DE COMPRESSÃO NORMAL TANGENCIAL.....	85
8.10. ENSAIO DE COMPRESSÃO NORMAL RADIAL.....	88
8.11. ENSAIO DE COMPRESSÃO QUALIFICAÇÃO.....	91
8.12. ENSAIO DE CHOQUE.....	92
8.13. ENSAIO DE TRAÇÃO PARALELA.....	93
8.14. ENSAIO DE FLEXÃO ESTÁTICA.....	95
8.15. ENSAIO DE FLEXÃO QUALIFICAÇÃO.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

PAG.

1 - EUCALYPTUS SALIGNA	22
2 - EUCALIPTUS SALIGNA	23
3 - EUCALIPTUS SALIGNA	23
4 - MÁQUINA UNIVERSAL SIMPLES.....	24
5 - MAQUINA UNIVERSAL	25
6 - INSTRON	25
7 - MÁQUINA SIMPLES.....	26
8 - MÁQUINA SIMPLES.....	26
9 - MARCAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA	49
10 - CORPOS DE PROVA EM RECIPIENTE COM ÁGUA	49
11 - CORPOS DE PROVA	50
12 - CORPO DE PROVA SECANDO NA ESTUFA	50
13 - CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA ABNT	51
14 - CONTRAÇÃO LINEAR (ABNT).....	51
15 - CONTRAÇÃO LINEAR (SECANDO AO AR).....	52
16 - COMPRESSÃO SIMPLES.....	52
17 - ENSAIO COMPRESSÃO AXIAL	53
18 - ENSAIO COMPRESSÃO TANGENCIAL	53
19 - FLEXÃO QUALIFICAÇÃO	54
20 - FLEXÃO MÓDULO DE ELATICIDADE	54
21 - TRAÇÃO NORMAL ÀS FIBRAS	55
22 - FENDILHAMENTO	55
23 - DUREZA AXIAL	56

	PAG.
24 - DUREZA TANGENCIAL	56
25 - DUREZA RADIAL.....	57
26 - CISALHAMENTO	57
27 - CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA (COPANT).....	58
28 - CONTRAÇÃO LINEAR (COPANT).....	58
29 - COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS	59
30 - COMPRESSÃO PERPENDICULAR ÀS FIBRAS (RADIAL).....	59
31 - COMPRESSÃO PERPENDICULAR ÀS FIBRAS (TANGENCIAL).....	60
32 - FENDILHAMENTO.....	60
33 - CISALHAMENTO.....	61
34 - TRAÇÃO PARALELA ÀS FIBRAS.....	61
35 - LOCALIZAÇÃO NA TORA DAS SEÇÕES ONDE SÃO MARCA DOS OS CORPOS DE PROVA	62
36 - MARCAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA NAS VÁRIAS SEÇÕES DA TORA	62
37 - MANEIRA DE RETIRAR OS CORPOS DE PROVA DAS BARRAS LOCALIZADAS NAS SEÇÕES S1, S2 e S3	63
38 - GRÁFICO DE COMPRESSÃO AXIAL (ABNT).....	83
39 - GRÁFICO DE COMPRESSÃO AXIAL (COPANT)	84
40 - GRÁFICO DE COMPRESSÃO NORMAL TANGENCIAL (ABNT).....	86
41 - GRÁFICO DE COMPRESSÃO NORMAL TANGENCIAL (COPANT).....	87
42 - GRÁFICO DE COMPRESSÃO NORMAL RADIAL (ABNT).....	89
43 - GRÁFICO DE COMPRESSÃO NORMAL RADIAL (COPANT).....	90
44 - GRÁFICO DE ENSAIO DE TRAÇÃO PARALELA (COPANT).....	94
45 - GRÁFICO DE ENSAIO DE FLEXÃO (ABNT).....	96
46 - GRÁFICO DE ENSAIO DE FLEXÃO (COPANT).....	97
47 - GRÁFICO DE ENSAIO DE COMPRESSÃO EM FUNÇÃO DA UMIDA DE.....	100

NOMENCLATURA

SÍMBOLOS	SIGNIFICADOS	UNIDADES
H	UMIDADE	%
P _n	PESO DA AMOSTRA VERDE	g
P _o	PESO DA AMOSTRA SECA	g
C _t	CONTRAÇÃO TOTAL	%
V _n	VOLUME DO CORPO DE PROVA ÚMIDO	cm ³
V _o	VOLUME DO CORPO DE PROVA SECO	cm ³
C _l	CONTRAÇÃO LINEAR	%
L _n	MEDIDA LINEAR DO CORPO DE PROVA ÚMIDO	cm
L _o	MEDIDA LINEAR DO CORPO DE PROVA SECO	cm
l _φ	DISTÂNCIA FINAL ENTRE OS CENTROS DOS PREGOS	cm
E	MODULO DE ELASTICIDADE	Kg/cm ²
σ _p	TENSÃO NORMAL	Kg/cm ²
N	FORÇA UNITÁRIA	Kg
S	ÁREA	cm ²
ε	ALONGAMENTO TOTAL	mm
σ _r	LIMITE DE RESISTÊNCIA	Kg/cm ²

SIMBOLOS	SIGNIFICADOS	UNIDADES
P_{par}	PESO DO CORPO DE PROVA COM PARAFINA (COPANT)	g
$Dens_{par}$	DENSIDADE DA PARAFINA	g/m^3
V_t	CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA TOTAL	%
V_{sempar}	VOLUME DO CORPO DE PROVA SEM PARAFINA (COPANT)	cm^3
P_h	PESO DO CORPO DE PROVA ÚMIDO	g
$P.E$	PESO ESPECÍFICO (COPANT)	g/cm^3
P	PESO DO CORPO DE PROVA (COPANT)	g
V	VOLUME DO CORPO DE PROVA (COPANT)	cm^3
C_t	CONTRAÇÃO TANGENCIAL (COPANT)	%
dv	MEDIDA LINEAR DO CORPO DE PROVA UMIDO (COPANT)	cm
d_{105°	MEDIDA LINEAR DO CORPO DE PROVA SECO (COPANT)	cm
C_ℓ	CONTRAÇÃO RADIAL (COPANT)	%
$C_\acute{a}$	CONTRAÇÃO AXIAL (COPANT)	%
$C.V.$	CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA (COPANT)	%
R	RESISTÊNCIA UNITÁRIA MÁXIMA (COPANT)	Kgf/cm^2
ME	MODULO DE ELASTICIDADE (COPANT)	Kgf/cm^2
P_ℓ	CARGA LIMITE DE PROPORCIONALIDA DE (COPANT)	Kgf
ℓ	DISTÂNCIA ENTRE AS PRESILHAS DO DEFLECTÔMETRO (COPANT)	cm

SIMBOLOS	SIGNIFICADOS	UNIDADES
N_m	ESFORÇO MÁXIMO	Kg
σ_f	TENSÃO DE FLEXÃO	Kg/cm ²
M	MOMENTO FLETOR	Kg.cm
W	MOMENTO DE RESISTÊNCIA	Kg.cm
P	ESFORÇO MÁXIMO DE RUPTURA	Kg
h	LADO DA SEÇÃO TRANSVERSAL	cm
b	LADO DA SEÇÃO TRANSVERSAL	cm
P	CARGA	Kg
L	VÃO LIVRE	cm
f	FLECHA NO CENTRO DA PEÇA	mm
K	COEFICIENTE DE RESISTÊNCIA	-
W	ENERGIA ABSORVIDA	Kg.m
D	PESO ESPECÍFICO DO CORPO DE PROVA	g/cm ³
F	CARGA DE RUPTURA	Kg
D_{15}	PESO ESPECÍFICO A 15% DE UMIDADE	g/cm ³
D'_n	PESO ESPECÍFICO A n% DE UMIDADE	g/cm ³
v	COEFICIENTE DE RETRATIBILIDADE	%
C.P.	CONTRAÇÃO PARCIAL	%
h	UMIDADE	%
P.S.	PONTO DE SATURAÇÃO	-
V_{par}	VOLUME DA PARAFINA	cm ³
P_{cp}	PESO DO CORPO DE PROVA	g

SÍMBOLOS	SIGNIFICADOS	UNIDADES
d	DEFORMAÇÃO SOFRIDA PELA PROVETA DEPOIS DE APLICADA A CARGA (COPANT)	cm
R_p	RESISTÊNCIA UNITÁRIA NO LIMITE DE PROPORCIONALIDADE (COPANT)	cm^2
EM	ESFORÇO UNITÁRIO MÁXIMO (COPANT)	Kg f/cm^2
ELP	ESFORÇO NO LIMITE DE PROPORCIONA LIDADE (COPANT)	Kg f/cm^2
MOE	MODULO DE ELASTICIDADE	Kg f/cm^2
A	ÁREA DA SEÇÃO MÍNIMA DA PROVETA	cm^2
$\bar{x}$	MÉDIA	-
S	DESVIO PADRÃO	-
C.V.	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	%
t	DIFERENÇA DAS MÉDIAS	-
F	TESTE F	-
C.R	COEFICIENTE DE RELAÇÃO ENTRE AS NORMAS ABNT e COPANT	-
x	DEFORMAÇÃO	mm
y'	TENSÃO	Kg/cm^2
a	INCLINAÇÃO DA RETA	-
CIH	COEFICIENTE DE INFLUÊNCIA DA UMIDADE	%
σ_{15}	TENSÃO A 15% DE UMIDADE	Kg/cm^2
σ_n	TENSÃO A n% DE UMIDADE	Kg/cm^2
n	TEOR DE UMIDADE A n%	%

RESUMO

Dentro das espécies de Eucaliptos plantados na região Centro-Sul do Brasil, o Eucalyptus saligna é o mais utilizado nos reflorestamento no Estado de São Paulo.

Sendo a madeira um material não homogêneo e anisotrópico, a determinação das propriedades físicas e mecânicas das espécies é de fundamental importância para a indicação de suas múltiplas utilizações.

Visando incentivar a pesquisa nesse campo, e obter resultados mais padronizados o presente trabalho procurou estudar as propriedades físicas e mecânicas da madeira de Eucaliptos Saligna .

As características físicas do Eucalyptus saligna são de finidas por umidade, contração volumétrica, e contração linear enquanto que as mecânicas são definidas por flexão, compressão, tração, cisalhamento, fendilhamento e dureza.

O módulo de elasticidade da madeira será determinado pelos processos de flexão, compressão e tração paralela. Para tal foram utilizadas a norma brasileira ABNT boletim 31 e as normas panamericanas 458, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466 , 555, 556, 741, 742, 743, 744 e 745. Os resultados obtidos através dos métodos citados, foram comparados e verificou-se se a diferença entre eles era estatisticamente significativa.

Foi projetado e construído um protótipo de uma máquina

para romper corpos de prova ã flexão, cujos resultados foram comparados com os da máquina universal. Este protótipo terá finalidade didática pela facilidade de manuseio.

SUMMARY

Among the eucalyptus species grown in the South Central brazilian region, Eucalyptus Saligna is the most comom specie encauntered in forest plantation áreas in the State of São Paulo.

~~Wood is not either a homogeneous or isotropic material.~~

Therefore it is very important the determination of its physical and mechanical properties in order to especify its multiple use.

To stimulate the research in this field, this work presents a study of physical and mechanical properties in order to get more standardized results.

The determination of the physical characteristics of Eucalyptus Saligna includes humidity, volumetric contraction and linear contraction; mechanical properties includes bending compression, tension, shearing, cracking and hardnes.

The modulus of elasticity of wood was determined by the bending, compression and parallel tension methods. Those determinations were based on the ABNT brazilian norms, bulletin 31 and panamerican norms 458, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 555, 556, 741, 742, 743, 744, 745. The results obtained from those methods were statistacally compared for the significance of differences.

An apparatus was designed for failure test of specimens

subjected to bending and the results were compared with the results obtained with universal apparatus. This prototype will serve for educational purposes due to its ease handling.

I. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma área de mais de oito milhões e quinhentos quilômetros quadrados, com grandes diferenças ecológicas e portanto grande variação na sua composição florestal.

Além de suas reservas florestais naturais, as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, tem apresentado significativo aumento em suas áreas florestais plantadas durante os últimos dez anos. Os programas de reflorestamento estão sendo desenvolvidos, principalmente, com eucaliptos e pinus, sendo que as áreas plantadas cobrem aproximadamente dois milhões de hectares. (3)

Observa-se que o consumo dos produtos de madeira nos países mais desenvolvidos, apresenta índices muitas vezes maiores que o consumo brasileiro e com participação bastante acentuada da madeira em utilização mais nobre. Muitos fatores de ordem social e econômica podem explicar os dados apresentados. No entanto, dentre outros fatores, pode ser apontado como de importância fundamental, a existência, nesses países, de instituições de pesquisa atuantes no setor de tecnologia e utilização de madeira, que procuram, continuamente, encontrar melhores aplicações aos produtos originados dessa matéria-prima. Diante de tais circunstâncias, pode-se aquilatar o significativo papel que caberá à pesquisa tecnológica na ampliação do conhecimento e aceitação comercial dos produtos florestais em

seus múltiplos usos e nas suas mais variadas formas, principalmente a necessidade de sua perfeita aplicação em construções civis, exatamente nas atuais circunstâncias em que o Governo Brasileiro apresenta total empenho para resolver o problema de habitação popular e rural. (3)

No período de 1967 a 1973, deu-se o plantio de 1,3 milhões de hectares de árvores, dos quais, segundo dados do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (1977), 51,1% são do genero Eucalyptus e, deste total, 31,23% está localizado no Estado de São Paulo.(3)

Essa grande variedade na cobertura florestal, justifica, portanto a implementação da pesquisa tecnológica da madeira e de outros produtos florestais. O consumo de produtos da madeira nos vários países, está diretamente correlacionado ao desenvolvimento da pesquisa tecnológica no setor.

As atuais e extraordinárias possibilidades brasileira no setor florestal, o aumento crescente das áreas cultivadas com essências exóticas de rápido crescimento e de excelente produtividade são, portanto fatores importantes que exigirão um suporte tecnológico.(3)

Várias condições se impõem na escolha das espécies mais apropriadas para o plantio de curta rotação. Entre elas, a adequação físico-químico da madeira para fins industriais: o rápido crescimento, a elevada produção de sementes e a resistência à doenças e pragas. Estas restrições invalidam o aproveitamento da maioria das espécies nativas pesquisadas, até o

momento, para a formação de florestas homogêneas.

Entre as espécies exóticas, o eucalipto se apresenta especialmente produtivo, com um crescimento muito rápido e uma pequena exigência de nutrientes. Diante de tais circunstâncias pode-se aquilatar o significativo papel que cabe à pesquisa tecnológica na ampliação do conhecimento e aceitação comercial da madeira em seus múltiplos usos e nas suas mais variadas formas, ~~principalmente a necessidade de sua perfeita aplicação em Construções Rurais~~ devido à facilidade de obtenção e ao seu baixo custo em comparação a outros materiais para esses fins. (3)

A política de reflorestamento adotado hoje, no Brasil significa uma tentativa de responder à prática depredadora procurando, através de um processo racional de extração, satisfazer as necessidades dos programas de desenvolvimento econômico e social.(2,3)

Nestes últimos anos as pesquisas sobre Eucalyptus anteriormente limitadas a São Paulo, se estenderam a outros estados da região central e norte do Brasil. Cada ano que passa melhoram os conhecimentos sobre espécies que convém utilizar nas diferentes situações, sobre seus comportamentos, características silvícolas e tecnológicas, sobre novas práticas silviculturais, sobre os problemas fitossanitários e sobre a forma de neutralizá-los. Aliás, outro aspecto positivo é o grande interesse que o reflorestamento está despertando na atual geração de técnicos que cada dia aumenta em número, em conhecimento e em entusiasmo.(3)

A exploração racional das matas naturais é considerada difícil, pela complexidade de sua composição, pela diversificação de uso das diferentes espécies e, principalmente, pela falta de dados básicos.

Por isso, o plantio homogêneo de espécies exóticas, tem-se desenvolvido acentuadamente no país, destacando-se o eucalipto, por sua boa adaptação às condições prevalentes, podendo

~~ser utilizado para os fins mais variados. É um gênero que~~

abrange grande número de espécies, com comportamento bastante diverso em relação ao meio. O Eucalyptus saligna é uma das espécies muito utilizadas para reflorestamento no país, e, por essa razão, foi escolhido para este experimento.(3)

Em São Paulo os plantios de eucaliptos, com uma superfície estimada em 482.000 ha, estão concentrados principalmente no planalto da região central e leste de Capão Bonito, São Miguel Arcanjo, Itapetininga, Sorocaba, São Paulo, Mogi das Cruzes, Jundiaí, Itu, Salto, Rio Claro, Mogi-Guaçu, Casabranca, Ribeirão Preto, Bebedouro, São Carlos e Lençóis Paulista.(5)

As características físicas e mecânicas desta espécie são ensaiadas através de critérios e métodos que são condensados em normas.

No Brasil são utilizadas as normas ABNT e COPANT sendo usadas especificamente a norma ABNT no Estado de São Paulo e a normas COPANT no Distrito Federal. Os demais Estados utilizam-se de ambas as normas dependendo do critério individual de cada entidade especializada no ramo de madeiras.

A. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinação das características físicas e mecânicas do Eucalipto Saligna, através da norma brasileira (ABNT) e norma panamericana (COPANT).
2. Comparar estatisticamente, os resultados destas características.
3. Encontrar um coeficiente de relação entre as normas citadas.
4. Comparar os valores obtidos na máquina Universal com os resultados desenvolvidos num método simples para flexão estática para fins didáticos.

B. LIMITAÇÕES NO ESTUDO

As limitações no estudo das duas normas anteriormente citadas encontram-se principalmente em:

1. As dimensões dos corpos de prova dos Testes de fendilamento e contração volumétrica e linear; e
2. Os métodos de ensaios do teste de contração volumétrica são diferentes e serão descritos nos capítulos que se seguem.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo tem publicado os resultados das características físicas e mecânicas dessa espécie, baseado na norma brasileira ABNT, boletim 31. A norma panamericana não apresenta nenhum dado com respeito à espécie mencionada acima. A norma brasileira ~~ABNT, boletim 31, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, São Paulo, fornece os métodos necessários para as determinações dos índices físicos-mecânicos das madeiras e indica valores a esses índices para as madeiras mais comumente encontradas no território brasileiro.~~(1)

As normas panamericanas sugerem testes para a obtenção dos índices acima mencionados, que são aprovados pela Comissão Panamericana de Normas Técnicas.(9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20)

Ambas normas são adotadas em nível nacional sendo, entretanto, a norma panamericana mais utilizada para os testes de madeiras provenientes da Região Amazônica, para facilitar a comparação direta dos resultados com os de outros países da Bacia Amazônica.

Pela descrição dos métodos de medida das características físicas e mecânicas das madeiras, a norma brasileira adota o corpo de prova com dimensões de 2 x 2 x 3 cm para os ensaios de contração volumétrica e contração linear. Adota 6 x 6 x 18 cm para a compressão, 6 x 6 x 100 cm para a flexão e 2 x 2 x 4,5 cm para fendilhamento.(3)

A norma panamericana indica corpo de prova 5 x 5 x 75 cm para a flexão; 5 x 5 x 10 cm para o ensaio de contração volumétrica e contração linear; 5 x 5 x 15 cm para a compressão e 5 x 5 x 7,6 cm para fendilhamento, para a determinação das características físicas e mecânicas das madeiras. (10,22)

Sendo a madeira um material não homogêneo e anisotrópico, a determinação das propriedades físicas e mecânicas das espécies é de fundamental importância para a indicação de suas múltiplas utilizações. Constitui-se também a base principal para cálculos de esforços admissíveis, utilizados na formulação de estruturas, tornando-se, conseqüentemente, um dado técnico imprescindível à engenharia de construções.

O teor de umidade da madeira é calculado em porcentagem, por meio da expressão, (1) :

$$H = \frac{P_n - P_o}{P_o} \times 100$$

onde:

P_n = o peso da amostra, com o teor de umidade n%, que se procura (g)

P_o = peso da amostra completamente seca em estufa à temperatura de 105°C. (g)

A umidade se apresenta na madeira verde sob três formas, (10):

- a) Água de constituição - fixada no protoplasma das células vivas, chegando até uma proporção de 90%
- b) Água de adesão ou impregnação - é a água que satura

as paredes das células.

- c) Água de capilaridade ou embebição - água que se encontra entre as fibras da madeira e nos canais.

Quando se faz a derrubada de uma árvore ela tem um teor de umidade superior a 35% e diz-se que a madeira está verde; se colocarmos a madeira secar mesmo exposta ao ar, ela vai perder água que é a embebição, até atingir uma umidade que se denomina "ponto de saturação ao ar" umidade esta que está compreendida entre 20 a 35%. Se a madeira continua a perder a umidade, ela vai passar a perder a água de adesão, e quando ela começa a se contrair (perde volume) à medida que perde o peso. A madeira perde umidade até que se estabeleça o equilíbrio entre a umidade de madeira e a umidade do ar; aí ela assume a umidade natural, compreendida entre 10 a 20%; diz-se então que a madeira está seca ao ar. Para reduzir ainda mais a umidade, só colocando-a numa estufa. Denomina-se de umidade normal a umidade correspondente a 15%. (1)

A. SECAGEM DA MADEIRA

Para a boa conservação da madeira é necessário que antes de empregá-la ela esteja convenientemente seca, isto é, que tenha perdido o mais possível a seiva de que estava impregnada a madeira verde, seiva esta que por sua composição é facilmente alterável, ocasionando a putrefação do material. A secagem da madeira traz como consequência ainda as seguintes van

tagens:

1. redução de peso
2. redução da contração e portanto menor possibilidade de fendilhamento em empenamentos após a madeira ser posta em uso
3. preparo para receber pintura ou tratamento especiais a pintura não adere bem à madeira verde
4. aumento de resistência

A secagem pode ser natural ou artificial.

A secagem natural realiza-se pela evaporação lenta e natural da água, e para que ela se efetue em boas condições, é necessário que a madeira tenha todas as suas faces expostas a uma serração ativa e que ao mesmo tempo esteja abrigada das intempéries e de outras circunstâncias que eventualmente possam vir a prejudicá-la, como o calor umido e a dissecação rápida e desigual nas diferentes faces.

A secagem artificial é obtida em secadores ou estufa, onde se mantém uma temperatura elevada, normalmente 45° a 70°C, mediante a insuflação de ar aquecido, favorecendo-se por meio de ventiladores a circulação do ar e um estado higrométrico conveniente controlado por meio de um dispositivo de umidificação (borrifos de vapor).

O tempo necessário para a secagem artificial depende do estado higrométrico, da temperatura, do tamanho da peça, da natureza da madeira, e do grau de secagem desejado. (8)

B. PESO ESPECÍFICO

A determinação do peso específico consiste em pesar os corpos em balança analítica, em seguida tarar a balança com a cuba de mercúrio até um traço de referência existente na agulha que sustenta o corpo de prova. A reação produzida é medida em gramas. Dividindo-se o valor obtido pelo peso específico do mercúrio, obtem-se o volume procurado expresso em g/cm^3 . (1)

C. CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA

A contração volumétrica é determinada a partir de um teor de umidade até a completa secagem, e consiste em medir o volume do corpo de prova duas vezes, calculando-se a contração (em porcentagem) pela fórmula: (1)

$$C_t = \frac{V_n - V_o}{V_o} \times 100$$

sendo:

C_t = contração total (%)

V_n = volume do corpo de prova com o teor de umidade n%, a partir do qual se deseja o valor da contração volumétrica (cm^3)

V_o = volume do mesmo corpo de prova depois de completamente seco (cm^3)

D. CONTRAÇÃO LINEAR

A contração linear é obtida por medidas lineares com um palmer de precisão, servindo de referência, pequenos pregos fixados segundo os três sentidos dominantes das fibras: tangencial, radial, axial.

Calcula-se a contração linear, por meio da expressão: (1)

$$C_l = \frac{L_n - L_o}{l_o} \times 100$$

sendo:

L_n = medida linear para o teor de umidade de n%, realizada externamente aos pregos (cm)

L_o = medida realizada nas condições da anterior, para o material completamente seco (cm)

l_o = distância final, com material completamente seco, entre o centro dos pregos (cm)

E. COMPRESSÃO QUALIFICADA

A compressão qualificada é determinada, primeiramente, medindo-se a seção transversal dos corpos de prova com um paquímetro de precisão até 0,01 mm, e a seguir rompê-los entre uma prensa provida de articulação conveniente em uma das cabeças. O ensaio é feito com metade da madeira verde e a outra metade seca ao ar.

Para o segundo caso, são corrigidos para o teor de 15% de umidade por meio de coeficiente de influência, citado em bibliografia. A razão dessa correlação é tornar os valores das várias espécies comparáveis entre si.

A compressão em função da umidade é determinada a partir da resistência à compressão dos vários corpos de prova com teores variáveis de umidade, desde o material verde até completamente seco.

Com os valores obtidos, traça-se uma curva de variação da resistência à compressão em função da umidade do trecho proximamente retilíneo entre 10 e 20% de umidade. Tira-se um fator de correção que permite, com suficiente aproximação, reportar as resistências obtidas para a madeira seca ao ar, ao teor normal de 15% de umidade. Chamando esse fator de coeficiente de influência da umidade.(1)

F. MÓDULO DE ELASTICIDADE À COMPRESSÃO

O módulo de elasticidade à compressão é obtido em medidas de deformações por meio de elasticímetro fixado sobre chapas de latão cravadas no corpo de prova. São utilizados dois elasticímetros Okhuisen-Huggenberg, ajustados em faces opostas, com os quais são observadas as deformações até à aproximação de 0,01 mm. O módulo de elasticidade é calculado dividindo-se a carga específica correspondente ao limite de proporcionalidade pela deformação unitária.(1)

$$E = \frac{P}{\epsilon}$$

onde:

E = módulo de elasticidade (Kg/cm²)

p = tensão normal (Kg/cm²)

$$P = \frac{N}{S}$$

onde:

N = força unitária (kg)

S = área (cm²)

ε = alongamento total mm

$$\sigma_r = \frac{N_m}{S}$$

onde:

σ_r = limite de resistência (Kg/cm²)

N_m = esforço máximo (Kg)

S = área (cm²)

A flexão qualificada - o ensaio para a determinação de resistência à flexão estática é feito universalmente submetendo-se uma peça biapoiada a uma carga concentrada no centro. A ruptura por flexão se dá pela ruptura das fibras mais solicitadas. A resistência da madeira sujeita a essa solicitação é calculada pela expressão:(1)

$$\sigma_f = \frac{M}{W} = \frac{3 p l}{2 b h^2}$$

onde:

σ_f = tensão de flexão (Kg/cm^2)

M = momento fletor (Kg.cm)

W = momento de resistência (Kg.cm)

p = esforço máxima de ruptura (Kg)

b e h = lado da seção transversal (cm)

G. MÓDULO DE ELASTICIDADE À FLEXÃO

O módulo de elasticidade à flexão, obtém-se a partir da aplicação da carga feita normalmente aos anéis de crescimento com a velocidade de 100 Kg/cm^2 por minuto e as flechas correspondentes são medidas por intermédio de um elasticímetro apoiado de forma a registrar o deslocamento de um ponto situado na linha neutra. As leituras são realizadas com aproximação de 0,01 mm (precisão). O módulo de elasticidade é calculado para o limite de proporcionalidade pela expressão: (1)

$$E = \frac{P L^3}{4 b h^3 f}$$

onde:

E = módulo de elasticidade à flexão (Kg/cm^2)

P = carga (Kg) (limite de proporcionalidade)

L = vão livre (cm)

b e h = lados da seção transversal (cm)

f = flecha lida no centro da peça (mm)

A flexão dinâmica ou choque é obtida pelo pêndulo de

Charpy, especialmente destinado a esse fim, cuja capacidade é de 10 Kgxm. A leitura do trabalho total W, absorvido pela ruptura, é realizada diretamente em uma escala Kgxm, sobre a qual desliza um cursor móvel acionado pelo próprio martelo quando este descreve a sua trajetória ascendente depois do impacto. É fácil de se compreender que a altura atingida pelo martelo será inversamente proporcional ao trabalho absorvido.

Calcula-se o coeficiente por meio da expressão: (1)

$$K = \frac{W}{b h \frac{10}{6}}$$

onde:

K = coeficiente de resistência

W = energia absorvida (Kgxm)

b e h = lados da seção transversal (cm)

A cota dinâmica é fornecida por:

$$\frac{K}{D^2}$$

onde:

D = peso específico do corpo de prova (g/cm³)

H. TRAÇÃO NORMAL ÀS FIBRAS

A tração normal às fibras é o ensaio realizado na máquina Universal de Amsler para ensaios de madeira, sendo o corpo

de prova preso por meio de garras especiais. A velocidade de carga é de 25 Kg/cm² por minuto. A carga de ruptura obtida é dividida pela seção mínima de trabalho, sendo os resultados expressos em Kg/cm². (1)

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

onde:

σ = tensão normal (Kg/cm²)

F = Carga de ruptura (Kg)

S = Área (cm)

I. FENDILHAMENTO

O fendilhamento é o teste onde a velocidade de solicitação adotada é de 10 Kg/cm² por minuto. Os valores obtidos em Kg/cm² dividindo-se a carga de ruptura pela seção mínima de fendilhamento, tem significado puramente convencional, servindo, exclusivamente, como elemento comparativo da resistência entre espécies diferentes.

J. DUREZA

A dureza obtém-se pelo método de Janka que consiste em medir o esforço necessário para introduzir no topo ou no sentido axial dos corpos de prova uma semi-esfera de aço de 1 cm² de seção diametral, até uma profundidade igual ao raio.

L. CISALHAMENTO

O cisalhamento é realizado em uma prensa, utilizando-se para esse fim, dispositivo apropriado que encaixe na máquina universal. A velocidade de carga é de 25 Kg/cm² por minuto.(1)

$$\sigma = \frac{P}{S}$$

onde:

P = carga máxima (Kg)

S = área (cm²)

III. MATERIAL E EQUIPAMENTOS

A. MATERIAL

1. *Eucalyptus saligna*

Foi escolhido o *Eucalyptus Saligna* por ser uma espécie significativa na região Centro Sul do país e que tem mais condições de se adaptar em regiões mais amplas, de carácter nacional. (5)

A madeira foi fornecida pela Fazenda Retiro, da cidade de Araras, Estado de São Paulo.

A madeira estava livre de defeitos e em boas condições de corte, idade de corte 25 anos, diâmetro 40 cm e comprimento 3 m. Esse material foi cortado em corpos de prova exigidos por normas e levados para o laboratório de ensaio físicos e mecânicos, do Departamento de Madeiras do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo no qual prestavam valiosa colaboração. (Figura 1,2,3)

B. EQUIPAMENTOS

1. MÁQUINA UNIVERSAL ALFRED J. AMSLER & CO.

Para a determinação do fendilhamento, flexão simples, tração normal, foi utilizado a máquina Universal Alfred J. Amsler & CO. Esse aparelho constituído basicamente de uma parte fixa e outra móvel o qual se desloca através do sistema hidráulico de comando manual. Os dispositivos são adaptados nessas duas partes acima definidas. A força aplicada nos corpos de prova é medida através de um sistema de mola calibrado para 400 Kg e 4000 Kg tendo assim a leitura de carga no mostrador. (Figura 4)

2. MÁQUINA UNIVERSAL MOHR & PEDERFRAFF A. G.

Máquina de sistema hidráulico de comando elétrico podendo ser adaptados dispositivos para vários tipos de testes. Com este sistema controla-se bem a velocidade de carga, a força aplicada é medida através de alavanca com as seguintes capacidades de carga:

2.000 Kg 1 divisão = 5 Kg

5.000 Kg 1 divisão = 10 Kg

10.000 Kg 1 divisão = 20 Kg

Ensaio de flexão - Adaptado dispositivo composto de três cutelos de aço, sendo dois laterais presos na parte móvel e um central preso à parte fixa.

Compressão paralela às fibras - Adaptado dispositivo composto de um prato com articulação.

Cisalhamento - Dispositivo apropriado para esse ensaio.

Dureza - Dispositivo apropriado para esse ensaio.

Tração paralela às fibras - Usa-se um dispositivo composto de garras metálicas, que prende as laterais do corpo de prova. (Figura 5)

3. INSTRON MODELO TTDML 1115

Esse equipamento é constituído de engrenagem de duas roscas sem fim no qual se desloca o cabeçote nas velocidades variáveis de 0,005 a 5 cm/min permitindo a escolha de trabalho em porcentagem das velocidades acima definidas. Esse cabeçote se desloca em dois sentidos, seja para cima ou para baixo. Nesse cabeçote podem-se adaptar vários dispositivos conforme o ensaio desejado. A força que solicita os corpos de prova é medido pela célula de carga que é registrado no papel de gráfico.

Esse aparelho foi utilizado para a aplicação dos ensaios pela norma COPANT. (Figura 6)

4. MÁQUINA SIMPLES

Este equipamento é constituído de uma alavanca de madeira com um encaixe e com um apoio, onde se testará o corpo de prova, e um gancho onde serão colocados pesos de forma a romper o corpo de prova. (Figura 7,8)

5. OUTROS EQUIPAMENTOS

Para a determinação da umidade foi usada uma estufa Fanem Ltda.

Na determinação da contração volumétrica e peso específico utilizou-se balança Mettler, semi-analítica com precisão de 0,01 g e capacidade máxima de 1200 g. Cuba de mercúrio contendo 1 Kg de mercúrio.

Uma agulha metálica, para se medir a reação do corpo de prova quando imerso no mercúrio.

Para a determinação da contração linear, foram utilizados uns pregos, com diâmetro do fuste.

As dimensões dos corpos de prova foram determinados com um paquímetro Mitutoyo com precisão de centésimo de milímetro.

Também foi usado elasticímetro com precisão de centésimo de milímetro.



FIGURA 1. Eucalyptus saligna



FIGURA 2. Eucalyptus saligna



FIGURA 3. Eucalyptus saligna

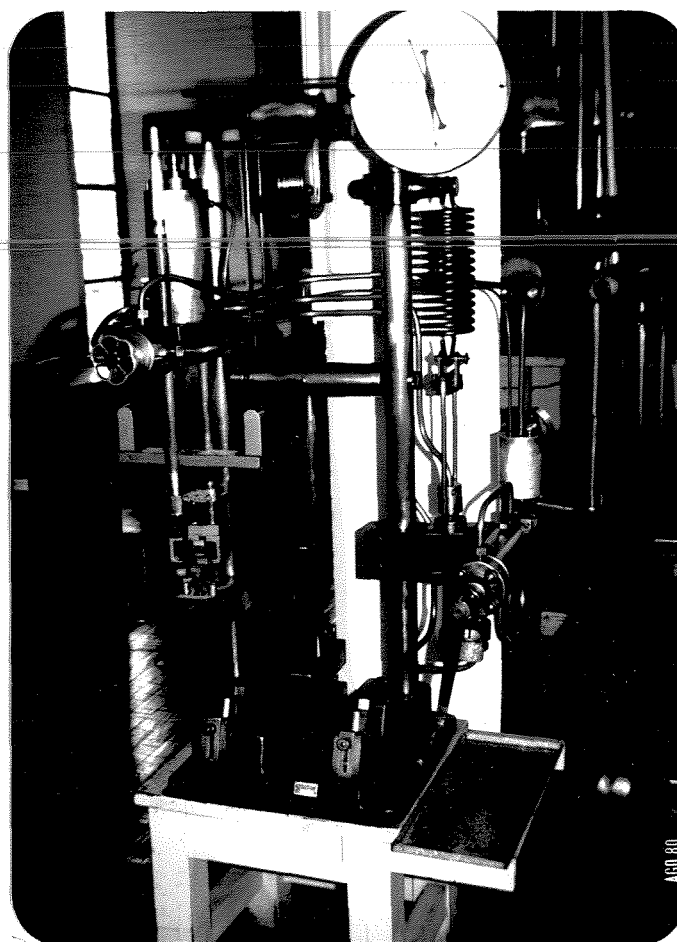


FIGURA 4. Máquina Universal A. J. AMSLER C. O.

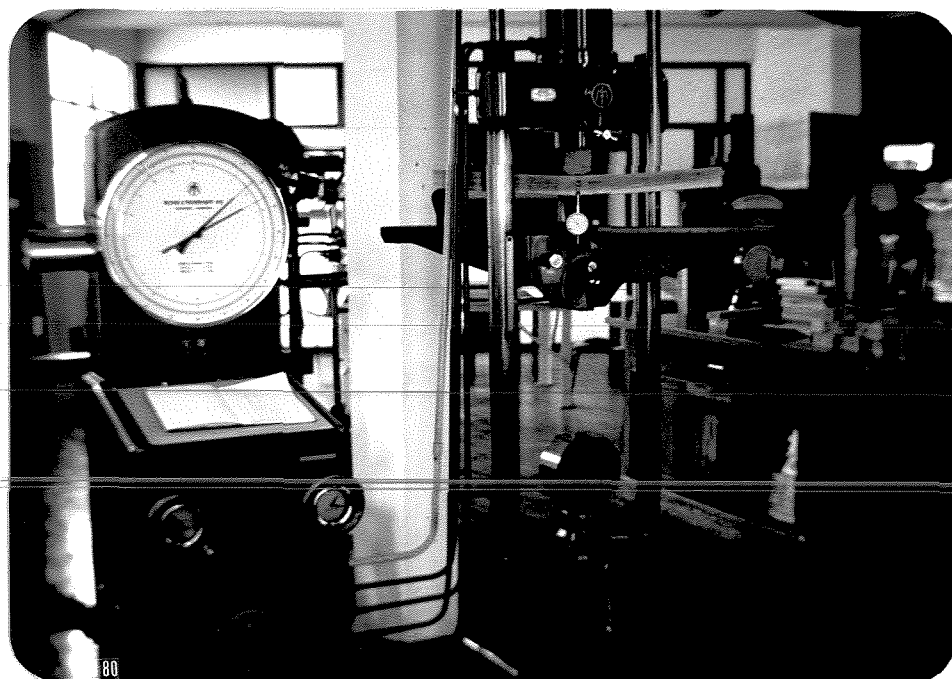


FIGURA 5. Māquina Universal Mohr & FederfraFF A. G.

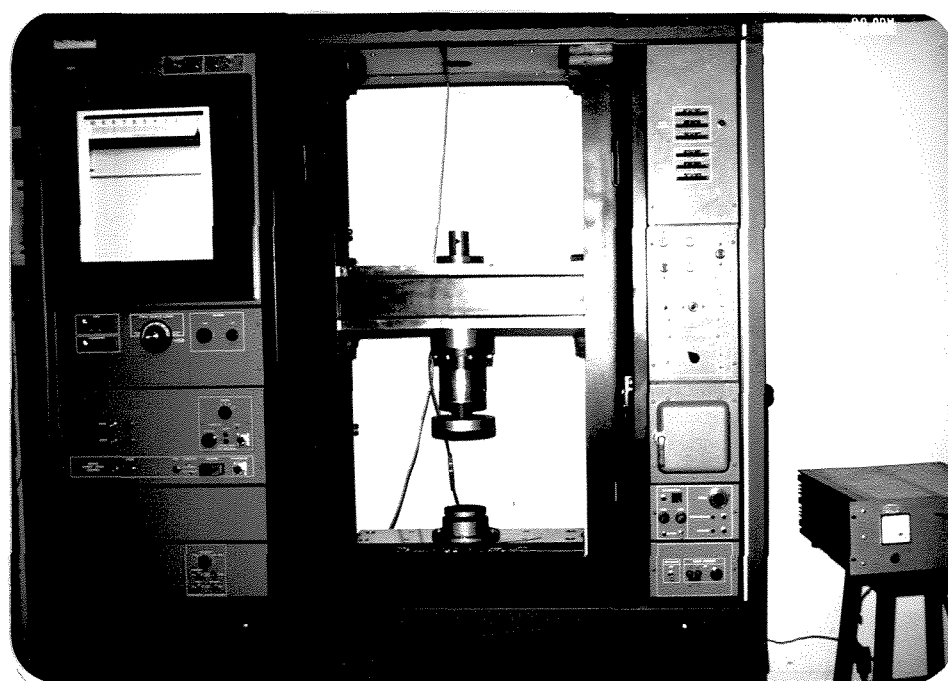


FIGURA 6. Instron Model TTDML 1115



FIGURA 7. Máquina Simples.

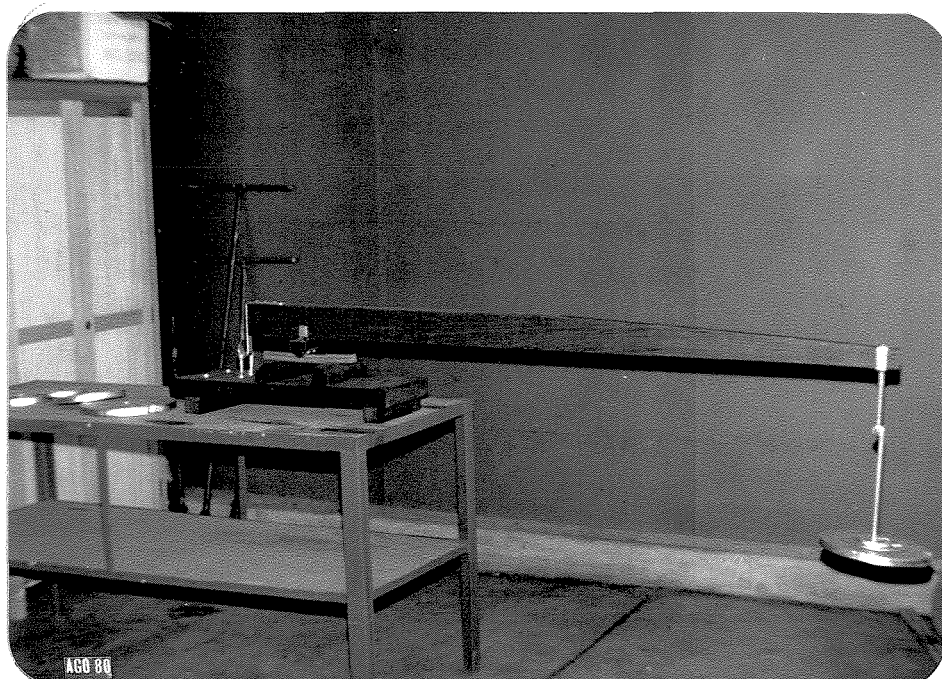


FIGURA 8. Máquina Simples.

IV. MÉTODO E PROCEDIMENTO

A. PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

A madeira, Eucalipto saligna, foi primeiramente feita a identificação da espécie botânica por meio de cortes micrográficas tirados da tora em estudo e comparado com padrões já existentes no I.P.T. (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e provenientes de exemplares previamente classificados botanicamente (Seção de Identificação).

A marcação dos corpos de prova na tora foi feita de acordo com as normas, porém para efeito de verificar a diferença entre essas normas foi retirado corpo de prova ABNT e ao lado corpo de prova COPANT. (Figura 9,10,11)

B. MÉTODO DE ENSAIO ATRAVÉS DA ABNT

1. UMIDADE

Para a determinação da umidade utilizaram-se 10 corpos de prova de 20 x 20 x 30 mm obtidos por secagem através da seguinte forma: (1) (Figura 12)

$$H = \frac{P_h - P_o}{P_o} \times 100$$

onde:

P_h = peso da amostra úmida (g)

P_o = peso da amostra seca em estufa à temperatura de 105°C (g)

2. PESO ESPECÍFICO APARENTE

O peso específico aparente foi determinado pelo método de determinação, o qual consiste em pesar os corpos de prova em balança semi-analítica e a seguir medir o volume. Para se medir o volume foi necessário uma cuba de mercúrio com a qual se tara a balança, e força o corpo de prova a imergir no mercúrio até um traço de referência existente na agulha que sustém o corpo de prova. A reação produzida é medida em gramas; dividindo-se o valor obtido pelo peso específico do mercúrio resulta o volume procurado. O peso específico do mercúrio, conhecido com exatidão para determinadas temperaturas, é corrigido para a temperatura de ensaio por meio de um termômetro mergulhado na cuba de mercúrio logo após as medidas de volume. Tem que ser feita correção pois parte da agulha fica imersa na água.

As determinações de peso específico foram realizadas com corpos de prova 20 x 20 x 30 mm secos ao ar e os valores são corrigidos para o teor de 15% umidade, por meio da fórmula: (1)

$$D_{15} = D_n + D_n (0,01 - v) \times (15 - n)$$

onde:

D_{15} = peso específico a 15% que se procura (g/cm^3)

D_n = peso específico a n% com qual se efeturam as medidas (g/cm^3)

v = coeficiente de retratibilidade volumétrica (%)

3. RETRATIBILIDADE

É a propriedade da madeira de alterar suas dimensões e o volume quando seu teor de umidade varia entre o estado de saturação (impregnado) dos tecidos celulósicos.

Coeficiente de retratibilidade volumétrica é a porcentagem de variação do volume para uma variação de um por cento na umidade. Obtem-se dividindo a contração volumétrica total pelo teor correspondente ao ponto de saturação ao ar, ou a contração volumétrica a n%, dividida pelo teor de umidade em que se fez a medida.(1)

$$v = \frac{CP}{h}$$

onde:

CP = contração parcial (%)

h = umidade (%)

O ponto de saturação é obtido dividindo a contração volumétrica total pelo coeficiente de retratibilidade.

$$PS = \frac{C_t}{v}$$

onde:

C_t = contração total (%)

v = retratibilidade (%)

No emprego do material é preciso levar-se em consideração o fenômeno da retratibilidade.

É preciso lembrar que a retratibilidade está ligada diretamente com o teor de umidade e que se manifesta diferencialmente conforme o sentido das fibras.

A primeira consideração orienta o emprego da madeira com grau de umidade compatível com o ambiente em que está em ~~pregada a fim de que as retrações e inchamento não venham~~ a prejudicar o comportamento das peças em serviço (como o alargamento de juntas em tacos, lambris, esquadrias ou a introdução de tensões secundárias em peças carregadas, estruturas treliçadas e hiperestáticas).

A segunda consideração, isto é, a retratibilidade varia conforme o sentido das fibras, explica as alterações tais como empenos, torções e rachos, na secagem e umedecimento das peças. Estas alterações decorrem da preponderância da retração tangencial sobre a radial.

4. CONTRAÇÕES VOLUMÉTRICAS

A obtenção da contração volumétrica, a partir de um determinado teor de umidade até a completa secagem, consiste em medir o volume do corpo de prova duas vezes, calculando-se a contração em porcentagem, pela fórmula: (1,6,7)

$$C_t = \frac{V_n - V_o}{V_o} \times 100$$

onde:

C_t = contração total (%)

V_n = volume do corpo de prova úmido (cm^3)

V_o = volume do corpo de prova seco (cm^3)

Executam-se medidas de volume em cada corpo de prova para três teores característicos de umidade:

- a) Madeira Verde - cujo o teor de umidade está acima do ponto de saturação do ar.
- b) Madeira Seca ao ar - corresponde ao equilíbrio entre a umidade do corpo de prova e o ambiente.
- c) Madeira completamente seca.

As medidas de volume são realizadas pelo processo descrito para o caso do peso específico e os corpos de prova são pesados ao mesmo tempo, afim de se poder calcular a umidade para a qual foram obtidos os volumes. (Figura 13)

5. CONTRAÇÕES LINEARES

O método consiste em realizar medidas lineares com um palmer de precisão servindo de referência pequenos pregos fixados segundo os três sentidos dominantes das fibras: Tangencial, Axial, Radial. A aproximação com que se obtêm as dimensões é de 0,01 mm, para três teores característicos de umidade, os mesmos específicos para as medidas da contração volumétrica (madeira verde, seca ao ar, completamente seca 105°C); simultaneamente são pesados os corpos de prova a fim de registrar a umi-

dade correspondente.(1) (Figura 14,15)

O cálculo é efetuado por meio da expressão:

$$C_1 = \frac{L_n - L_o}{l_o} \times 100$$

onde:

L_n = medida linear corpo de prova (cm)

L_o = medida linear corpo de prova seco (cm)

l_o = distância final, com material completamente seco, entre o centro dos pregos

C_1 = medida linear total (%)

C. PROPRIEDADES MECÂNICAS

1. COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS

a) Compressão simples - Foram utilizados 29 corpos de prova madeira verde e 20 corpos de prova madeira seca ao ar nas seguitens dimensões 20 x 20 x 30 mm. Primeiramente mede-se a seção transversal dos corpos de prova com paquímetro, após a medida coloca-se na máquina Universal Mohr. A velocidade de solicitação adotada é de 100 Kg/cm² por minuto.

Desse modo obteve-se dois valores médios para a resistência à compressão axial, expresso em Kg/cm².

1. limite de resistência à compressão para madeira verde ou com teor de umidade acima do ponto de saturação ao ar.

2. limite de resistência à compressão para madeira seca ao ar.

Os valores obtidos são corrigidos para o teor de umidade de 15%. A série de 20 corpos de prova secos ao ar destinados para estes ensaios de compressão serve também para a obtenção do valor médio do peso específico.

b) Compressão em função da umidade - As dimensões dos corpos de prova destinados à obtenção da variação da resistência à compressão em função da umidade são de 20 x 20 x 30 mm.

O número de corpo de prova para esse ensaio foi de 42. Os ensaios são executados de acordo com as instruções referentes à compressão simples. Esse ensaio consiste em determinar a resistência à compressão dos vários corpos de prova, com teores variáveis de umidade, desde o material verde até completamente seco.

Com os valores traça-se um gráfico do trecho proximate retilíneo, entre 10% e 20% de umidade tira-se o fator de correção que permite com suficiente aproximação reportar às resistências obtidas para madeira seca ao ar, ao teor normal de 15% de umidade. Isso chama-se coeficiente de influência da umidade (1,7) (Figura 16)

2. MÓDULO DE ELASTICIDADE À COMPRESSÃO

Os ensaios destinados à obtenção do valor médio do Módulo de Elasticidade à compressão são realizados em prismas retangulares de seção transversal quadrada, com dimensões de

60 x 60 x 180 mm.

a) Compressão Paralela às Fibras (axial) Módulo de Elasticidade

Para o ensaio de compressão usou-se 8 corpos de prova sendo que para ser feita as leituras de deformação foi utilizado um elasticímetro duplo fixado no corpo de prova. Aplica-se carga de forma sucessivamente crescente, observando simultaneamente as deformações até aproximação de 0,001 mm.

b) Compressão Normal - Módulo de Elasticidade

1. Compressão Tangencial e Compressão Radial

Utilizaram-se 5 corpos de prova para o ensaio de compressão tangencial e 5 corpos de prova para compressão radial. Colocam-se dois elasticímetros fixados no corpo de prova, só que com aproximação de 0,01 mm.(1,7) (Figura 17,18)

3. FLEXÃO ESTÁTICA

a) Flexão - qualificação

O número total de corpo de prova é de 60 sendo 40 corpos de prova ensaiado em madeira verde e 20 corpo de prova ensaiado em madeira seca ao ar. Com as seguintes dimensões 20 x 20 x 300 mm.

O ensaio consiste em carregar por meio de uma carga central os corpos de prova apoiado nos extremos fazendo-se fletir até ser produzida a ruptura. Os corpos de prova são diretamente

te apoiados sobre cutelos de aço de forma cilíndrica, com raio de 15 mm e a carga é aplicada tangencialmente aos anéis de crescimento por meio de um cutelo central, com o formato e dimensões dos apoios. O vão livre em que se processa a flexão é de 24 cm. A velocidade de carga admitida é tal que a ruptura seja provocada num tempo mínimo de dois minutos.

A resistência específica da madeira sujeita essa solicitação é calculada pela expressão: (1) (Figura 19)

$$\sigma_f = \frac{M}{W} = \frac{3PL}{2b h^2}$$

onde:

σ_f = tensão de flexão (Kg/cm²)

M = momento fletor (Kg/cm²)

W = módulo de resistência (Kg.cm)

P = carga (Kg)

L = vão livre (cm)

b e h = lado da seção transversal (cm)

Anota-se também a flecha atingida na ruptura onde $\frac{L}{F}$ a relação entre o vão livre e essa flecha é um índice aproximado da rigidez da madeira. Para os ensaios de madeira seca ao ar, os resultados são corrigidos para 15% de umidade tomando-se como fator de correção um coeficiente de influência da umidade, igual à metade do obtido para compressão axial.

b) Módulo de Elasticidade à flexão

As dimensões dos corpos de prova para esse ensaio são

de 60 x 60 x 100 mm. O número de corpo de prova utilizado foi 9. O corpo de prova repousa livremente sobre articulados, de forma a constituir um sistema estaticamente determinado, sendo o esforço transmitido diretamente por meio de um cutelo central de forma cilíndrica, com raio de 8,5 cm. O vão livre sobre o qual se processa a flecha é de 84 cm. A aplicação da carga é feita normalmente aos anéis de crescimento com a velocidade de carga de 100 Kg/cm² por minuto e as flechas correspondentes são medidas por intermédio de um elasticímetro apoiado de forma a registrar o deslocamento de um ponto situado na linha neutra. As leituras são realizadas com aproximação de 0,01 mm.

O módulo de Elasticidade é calculado para o limite de proporcionalidade pela expressão: (1) (Figura 20)

$$E = \frac{P L^3}{4f b h^3}$$

onde:

E = módulo de elasticidade à flexão (Kg/cm²)

P = carga (Kg)

L = vão livre (cm)

f = flecha lida no centro da peça (mm)

b e h = lados da seção transversal (cm)

4. TRAÇÃO NORMAL ÀS FIBRAS

Foram utilizados 18 corpos de prova de madeira verde e

15 corpos de prova de madeira seca ao ar. Com esse ensaio de termina-se a tensão de ruptura de corpos de prova de forma especial, por tração normal às fibras. Essa resistência não é utilizada nos cálculos, sendo, entretanto, um índice de qualidade do material. O ensaio foi realizado na máquina Universal de Amsler sendo o corpo de prova preso por meio de garras especiais, a velocidade de carga é de 25 Kg/cm^2 por minuto. (1,7)

(Figura 21)

5. FENDILHAMENTO

Utilizaram-se 40 corpos de prova de madeira verde e 20 corpos de prova de madeira seca ao ar de forma especial com tração em um só lado. A máquina empregada é a Universal de Amsler e a velocidade de carga adotada por norma é 10 Kg/cm^2 por minuto, a tensão de fendilhamento também não é usada em cálculos, servindo apenas como parâmetro de qualidade.(1) (Figura 22).

6. DUREZA

Consistiu-se em medir o esforço necessário para introduzir no topo ou no sentido axial dos corpos de prova uma semi-esfera de aço de 1 cm^2 de seção diametral até a profundidade igual ao raio. Foram ensaiados 9 corpos de prova em duas séries: uma de madeira verde e outra seca ao ar sendo que as dimensões são $60 \times 60 \times 150 \text{ mm}$. O ensaio foi feito também no sentido radial e tangencial. (1,7)(Figura 23,24,25)

7. CISALHAMENTO

A resistência a cisalhamento é medida em ensaio específico, utilizando-se corpos de prova de madeira verde e madeira seca ao ar. O ensaio foi realizado na máquina Universal com dispositivo próprio e a velocidade de carga é de 25 Kg/cm² por minuto. (1) (Figura 26)

8. FLEXÃO DINÂMICA OU CHOQUE

Ensaio realizado em 20 corpos de prova de 20 x 20 x 300 mm seco ao ar, utilizou-se um pendulo de Charpy com energia 10 Kgf/m, medindo-se a energia absorvida pela ruptura da madeira. Chamando W a energia absorvida, define-se um coeficiente K de resistência pela fórmula: (1) (Figura 27)

$$W = K b h^{10/6} = K = \frac{W}{b h^{10/6}}$$

onde:

K = coeficiente de resistência

W = energia absorvida (Kg.m)

b e h = lados da seção transversal (cm)

Denomina-se cota dinâmica a relação:

$$\frac{K}{D^2}$$

onde:

D = peso específico do material ensaiado

A cota dinâmica é utilizada para avaliar o desempenho de madeiras em construções sujeitas a choques.

D. MÉTODO DE ENSAIO ATRAVÉS DA COPANT

1. UMIDADE E CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA

As dimensões do corpo de prova são 50 x 50 x 100 mm num total de 20 corpos de prova. Mede-se o corpo de prova e pesa-se, depois coloca-se numa cuba com água e determina sua reação sendo que o peso inicial menos a reação obtém-se a contração em estado verde, seca-se ao ar a madeira e pesa-se até obter um peso equilibrado. Quando a madeira conseguir um peso equilibrado é que o material já está seco ao ar, portanto coloca-se numa cuba de água com 100 g de acréscimo para manter o corpo imerso na água, depois coloca-se na estufa a 105°C até conseguir um peso constante sendo que o desvio máximo num período de 24 horas seja 1%, depois pesa-se e coloca-se num dessecador para abaixar a temperatura em seguida envolve-o numa camada de parafina e coloca-se na cuba de água para obter a reação considerando ainda as 100 g. (22) Figura 27)

Cálculo do volume da parafina:

$$V_{\text{par}} = \frac{P_{\text{cp}} - P_{\text{par}}}{\text{Dens}_{\text{par}}}$$

onde:

V_{par} = volume da parafina (cm^3)

P_{cp} = peso do corpo de prova (g)

P_{par} = peso do corpo de prova com parafina (g)

$Dens_{par}$ = densidade da parafina (g/cm^3)

V_t = (100 - Reação bal) + P_{par} (cm^3)

$V_{sem\ par} = V_t - V_{par}$

A umidade se determina através da seguinte forma:

$$H = \frac{P_h - P_o}{P_o} \times 100$$

onde:

P_h = peso de corpo de prova umido (g)

P_o = peso do corpo de prova seco (g)

Peso específico pela fórmula:

$$P.E. = \frac{P}{V} \text{ g/cm}^3$$

2. CONTRAÇÃO LINEAR

Medem-se os corpos de prova nos três sentidos: axial, radial e tangencial, sendo que elas devem ser tomadas sempre no mesmo ponto central por meio de médias, após a medida do estado verde, seca-se ao ar até aproximação de uma umidade de 15 a 20%, mede-se os três sentidos e coloca-se numa estufa adequada, aumentando a temperatura até obter um peso constante.

(22) (Figura 26)

Calcula-se da seguinte forma:

$$C_t = \frac{d_v - d_{105^\circ}}{d_v} \times 100 \quad C_l = \frac{d_v - d_{105^\circ}}{d_v} \times 100$$

$$C_a = \frac{d_v - d_{105^\circ}}{d_v} \times 100$$

onde:

~~d_v = medida linear do corpo de prova umido (cm)~~

d_{105° = medida linear do corpo de prova seco em estufa (cm)

$$C.V = C_t + C_l + C_a$$

C.V. = contração volumétrica

E. PROPRIEDADES MECÂNICAS

1. COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS (MÓDULO DE ELASTICIDADE)

O ensaio de compressão se realiza em corpo de prova de 50 x 50 x 200 mm, e o número de corpo de prova ensaiado foram 9. Utilizou-se a máquina Universal Instron e dois elasticímetros presos no corpo de prova de modo que se pudesse ler suas deformações de acordo com a aplicação da carga com uma velocidade constante de 0,6 mm/min. A resistência unitária a compressão axial se determina aplicando a fórmula: (12) (Figura 29)

$$R = \frac{P}{S}$$

onde:

R = resistência unitária máxima (Kgf/cm²)

P = carga máxima suportada pela proveta (Kgf)

S = superfície da seção transversal da proveta calculada antes
do ensaio (cm)

a) Cálculo do Módulo de Elasticidade - Com os valores da carga e das deformações lidas no deflectômetro se traça um gráfico. Se determina o limite de proporcionalidade onde se situa a carga P e se mede a deformação correspondente a carga. O Módulo de Elasticidade se calcula da seguinte maneira:

$$ME = \frac{P_1 \cdot l}{S \cdot d}$$

onde:

ME = módulo de elasticidade (Kgf/cm²)

P₁ = carga limite de proporcionalidade (Kgf)

l = distância entre as presilhas do deflectômetro (cm)

S = superfície da seção transversal da proveta medida antes
do ensaio (cm²)

d = deformação sofrida pela proveta depois de aplicada a carga P₁ (cm)

b) Cálculo da resistência unitária - A resistência unitária em limite de proporcionalidade se calcula da seguinte forma:

$$R_p = \frac{P_1}{S}$$

sendo:

R_p = resistência unitária no limite de proporcionalidade (Kgf/cm²)

P_1 = a carga no limite de proporcionalidade (Kgf)

S = superfície Perpendicular às fibras

~~O ensaio de compressão perpendicular às fibras se reali~~
za em proveta de 50 x 50 x 150 mm, preparadas de maneira que um dos lados entre si seja uma superfície tangencial aos anéis de crescimento, com o qual os lados resultam superfícies radiais. Para realizar este ensaio é necessário utilizar uma prensa com a precisão requerida para a finalidade do ensaio, capaz de aplicar uma força maior de 2000 Kgf com as cruzetas uma fixa e outra móvel, mecanismo de válvula que permite regular a velocidade linear da cruzeta móvel. O acessório consiste em um aparelho composto por uma peça metálica maciça que serve a base toda aparada. Uma peça metálica de pressão, em forma de um prisma reto de 5 x 5 cm de base medindo com a precisão requerida por uma exatidão do ensaio de 5 cm de altura com um orifício passante de diâmetro 1,5 cm de um dos lados laterais a do oposto, em cujo interior vai alojado um cilindro metálico maciço de 1,00 cm de diâmetro, com um apoio em sua parte central que permite balançar livremente.

Sobre a proveta se coloca a peça de pressão perfeitamente centrada com a proveta e se fazendo descansar sobre o cilindro

dro basculante dos extremos dos braços, um dos quais aciona o deflectômetro. Aciona-se a prensa de modo que as cruzetas toquem ligeiramente na peça de pressão e nesse instante se ajusta o deflectômetro, de modo que, todos os ponteiros dos relógios indique certo. Se aciona novamente a prensa na velocidade de ensaio de 0,3 mm/min, esta velocidade deve manter-se constante ao longo do ensaio, até conseguir que a peça de pressão penetra na proveta uma profundidade de 2,5 mm, instante que cessa o ensaio. Com os dados obtidos calcula-se a resistência do limite de proporcionalidade pela seguinte fórmula:(11).

(Figura 30,31)

$$R_p = \frac{P_1}{S}$$

sendo:

R_p = resistência no limite de proporcionalidade (Kgf/cm²)

P_1 = carga no limite de proporcionalidade (Kg)

S = superfície (cm²)

$$R_s = \frac{P}{S}$$

onde:

R_s = resistência unitária máxima (Kgf/cm²)

P = carga utilizada para obter a penetração de 2,5 mm (Kgf)

S = área da proveta na qual sofre a pressão (cm²)

2. ENSAIO DE FLEXÃO ESTÁTICA (MÓDULO DE ELASTICIDADE)

Se realiza sobre provetas de 50 x 50 x 760 mm na máquina Universal, provida de um mecanismo que permite regular a velocidade. O corpo de prova repousa livremente sobre apoios articulados, de forma a constituir um sistema estaticamente determinado, sendo o esforço transmitido diretamente por meio de um cutelo de forma cilíndrica, com raio de 8,5 cm. O vão livre sobre o qual se processa a flexão é de 70 cm. A aplicação da carga é feita continuamente com uma velocidade de 2,5 mm/min e as flechas correspondentes são medidas por intermédio de um elasticímetro apoiado de forma a registrar o deslocamento de um ponto situado na linha neutra. As leituras são realizadas com aproximação de 0,01 mm. O módulo de elasticidade é calculado para o limite de proporcionalidade pela expressão: (18)

$$E = \frac{L^3 P}{4f b h^3}$$

onde:

E = módulo de elasticidade (kg/cm²)

L = vão livre (cm)

P = carga (Kg)

f = flecha lida no centro da peça (mm)

b e h = lados da seção transversal (cm)

3. FENDILHAMENTO

A máquina empregada neste ensaio é a máquina Universal

Instron.

A velocidade de solicitação adotada é de 2,5 mm por minuto. Os valores obtidos em Kg/cm^2 dividindo-se a carga de ruptura pela seção mínima de fendilhamento tem significado puramente convencional, dependendo da forma e dimensões do corpo de prova, servindo exclusivamente como elementos comparativos de resistência a fendilhamento entre espécies diferentes. O

número de corpos de prova ensaiados foi 9 para madeira verde e 10 para madeira seca ao ar. (10) (Figura 32)

4. CISALHAMENTO

O número de corpo de prova ensaiado foi 18 em madeira verde. Os ensaios são realizados em uma prensa utilizando-se para esse fim o dispositivo mostrado na Figura 33. A seção de trabalho é medida com paquímetros antes da realização do ensaio e os resultados são expressos em Kg/cm^2 . A velocidade de carga é de 0,6 mm por minuto. (9)

5. DUREZA

O ensaio de dureza se realiza sobre proveta de 50 x 50 x 150 mm preparadas de maneira que uma das arestas opostas entre si seja uma superfície tangencial aos anéis de crescimento, e do outro lado, ficam as superfícies radiais. O número de

corpo de prova ensaiado foi 9 em madeira verde, sendo feito no sentido radial, tangencial e axial. Aciona-se a prensa de madeira e a semi-esfera se aproxima do corpo de prova a uma velocidade de 6 mm/min e se mantém essa velocidade constante durante todo o ensaio até conseguir a penetração total da semi-esfera, instante em que se detém a prensa e se retira o corpo de prova. (13)

6. TRAÇÃO PARALELA ÀS FIBRAS

O ensaio de tração paralela às fibras se realiza em provetas elaboradas de acordo com a forma e dimensões indicadas na Figura 34 . A proveta se elabora de tal forma que a direção dos anéis de crescimento na zona de seção reduzida seja perpendicular a maior dimensão da dita seção. O número de corpo de prova ensaiado foi 9. Usam-se dois extensômetros de sensibilidade 0,001 mm. A proveta se coloca e se mantém durante todo o ensaio; de tal forma que a cruzeta móvel se move com uma velocidade de 1,00 mm/min $\pm$ 0,25 mm/min e de modo que as provetas tendem a se separar entre si.

O esforço unitário máximo se calcula com a fórmula seguinte: (20)

$$EM = \frac{P}{A}$$

onde:

EM = esforço unitário máximo (Kgf/cm²)

P = carga máxima suportada pela proveta (Kgf)

A = área de seção mínima da proveta (cm²)

O esforço unitário de limite de proporcionalidade se calcula com a fórmula seguinte:

$$ELP = \frac{P_1}{A}$$

onde:

EDP = esforço no limite de proporcionalidade (Kgf/cm²)

P₁ = carga no limite de proporcionalidade (Kgf)

A = área da seção mínima da proveta (cm²)

O módulo de elasticidade se calcula com a fórmula seguinte:

$$MOE = \frac{P_2 \cdot l}{Ad}$$

onde:

P₂ = força correspondente a deformação no limite (Kgf)

l = distância do extensômetro (cm)

A = área da seção mínima da proveta (cm²)

d = deformação da proveta (cm)

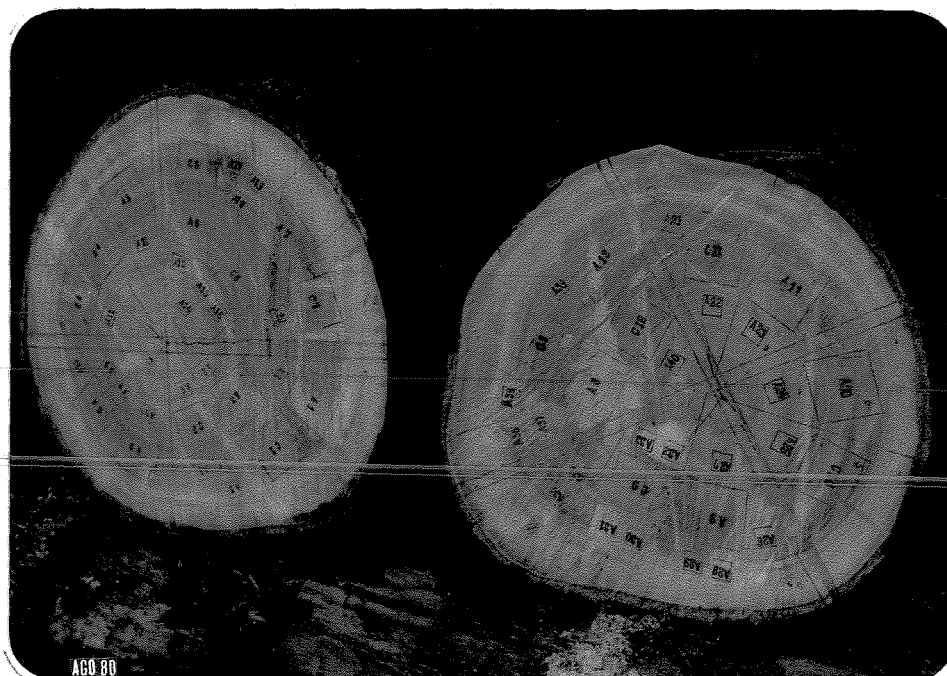


FIGURA 9. Marcação dos Corpos de Prova na Tora

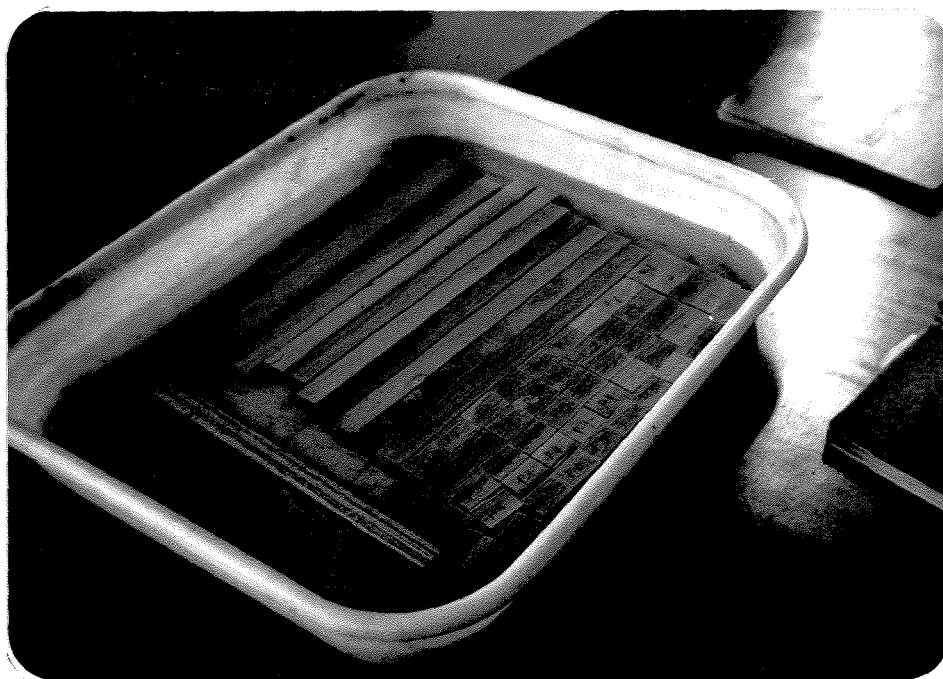


FIGURA 10. Corpos de Prova em Recipiente com Água.



FIGURA 11. Corpos de Prova.



FIGURA 12. Corpo de Prova Secando na Estufa.



FIGURA 13. Contração Volumétrica (ABNT)



FIGURA 14. Contração Linear (ABNT)

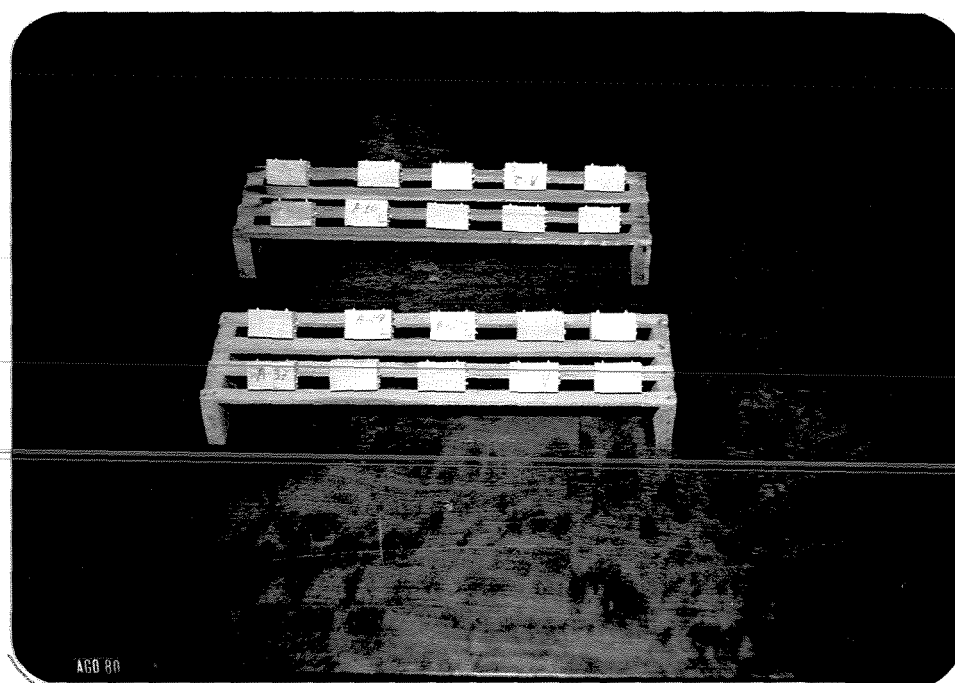


FIGURA 15. Contração Linear Secando ao Ar.

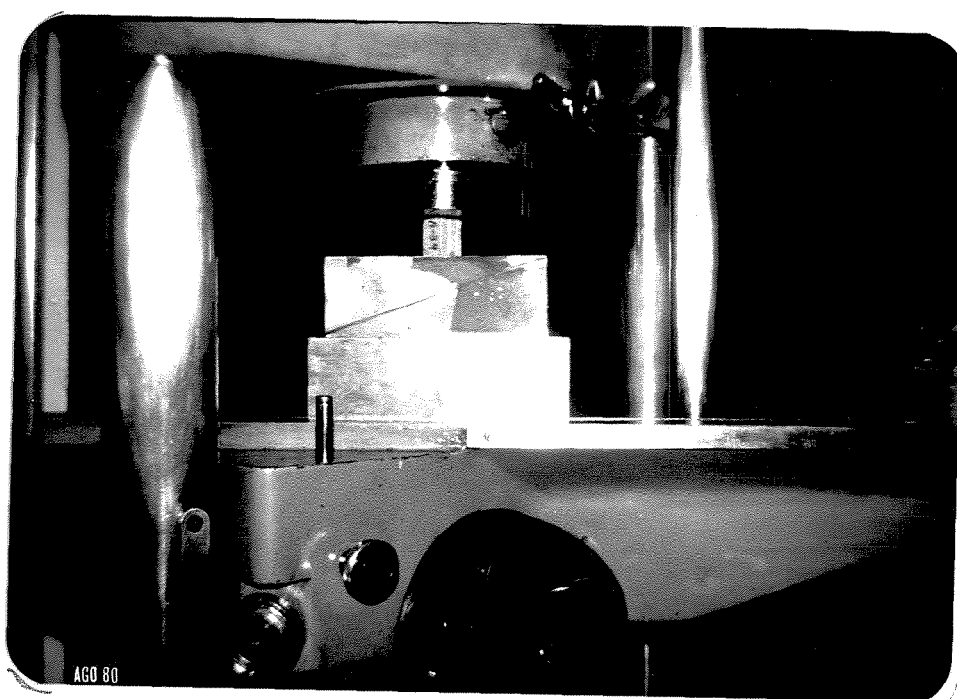


FIGURA 16. Compressão Simples.

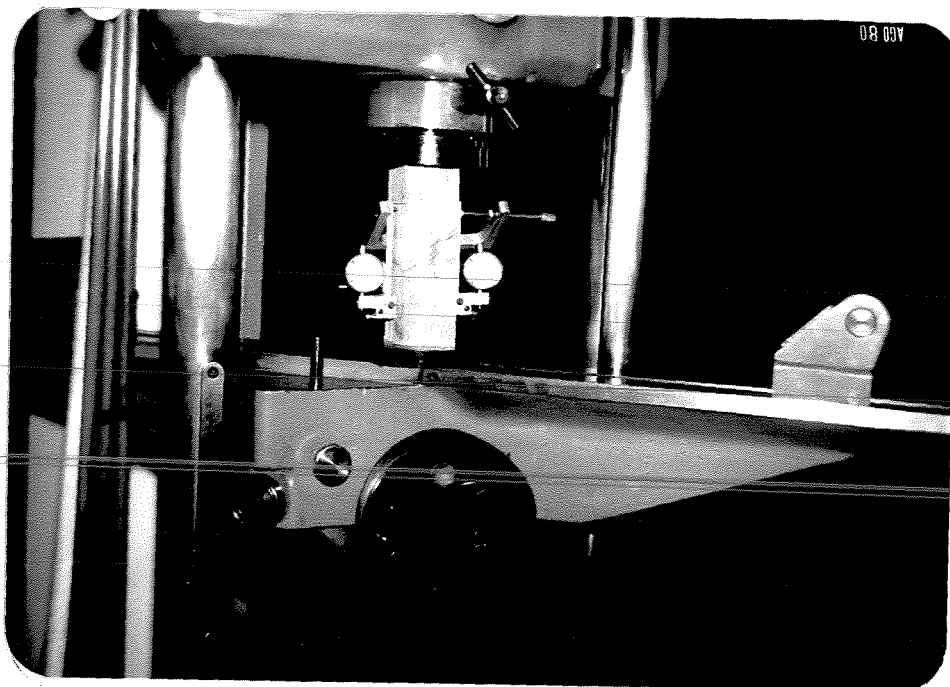


FIGURA 17. Compressão Axial (ABNT).

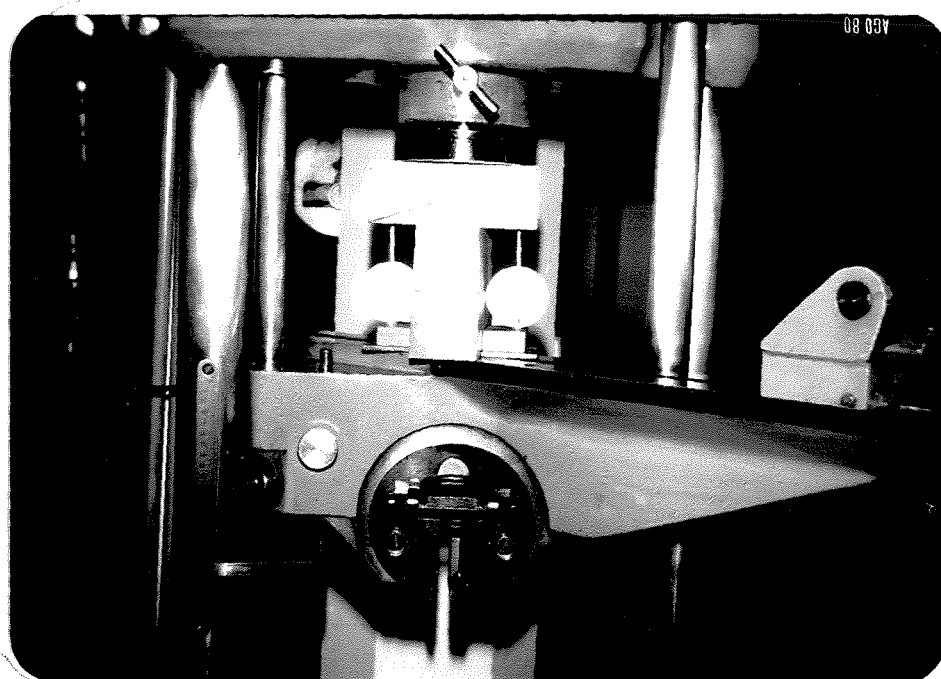


FIGURA 18. Compressão Tangencial (ABNT)



FIGURA 19. Flexão Qualificação.

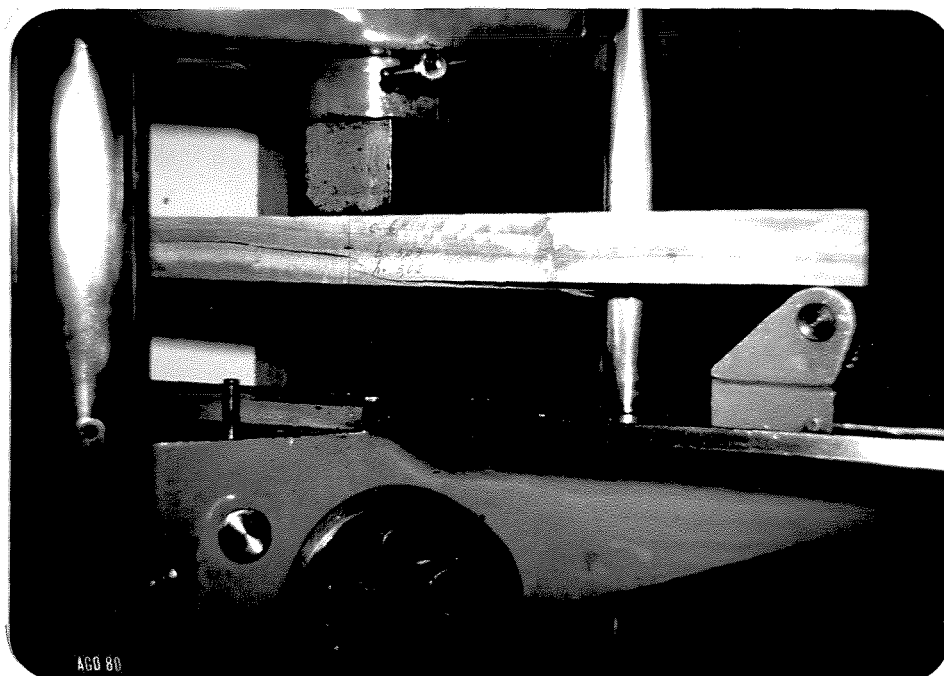


FIGURA 20. Flexão Módulo de Elasticidade.

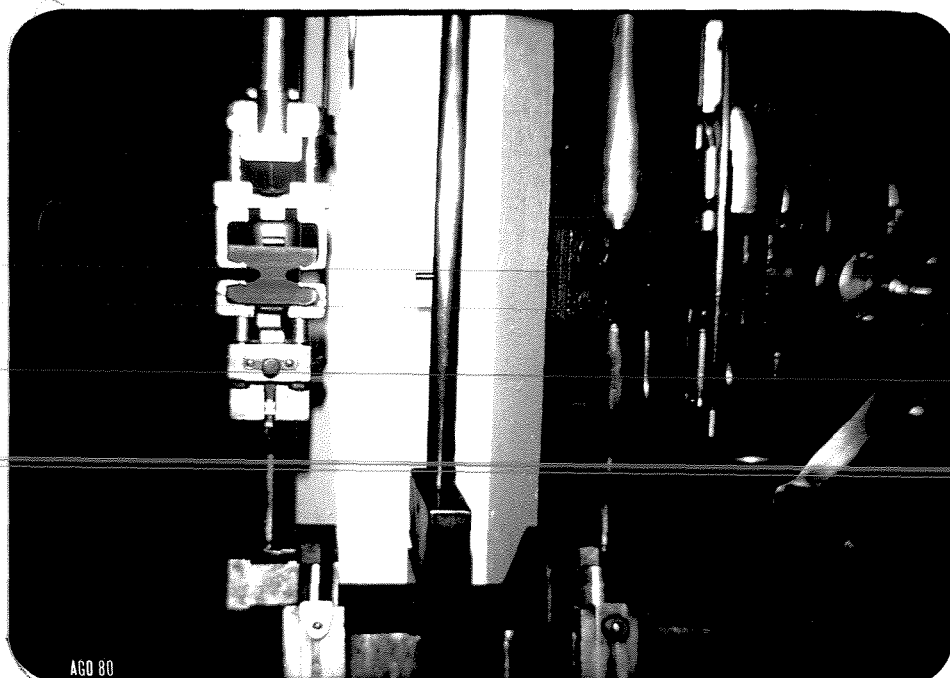


FIGURA 21. Tração Normal as Fibras.

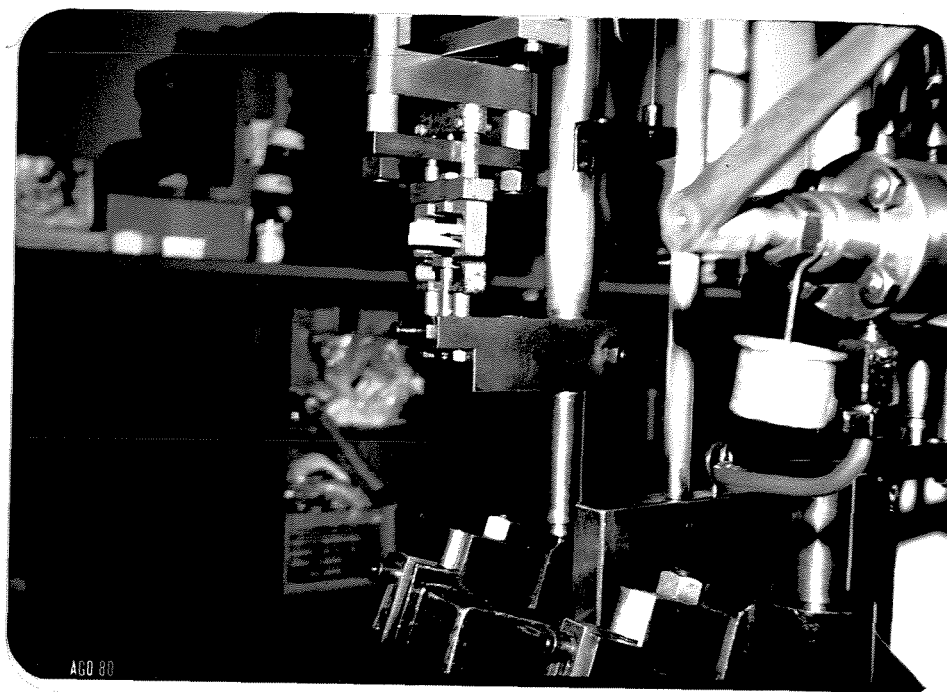


FIGURA 22. Fendilhamento (ABNT).

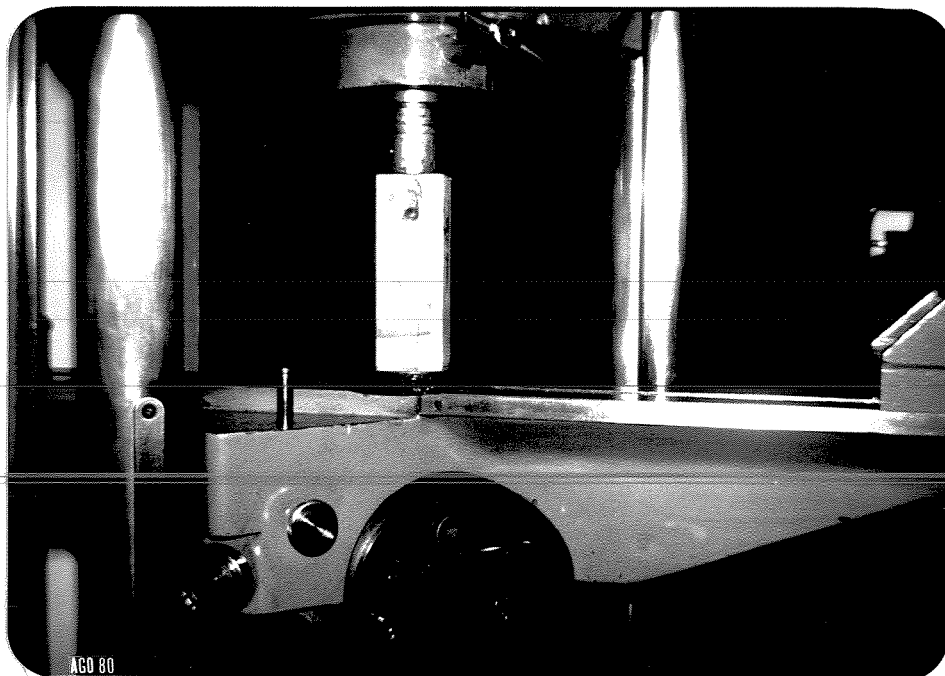


FIGURA 23. Dureza. Axial

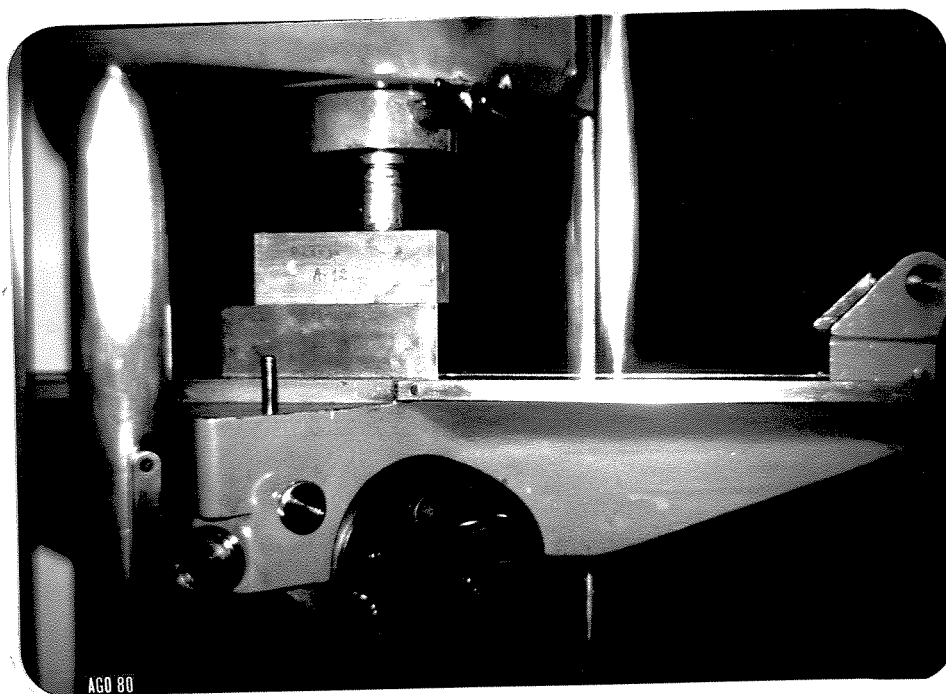


FIGURA 24. Dureza Tangencial.

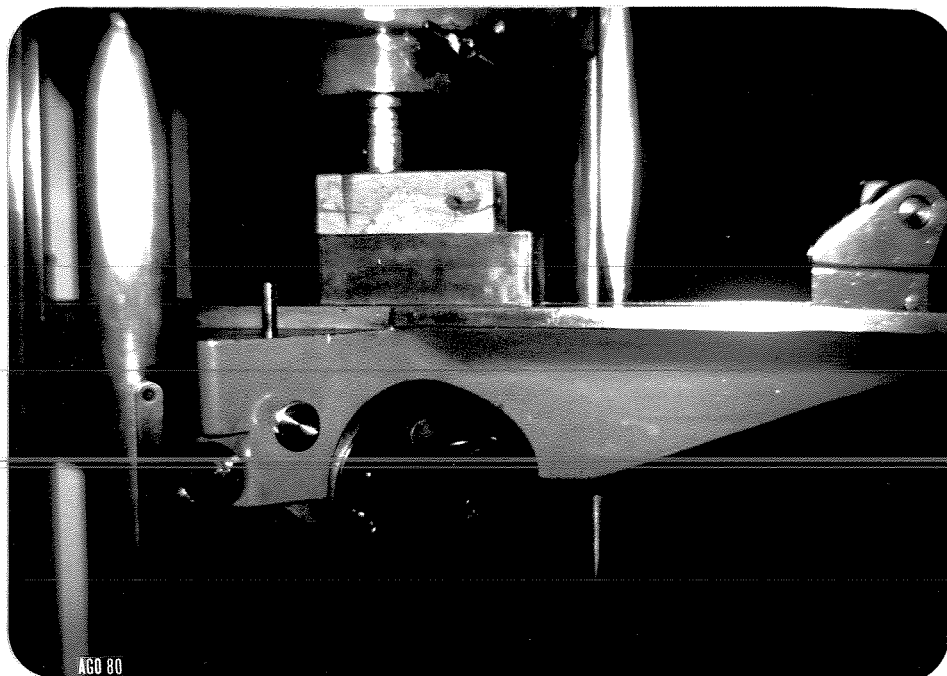


FIGURA 25. Dureza Radial

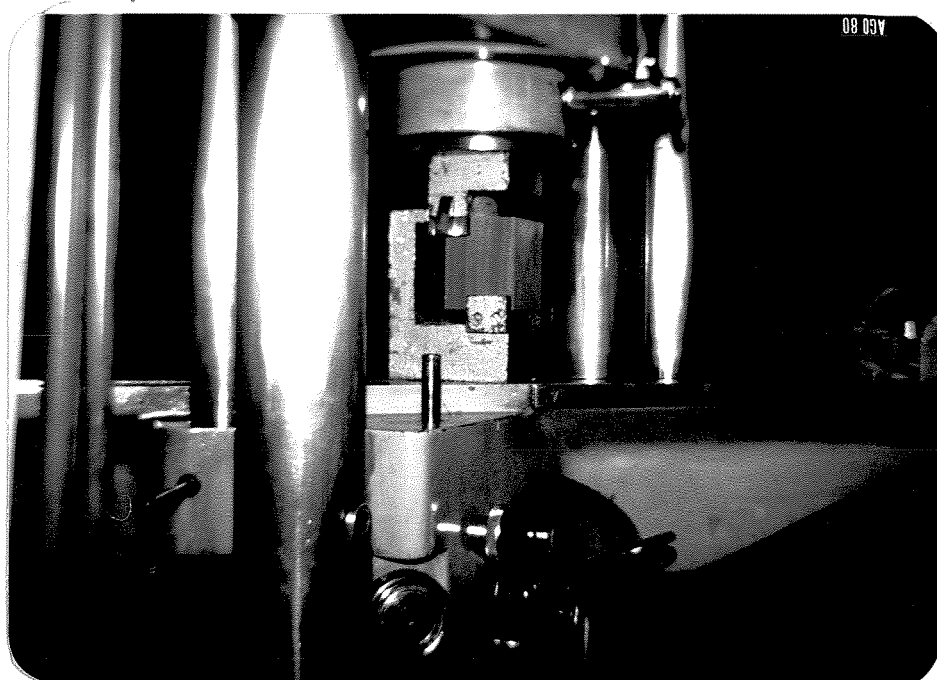


FIGURA 26. Cisalhamento (ABNT)



FIGURA 27. Contração Volumétrica (COPANT)



FIGURA 28. Contração Linear (COPANT)

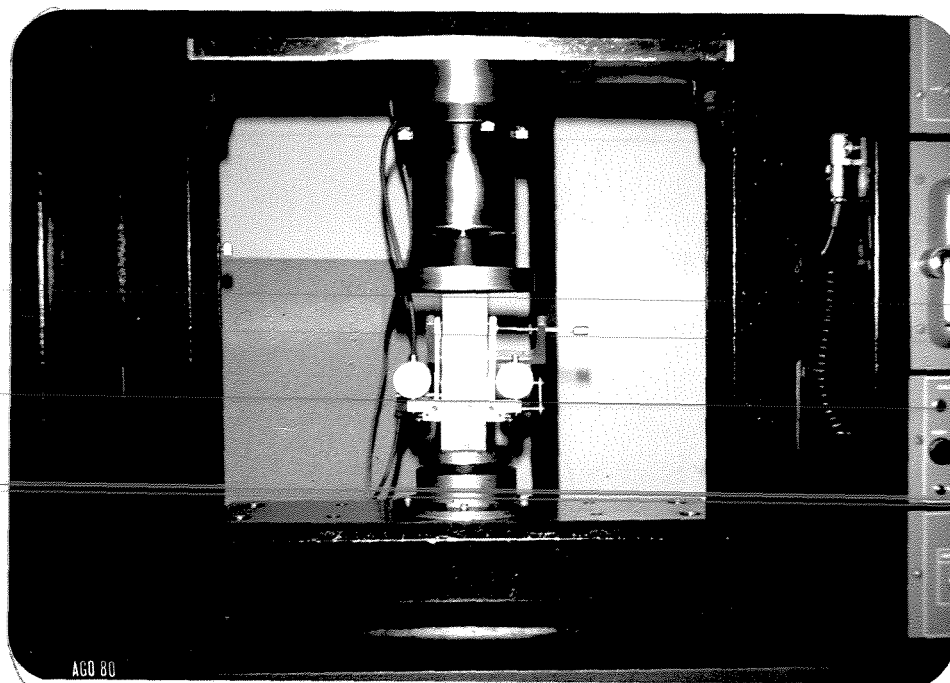


FIGURA 29. Compressão Paralela Às Fibras (COPANT)

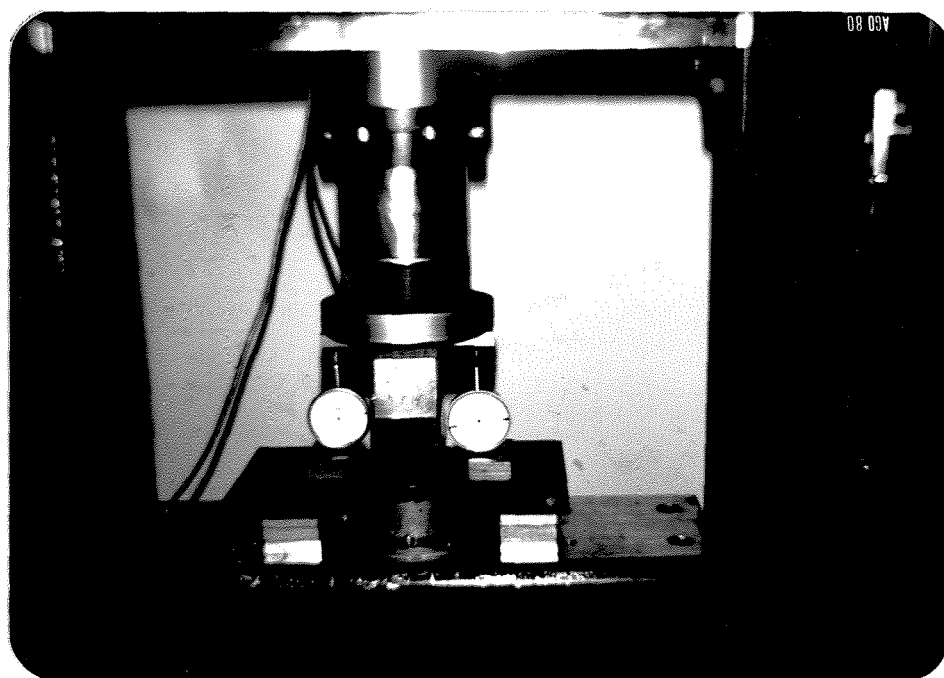


FIGURA 30 . Compressão Perpendicular as Fibras Radial
(COPANT)

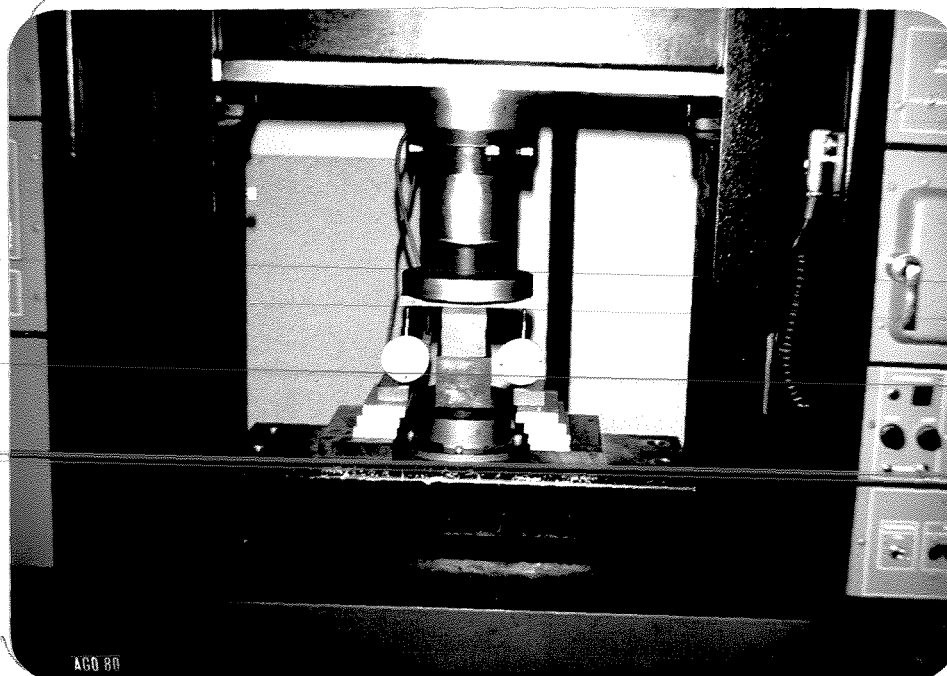


FIGURA 31. Compressão Perpendicular Tangencial (COPANT)

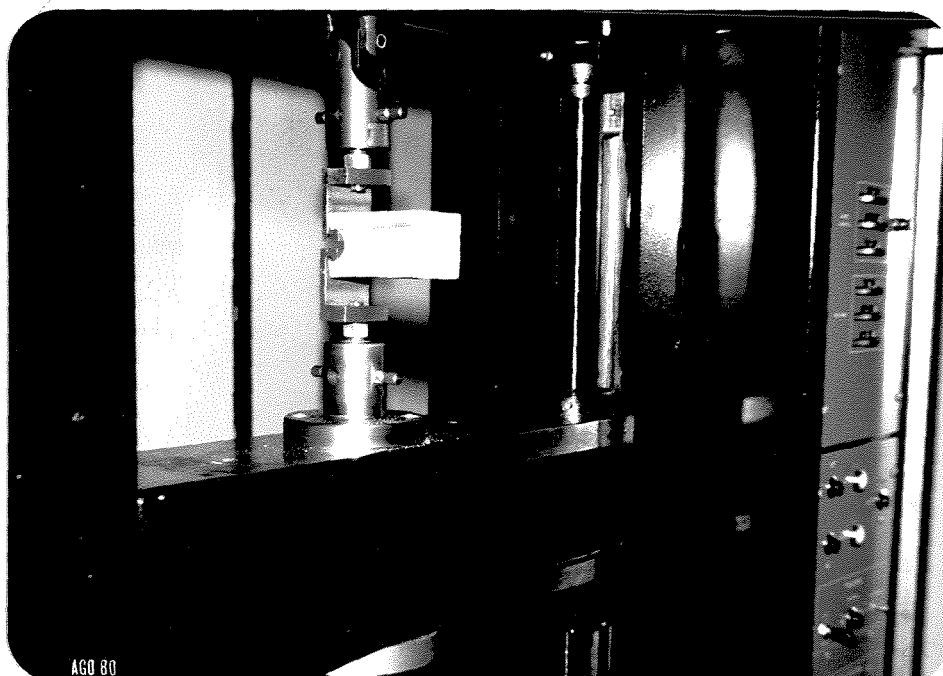


FIGURA 32. Fendilhamento (COPANT)



FIGURA 33. Cisalhamento (COPANT).

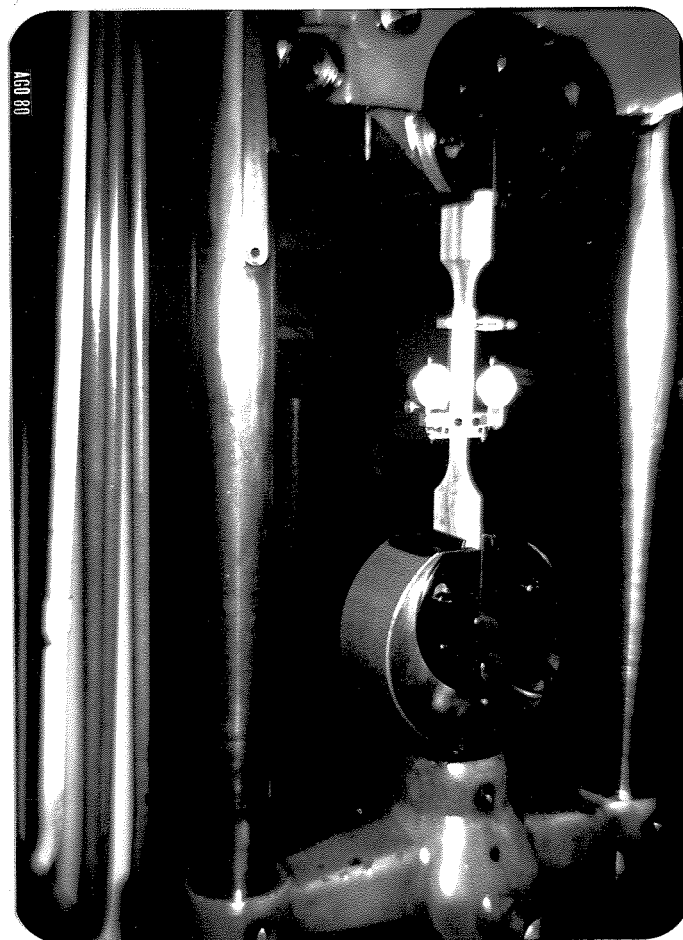


FIGURA 34. Tração Paralela as Fibras (COPANT).

V. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os corpos de prova foram marcados na tora de acordo com a Figura abaixo. Foram marcados corpos de prova ABNT ao lado corpo de prova COPANT para se verificar se há diferença entre as normas.

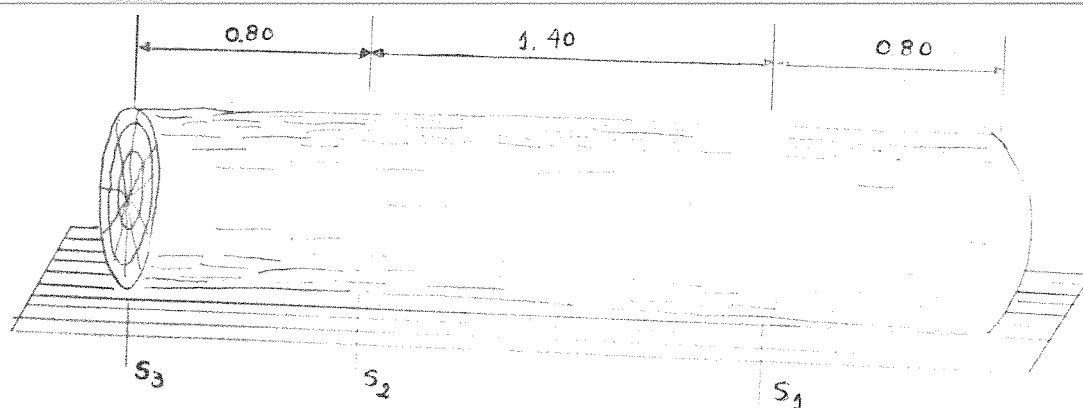


Figura 35. Localização na tora das seções onde são marcados os corpos de prova

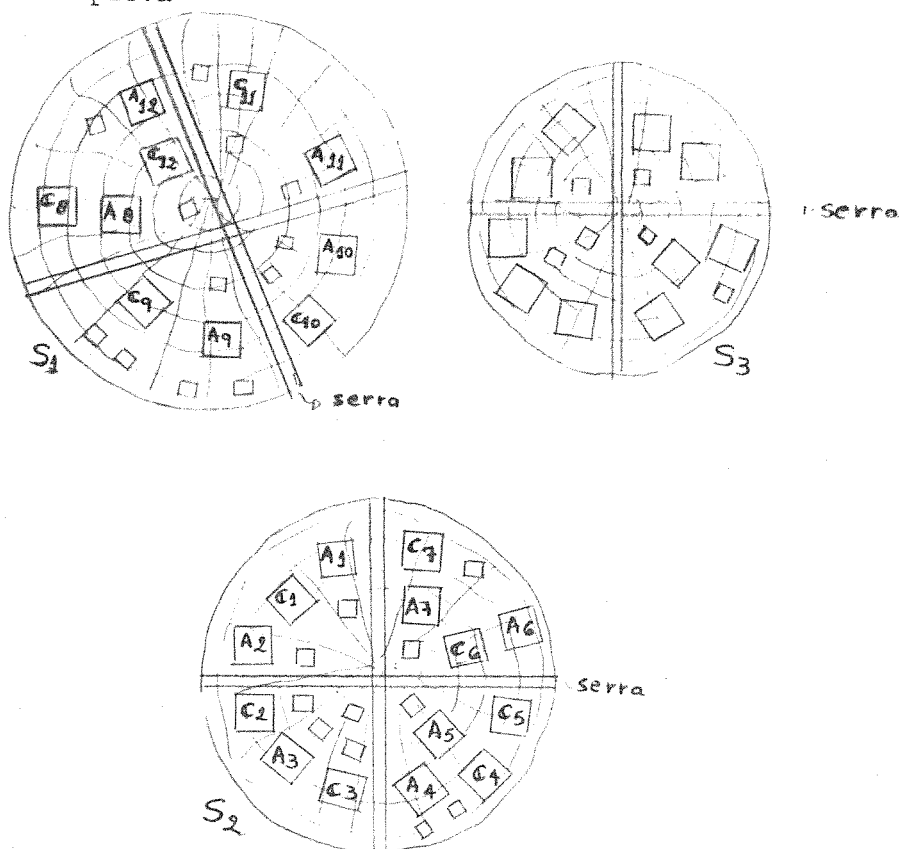


Figura 36. Marcação dos corpos de prova nas varias seções da tora

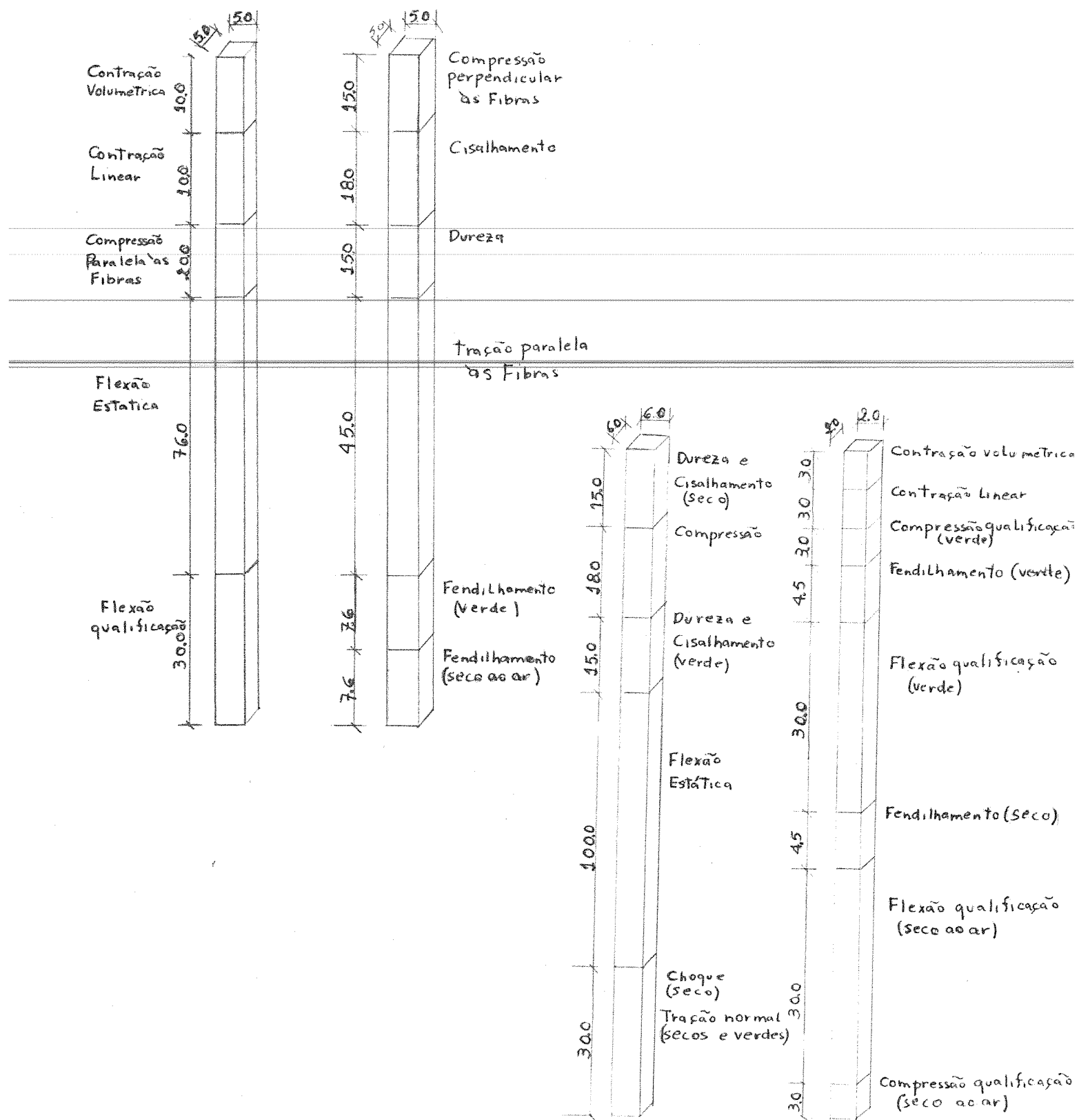


Figura 37. Maneira de retirar os corpos de prova das barras localizadas nas seções S₁, S₂, S₃

VI. NÚMERO DE EXPERIMENTOS

Foi utilizado o seguinte número de experimentos:

ENSAIOS	NORMAS	
	ABNT	COPANT
Contração Volumétrica	20	20
Contração Linear	20	20
Compressão em função da umidade	42	--
Compressão qualificação, madeira verde	29	--
Compressão qualificação, seca ao ar	20	--
Compressão Axial	8	9
Compressão Tangencial	5	5
Compressão Radial	5	4
Flexão mod. elasticidade	9	9
Dureza	9	9
Tração paralela as fibras	--	9
Tração normal, madeira verde	18	--
Tração normal, seca ao ar	15	--

ENSAIOS	NORMAS	
	ABNT	COPANT
Flexão qualificação , madeira verde	40	--
Choque	20	--
Cisalhamento, madeira verde	18	18
Cisalhamento, seca ao ar	16	--
Flexão qualificação , madeira seca	20	10 máquina manual
Fendilhamento (verde)	40	9
Fendilhamento (seca)	20	10

O material em toras, foi cedido pelo ITP (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) de São Paulo. A madeira foi totalmente utilizada para um número limitado de corpos de prova.

O nº dos corpos de prova foram determinados baseando-se nas normas existentes, enquanto que para alguns ensaios foram limitados devido ao seu tamanho permitindo assim confeccionar os corpos de prova para todos os ensaios.

VII. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Utilizou-se a média aritmética para se obter o valor médio dos experimentos feitos para os ensaios de contração volumétrica, contração linear, compressão qualificação, flexão qualificação, fendilhamento, dureza, cisalhamento (26,27).

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Nota-se nos apêndices, que os dados dos experimentos se dispersam em torno da média, e para levar em conta essa medida de dispersão, dada pela variação dos experimentos é uma estimativa da variância do desvio padrão (σ), a raiz quadrada da variância se chama desvio padrão (26,27)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

O coeficiente de variação mostra uma estimativa da precisão dos dados, analisando assim a sua dispersão

$$C.V = \frac{S}{V} \times 100$$

Para se analisar a variância foi utilizado o teste F de G.W. Snedecor (26,27), tendo em vista comparar variâncias ou os respectivos desvios padrões, pois partiu-se da hipótese de que os ensaios são todos equivalentes. Sendo estimativas diferen-

tes do mesmo parâmetro, elas não deveriam diferir a não ser por acaso. Para compará-las usou-se o teste F. ().

$$F = \frac{S_1}{S_2}$$

As Tabelas de F. (26,27) dão o valor de 2,51 (superior) e 0,40 (inferior) para o nível de 5% de probabilidade, isto quer dizer que a uma probabilidade de 95% de obter, por simples acaso, um valor de F. igual ou inferior a 2,51 e há a probabilidade de 5% de obter os valores de F. superiores a 0,40.

Utilizou-se o teste $\underline{t}$ para comparar as médias, pois a distribuição de $\underline{t}$ é hoje perfeitamente conhecida, e está tabuada nos livros (26,27) , de sorte que podemos utilizar a distribuição de $\underline{t}$, exata, em vez da distribuição normal.

O valor de $\underline{t}$ obtido é significativo em nível de 5% de probabilidade. Sendo menor de 5% a probabilidade de um valor de $\underline{t}$, fica considerada que não há diferença significativa entre as médias.

Diante disto, pode-se desacreditar da hipótese admitida de ser $x_1=x_2$, e rejeitá-la. A rejeição da hipótese não exige necessariamente que seja falsa, pois um acontecimento com 5% de probabilidade deve ocorrer, em médias, uma vez em cada 20 tentativas, de sorte que sua ocorrência não pode ser excluída. Entretanto a não ocorrência, que tem 95% de probabilidade, será observada com frequência. Portanto, quando apresentava diferença significativa entre as médias, foi encontrado um coefi

ciente de relação entre as normas. Esse coeficiente se encontra nas Tabelas 8.1. a 8.15.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

~~Os ensaios de flexão, compressão, tração foram grafica-~~
dos em papel aritmético, sendo no eixo das abcissas deformações e no eixo das ordenadas tensões, as curvas correspondentes foram construídas e determinou-se a equação que representa as curvas obtidas. Essa equação é válida até o limite de proporcionalidade, porque a partir desse ponto deixa de ser linear.

Foi usada a equação linear:

$$y = ax + b$$

Onde $b = 0$ porque parte-se do princípio que o Gráfico é obrigado a passar pela origem, pois tanto a carga aplicada como a deformação começam de zero.

Essa equação foi a que mais se ajustou à curva de tensão-deformação, onde o limite de proporcionalidade apresenta-se numa relação linear.

Este limite de proporcionalidade define a região de resistência onde a peça submetida a qualquer esforço passa da zona elástica para a zona plástica, e então são desprezíveis as características de resistência da madeira.

Como os cálculos de resistência devem ser sempre basea

- 69 -

VIII. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios de contração volumétrica, peso específico, contração linear, fendilhamento, tração normal, cisalhamento, dureza, compressão axial, compressão normal (tangencial, radial), compressão qualificação, choque, tração para tela, flexão estática, flexão-qualificação, foram expressos em Tabelas e as determinações foram tomadas de acordo com a metodologia explicada no Capítulo IV.

Após a análise estática acham-se expressos nas Tabelas 8.1. a 8.15. os valores da média $\bar{x}$, desvio padrão S , coeficiente de variação C.V.

Também inclui-se um valor determinado coeficiente de relação. O valor desse Coeficiente de Relação C.R. é o valor que se deve utilizar para a multiplicação do resultado obtido através da norma ABNT, para relacionar com a norma COPANT.

Os resultados obtidos através do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, que utilizam as normas COPANT, podem ser transformados para a norma brasileira ABNT, utilizando para isso Coeficiente de Relação da norma ABNT multiplicado pelo resultado da norma COPANT, obtendo-se assim o valor das características físicas e mecânicas em ambas as normas, sem precisar fazer novamente os ensaios.

1. Ensaio de Contração Volumétrica

A Tabela 8.1 resume os valores de média, desvio padrão, coeficiente de variação e o coeficiente de relação para o ensaio de contração volumétrica com as normas ABNT e COPANT. Para a obtenção destes valores foram utilizados os resultados descritos no apêndice 1,2.

O coeficiente de relação obtido foi: 1,34 para a partir dos valores da norma COPANT se obter os valores de média, desvio padrão, e coeficiente de variação para a norma ABNT; e de 0,75, para a partir dos valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da norma ABNT, se obtém os valores correspondentes para a norma COPANT.

TABELA 8.1. Ensaio de Contração Volumétrica

	ABNT	COPANT
Média, $\bar{x}$ (%)	25,62	19,17
Desvio Padrão, S (%)	4,15	3,62
Coeficiente de Variação, CV(%)	16,18	18,88
Coeficiente de Relação, CR	1,34	0,75

2. Ensaio de Peso Específico

A Tabela 8.2. resume os valores de média, desvio padrão, coeficiente de variação e coeficiente de relação para o ensaio de peso específico com as normas ABNT e COPANT. Para a obtenção destes valores foram utilizados os resultados descritos no apêndice 1,2. Os coeficientes de relação obtidos neste ensaio foram iguais a 1 tanto para a norma ABNT com relação à COPANT, como para a norma COPANT, com relação à ABNT, para os valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação. O que significa que para este ensaio os procedimentos de ambas as normas levam aos mesmos resultados.

TABELA 8.2. Ensaio de Peso Específico

	ABNT	COPANT
Média, $\bar{x}$ (g/cm ³)	1,12	1,12
Desvio Padrão, S (g/cm ³)	0,03	0,05
Coeficiente de Variação(%)	2,68	4,46
Coeficiente de Relação, C.R.	1,0	1,0

3. Ensaio de Contração Linear

A Tabela 8.3. resume os valores de média, desvio padrão, coeficiente de variação e coeficiente de relação para o ensaio de contração linear (axial, radial e tangencial) com as normas ABNT e COPANT. Para a obtenção destes valores foram utilizados os resultados descritos no apêndice 3,4. Os coeficientes de relação obtidos nos ensaios de contração axial, radial foram iguais a 1 tanto para norma COPANT, com relação à ABNT, para os valores de média desvio padrão e coeficiente de variação. O que significa que para este ensaio os procedimentos de ambas as normas levam os mesmos resultados. Entretanto para o ensaio de contração tangencial os coeficientes de relação obtidos foram de: 1,29 para a partir dos valores da norma COPANT se obter os valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação para a norma ABNT; e de 0,78, para a partir dos valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da norma ABNT, se obter os valores correspondentes para a norma COPANT.

TABELA 8.3. Ensaio de Contração Linear.

AXIAL	ABNT	COPANT
Média (%)	6,76	6,60
Desvio Padrão (%)	1,66	0,71
Coef. de Variação (%)	24,50	10,76
Coef. de Relação	1,0	1,0

RADIAL

Média (%)	0,25	0,30
Desvio Padrão (%)	0,20	0,12
Coef. de Variação (%)	80,00	40,00
Coef. de Relação	1,0	1,0

TANGENCIAL

Média (%)	14,12	10,95
Desvio Padrão (%)	3,19	1,97
Coef. de Variação (%)	22,59	17,99
Coef. de Relação	1,29	0,78

4. Ensaio de Fendilhamento

A Tabela 8.4. resume os valores da média, desvio padrão, coeficiente de variação e o coeficiente de relação para o ensaio de fendilhamento madeira verde com as normas ABNT e COPANT. Para a obtenção destes valores foram utilizados os resultados descritos no apêndice 5,6,7,8.

~~O coeficiente de relação obtido foi de: 0,78 para a partir dos valores da norma COPANT se obter os valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação para a norma ABNT; e de 1,29 para a partir dos valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da norma ABNT, se obtém os valores correspondentes para a norma COPANT.~~

A Tabela 8.4. também resume os valores da média, desvio padrão, coeficiente de variação e o coeficiente de relação para o ensaio de fendilhamento madeira verde com as normas ABNT e COPANT.

Para a obtenção destes valores foram utilizados os resultados descritos no apêndice 5,6,7, O coeficiente de relação obtido foi de: 0,91 para a partir dos valores da norma COPANT se obter os valores de média, desvio padrão, e coeficiente de variação para a norma ABNT; e de 0,75 para a partir dos valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação da norma ABNT se obter os valores correspondentes para a norma COPANT.

TABELA 8.4. Ensaio de Fendilhamento

Madeira Verde	ABNT	COPANT
Média (Kg/cm^2)	8,68	11,16
Desvio Padrão (Kg/cm^2)	1,35	1,84
Coef. de Variação (%)	15,60	16,49
Coef. de Relação	0,78	1,29
Madeira Seca		
Média (Kg/cm^2)	11,44	12,58
Desvio Padrão (Kg/cm^2)	1,59	1,47
Coef. de Variação (%)	13,87	11,69
Coef. de Relação	0,91	1,10

5. Ensaio de Tração Normal (ABNT)

A Tabela 8.5. apresenta os valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação para os ensaios de tração normal pelo método da norma ABNT. Foram tomados dados com a madeira verde e madeira seca ao ar.

Estes valores foram obtidos de resultados que se encontram no apêndice 9,10.

Tabela 8.5. Ensaio de Tração Normal ABNT

	Madeira Verde	Madeira Seca ao ar
Média (Kg/cm^2)	69,50	81,91
Desvio Padrão (Kg/cm^2)	14,29	9,67
Coef. de Variação (%)	20,56	11,81

6. Ensaio de Cisalhamento

A Tabela 8.6. mostra os métodos do ensaio de cisalhamento pelos métodos da norma ABNT e COPANT.

Estes valores foram obtidos de resultados que se encontram no apêndice 11,12,13.

Foram tomados dados com a madeira verde e madeira seca.

Para efeito de comparação foram feitos testes com a madeira verde. O coeficiente de relação obtido neste ensaio foram iguais a 1 tanto para a norma ABNT com relação à COPANT, como para a norma COPANT, com relação à ABNT, para os valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação. O que significa que para este ensaio os procedimentos das ambas as normas levam aos mesmos resultados.

TABELA 8.6. Ensaio de Cisalhamento

Madeira Verde	ABNT	COPANT
Média (kg/cm^2)	98,71	112,78
Desvio Padrão (kg/cm^2)	10,37	13,66
Coef. de Variação (%)	10,51	12,17
Coef. de Relação	1,0	1,0

Madeira Seca ao ar

Média (Kg/cm^3)	132,54	--
Desvio Padrão (Kg/cm^2)	9,88	--
Coef. de Variação (%)	7,45	--
Coef. de Relação	--	--

7. Ensaio de Dureza

A Tabela 8.7. apresenta os resultados da média, desvio padrão, coeficiente de variação e coeficiente de relação, para o ensaio de dureza (axial, radial e tangencial). Com as normas ABNT e COPANT. Para a obtenção destes valores foram utilizados os resultados descritos no apêndice 14,15. Os coeficientes de relação obtidos neste ensaio foram iguais a 1 tanto para a norma ABNT com relação à COPANT, como para a norma COPANT, com relação à ABNT, para os valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação. O que significa que para este ensaio os procedimentos de ambas as normas levam aos mesmos resultados.

TABELA 8.7. Ensaio de Dureza

AXIAL	ABNT	COPANT
Média (kg)	6,27	6,22
Desvio Padrão (Kg)	69,19	59,95
Coef. de Variação (%)	9,76	9,64
Coef. de Relação	1,0	1,0

RADIAL

Média (kg)	6,06	6,07
Desvio Padrão (Kg)	42,24	55,12
Coef. de Variação (%)	6,97	9,08
Coef. de Relação	1,0	1,0

TANGENCIAL

Média (kg)	6,08	5,98
Desvio Padrão (Kg)	59,37	76,85
Coef. de Variação (%)	9,77	12,85
Coef. de Relação	1,0	1,0

8. Ensaio de Compressão Axial

A Tabela 8.8. expõe os dados que deram origem aos Gráficos das Figuras (38 , 39).

O Gráfico de compressão axial da norma COPANT coincide com as curvas do ensaio da norma ABNT, isso se deve ao fato dos corpos de prova serem semelhantes e o método de ensaio também. Não apresentando pois, diferença significativa.

TABELA 8.8. Ensaio de Compressão Axial

$$\begin{aligned} \text{Equação } y &= ax + b \\ x &= \text{deformação (mm)} \\ y &= \text{tensão (Kg/cm}^2\text{)} \\ b &= 0 \end{aligned}$$

	ENSAIO	
	ABNT	COPANT
a, (inclinação da reta)	1,08	1,07
Limite de Proporcionalidade (Kg/cm ²)	202	157
Limite de Resistência (Kg/cm ²)	336	335
Mod. de Elasticidade (Kg/cm ²)	127.796	109.675
Coef. de Relação	1,0	1,0

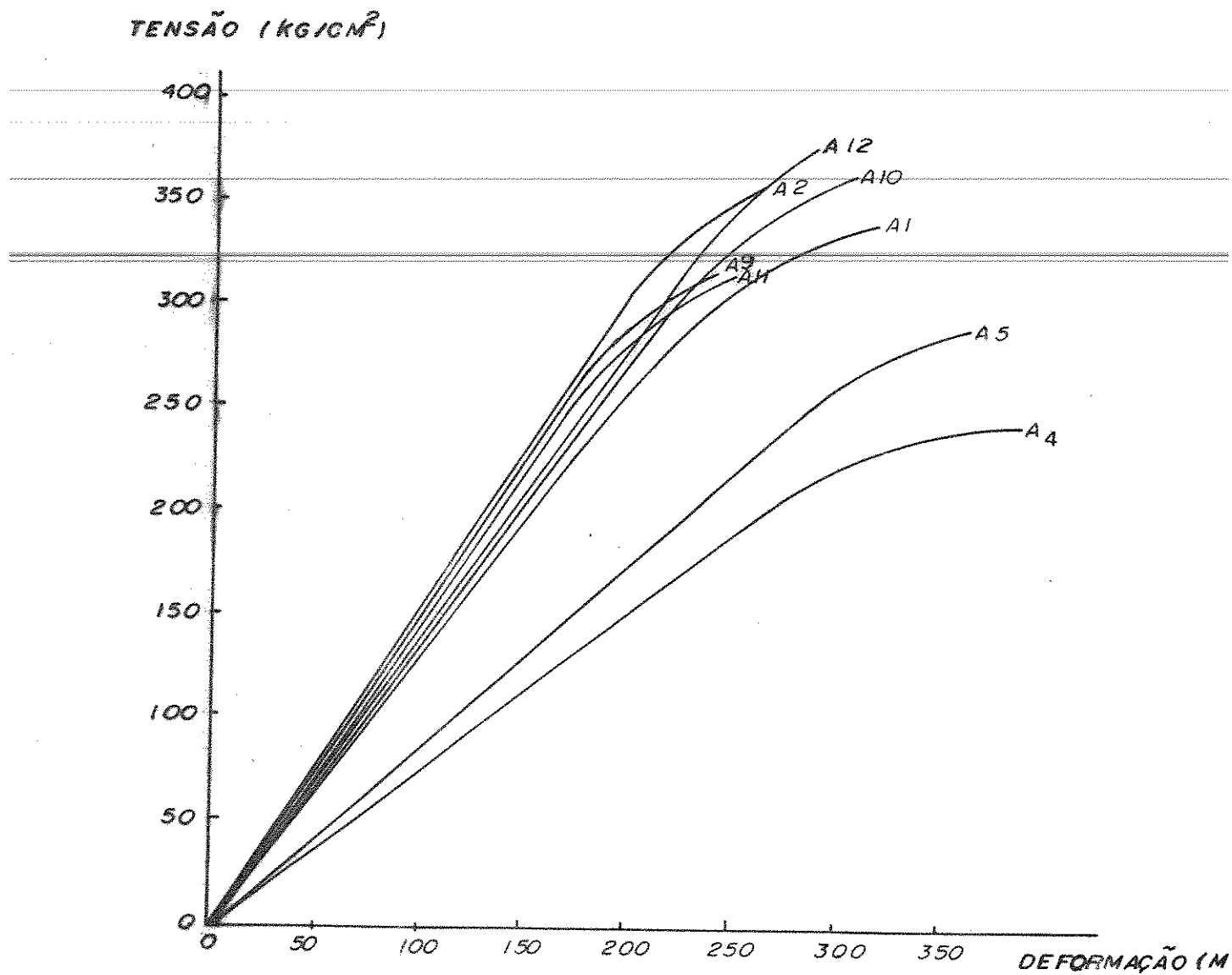


Figura 38. Ensaio de Compressão Axial (ABNT)

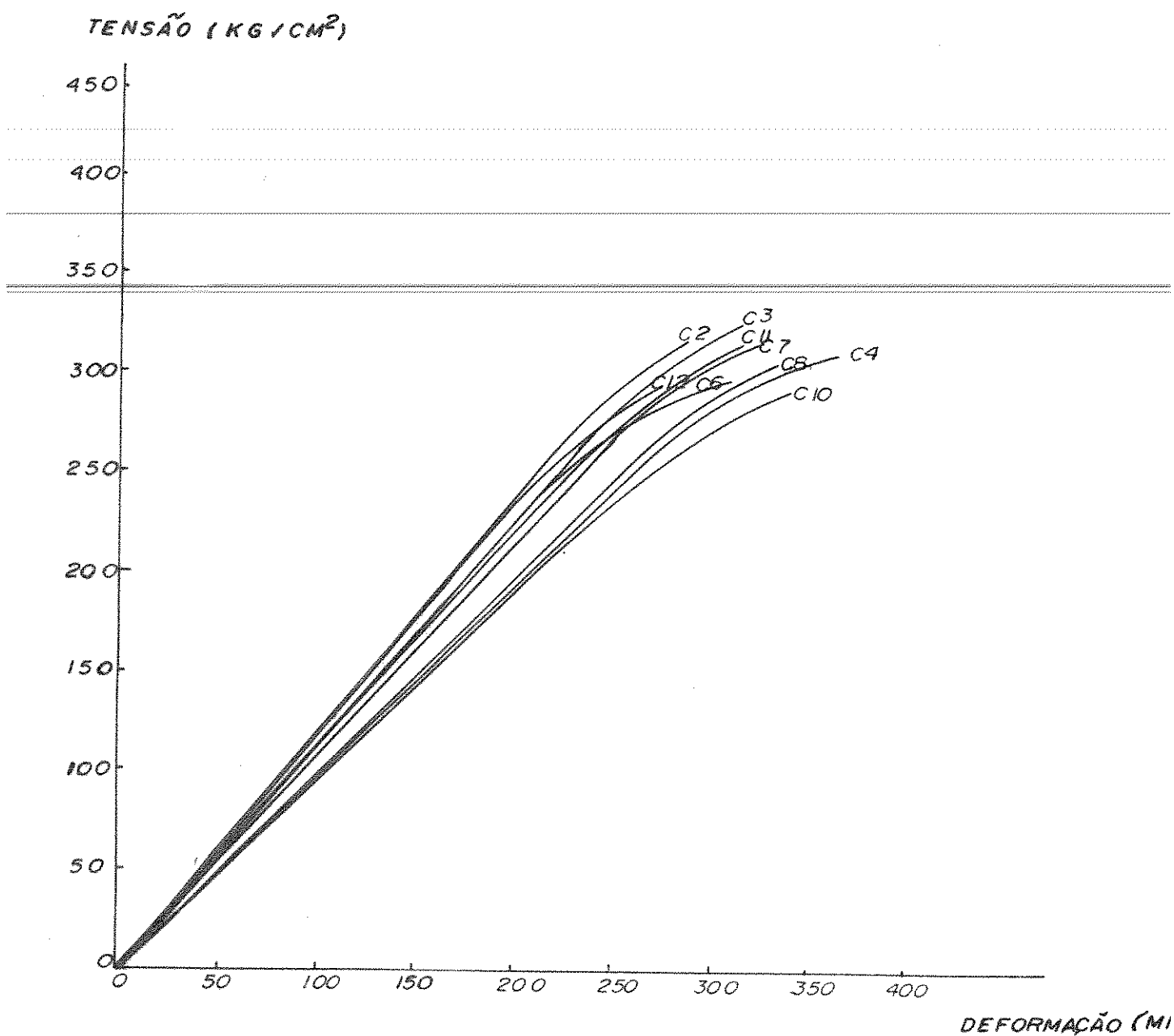


Figura 39. Ensaio Je Compressão Axial (COPANT)

9. Ensaio de Compressão Normal (Tangencial)

Estatisticamente esse ensaio não apresenta diferença entre as normas ABNT e COPANT dentro do intervalo de confiança de 5%. Entretanto, o Gráfico mostra uma inclinação mais elevada no ensaio da ABNT provavelmente por causa da aplicação de carga ser mais rápida. (Figura 40,41)

TABELA 8.9. Ensaio de Compressão Normal

	ABNT	COPANT
a (inclinação da reta)	1,24	1,47
Limite de Proporcionalidade (Kg/cm ²)	68	73
Mod. Elasticidade (Kg/cm ²)	8551	4144
Coef. de Relação	1,0	1,0

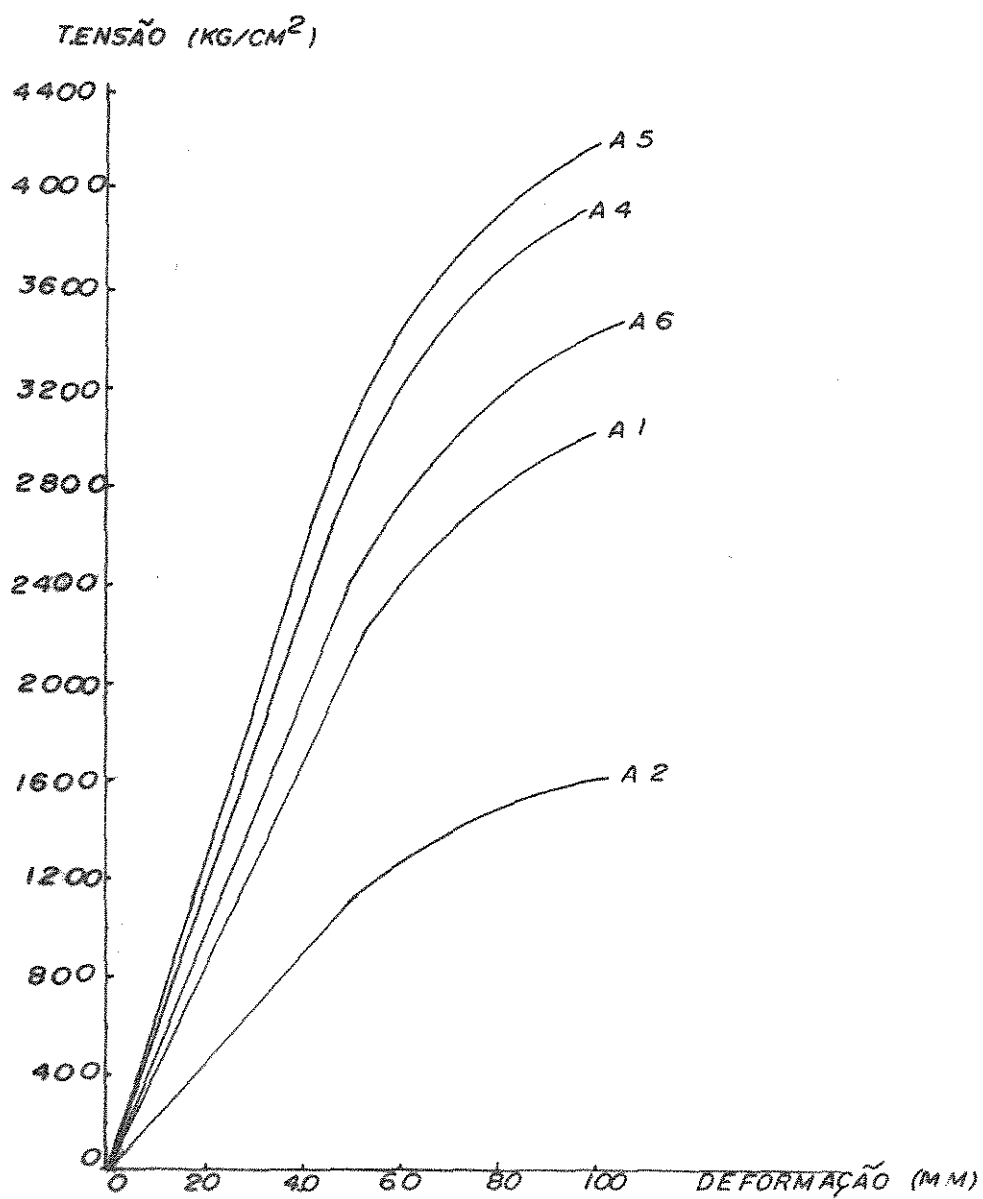


Figura 40. Ensaio de Compressão Tangencial (ABNT)

10. Ensaio de Compressão Normal (Radial)

Os dois Gráficos de compressão radial não apresentam estatisticamente diferenças entre os ensaios. Entretanto os Gráficos mostram que de acordo com a velocidade da carga aplicada as curvas se registraram com inclinações diferentes. O não aparecimento da diferença estatística pode-se dever ao fato do intervalo de confiança utilizado ser de 5%. (Figura 42,43)

TABELA 8.10. Ensaio de Compressão Normal (Radial)

	ABNT	COPANT
a (inclinação da reta)	0,86	1,87
Limite de Proporcionalidade (Kg/cm ²)	67	96
Mod. Elasticidade (Kg/cm ²)	13.523	6.806
Coef. de Relação	1,0	1,0

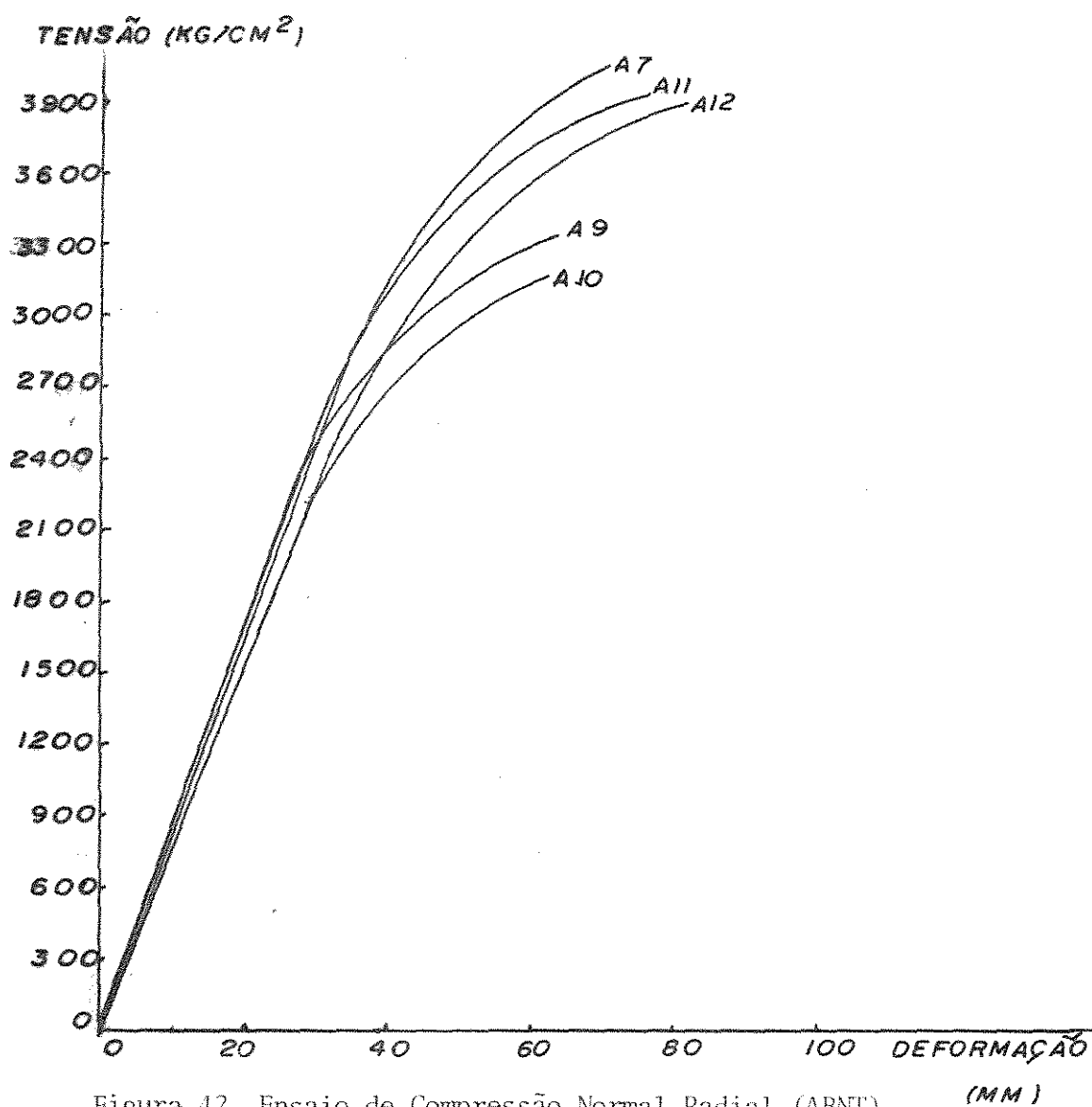


Figura 42. Ensaio de Compressão Normal Radial (ABNT)

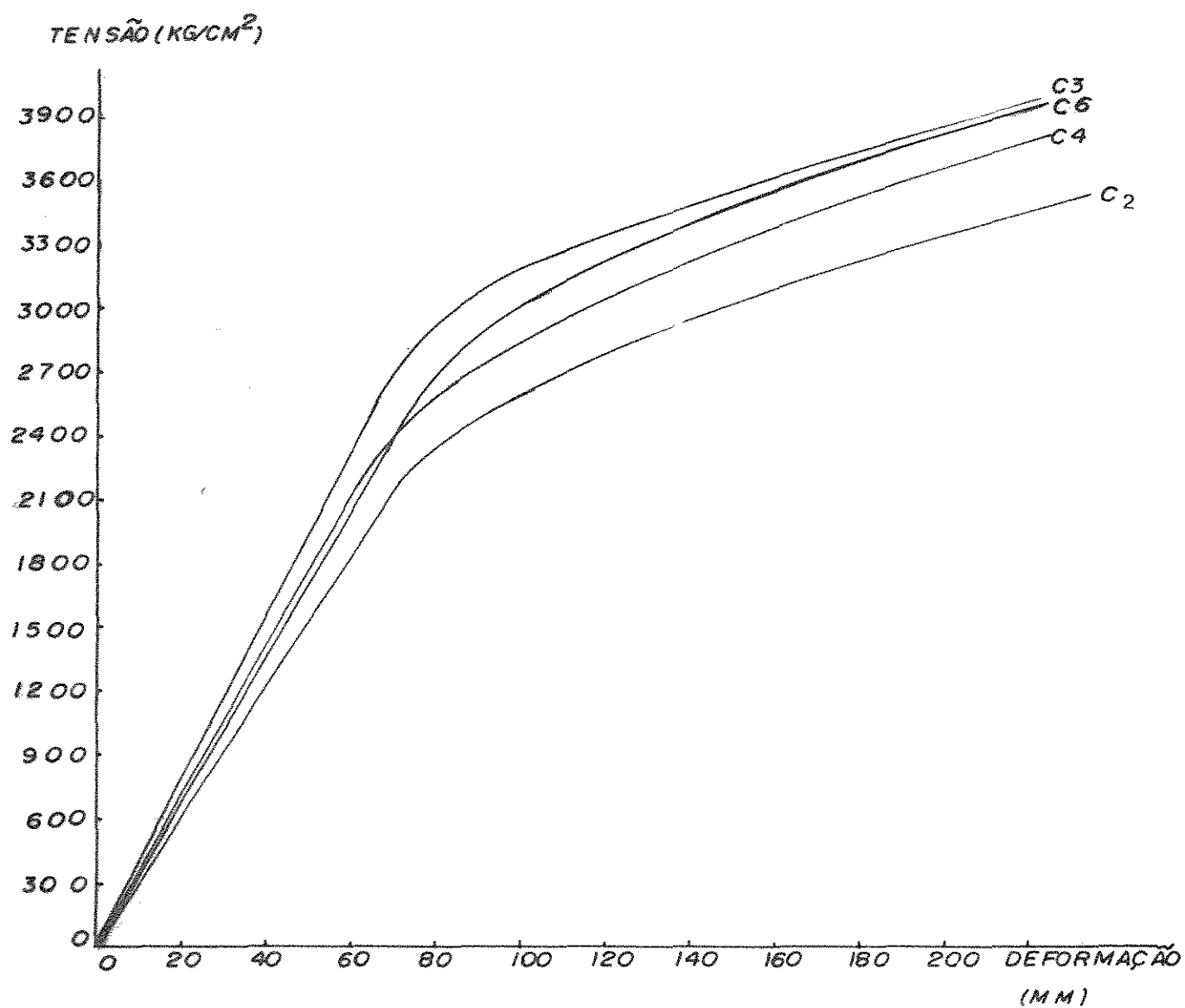


Figura 43. Ensaio de Compressão Normal Radial (COPANT)

11. Ensaio de Compressão Qualificação (ABNT)

A Tabela 8.11. apresenta os valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação para os ensaios de compressão qualificação pelo método da norma ABNT. Foram tomados dados com a madeira verde e madeira seca ao ar.

Estes valores foram obtidos de resultados que se encontram no apêndice 16 e 17.

TABELA 8.11. Ensaio de Compressão Qualificação ABNT

	Madeira Verde	Madeira Seca ao ar
Média (Kg/cm^2)	339	579
Desvio Padrão (Kg/cm^2)	39	53
Coef. de Variação (%)	11,50	9,15

12. Ensaio de Choque (ABNT)

A Tabela 8.12. mostra os valores da média, desvio padrão, coeficiente de variação do ensaio de choque pelo método da norma ABNT. Estes valores foram obtidos de resultados que se encontram no apêndice 18.

TABELA 8.12. Ensaio de Choque ABNT

Madeira seca ao ar	Trabalho absorvido(W)	Coeficiente de resistência(K)	Cota dinâmica(K/D ²)
Média	3,09	0,56	0,66
Desvio Padrão	0,83	0,15	0,17
Coef. de Variação (%)	26,96	27,09	25,43

13. Ensaio de Tração Paralela (COPANT)

Apresenta os resultados de limite de proporcionalidade, limite de resistência, o módulo de elasticidade e a inclinação da reta, para a norma COPANT. Tal ensaio é o mesmo utilizado para a norma ABNT.

A Figura 44 apresentam os resultados de oito peças submetidas à tração paralela.

TABELA 8.13. Ensaio de Tração Paralela COPANT

a (inclinação da reta)	2,38
Limite de Proporcionalidade (Kg/cm ²)	333
Limite de Resistência (Kg/cm ²)	417
Módulo de Elasticidade (Kg/cm ²)	92.902

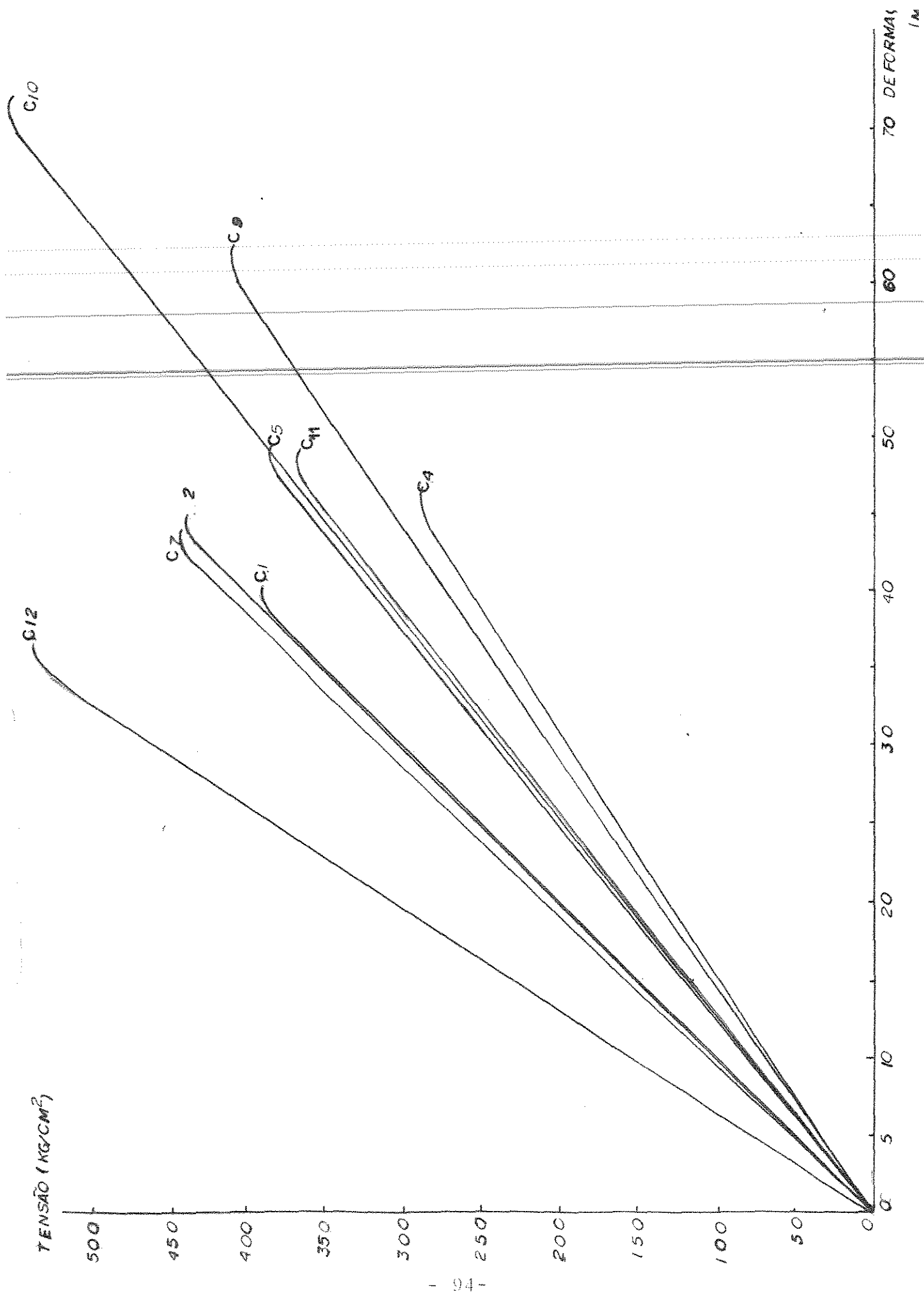


Figura 44 - Ensaio de Tensão-Deformação - 10000000

14. Ensaio de Flexão Estática

Pelos Gráficos de flexão estática nota-se que as curvas do ensaio da norma COPANT coincidem com as curvas do ensaio da norma ABNT. (Figura 45,46)

A causa provável desta coincidência está no fato dos corpos de prova não apresentarem diferença significativas nos formatos e tamanho.

TABELA 8.14. Ensaio de Flexão Estática

	ABNT	COPANT
a (inclinação da reta)	1,08	1,07
Limite de Proporcionalidade (Kg/cm ²)	316	350
Limite de Resistência (Kg/cm ²)	646	647
Módulo de Elasticidade (Kg/cm ²)	100.481	101.526
Coef. de Relação	1,0	1,0

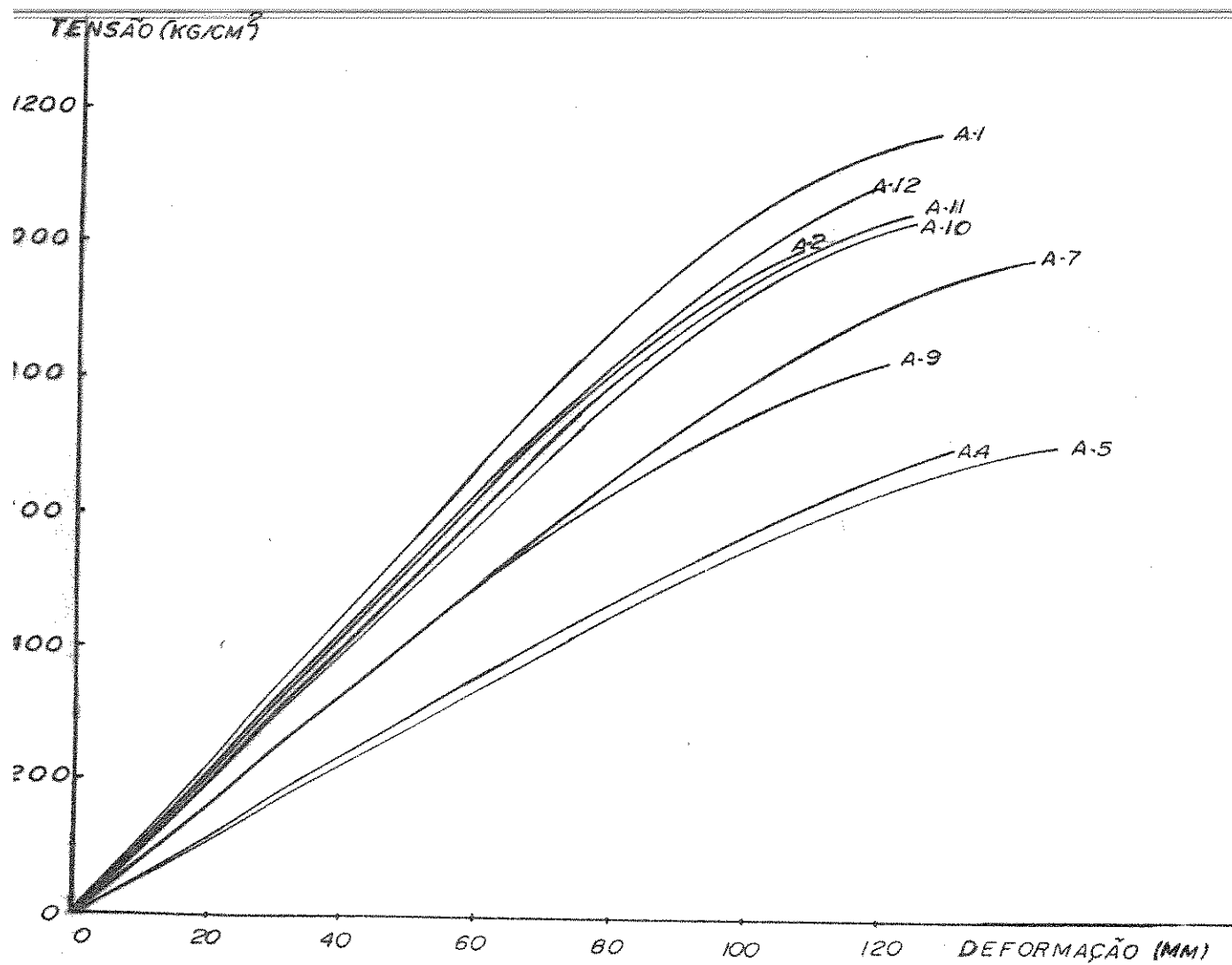


Figura 45. Ensaio de Flexão (ABNT)

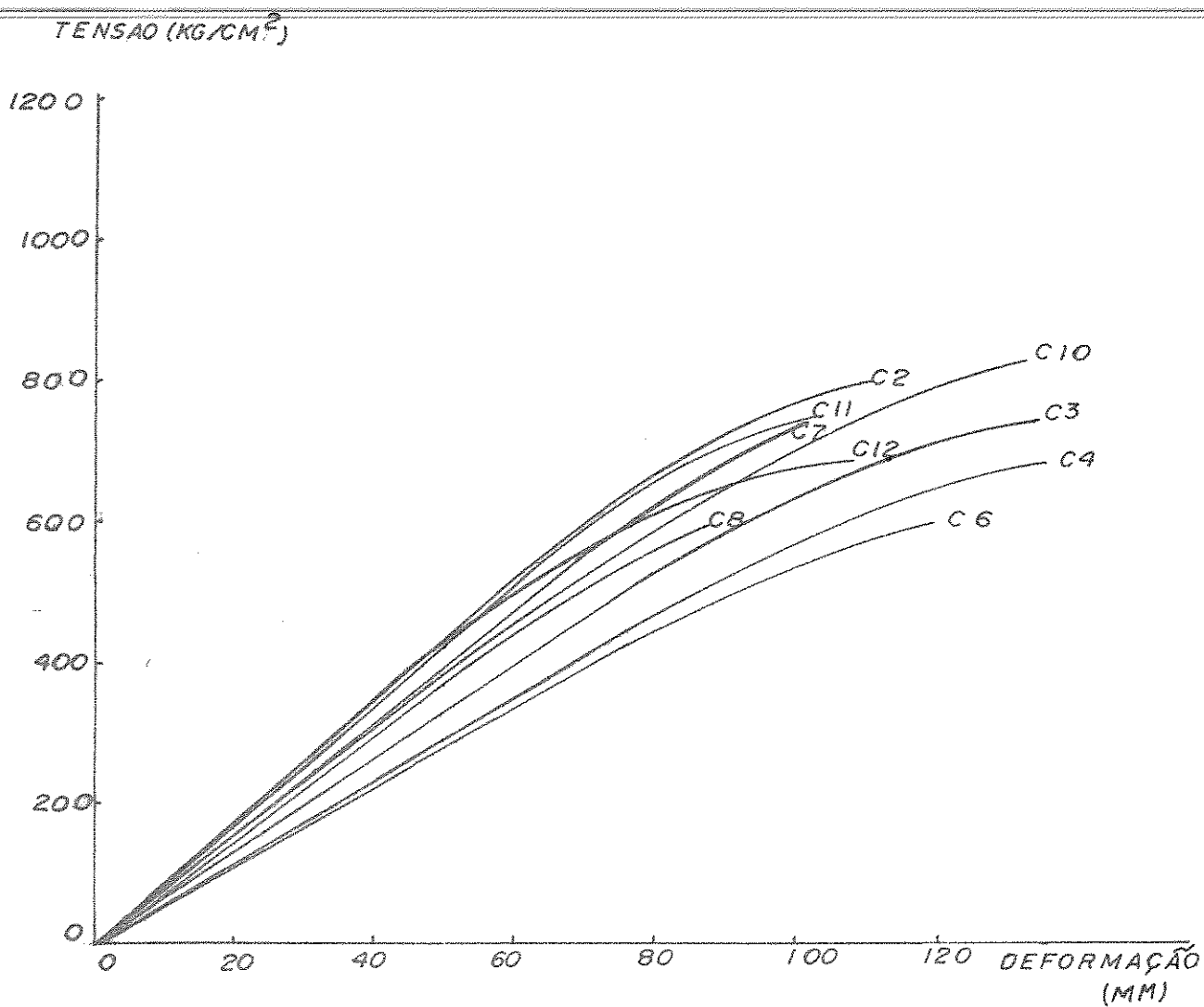


Figura 46. Ensaio de Flexão (COPANT)

15. Ensaio de Flexão Qualificação

A Tabela 8.15. mostra as médias do ensaio à Flexão qualificação pelos métodos da norma ABNT e o método simplificado.

Estes valores foram obtidos de resultados que se encontram no apêndice 20,21.

Foram tomados dados com a madeira verde e madeira seca.

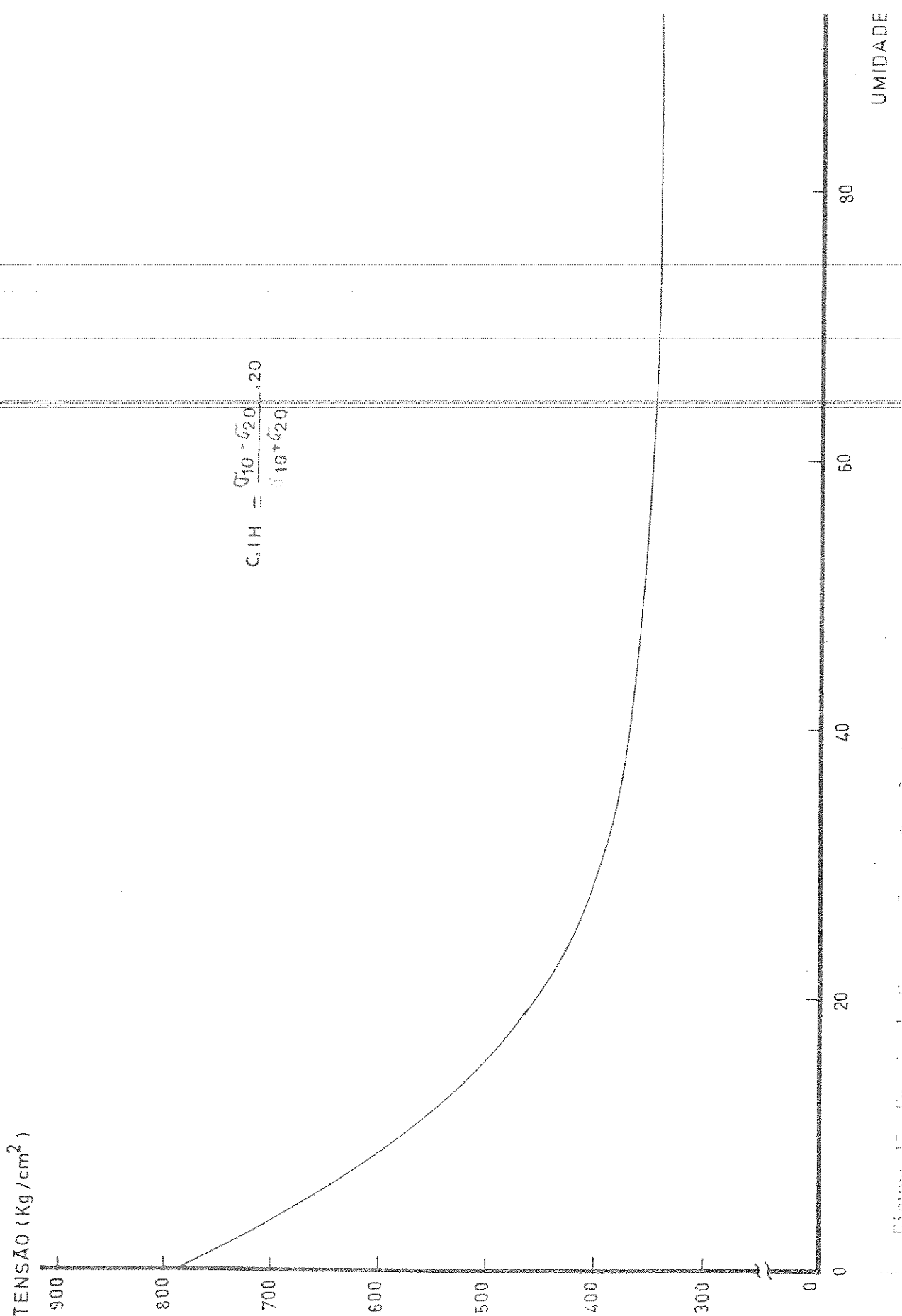
~~Para efeito de comparação foram feitos testes com a madeira se~~
ca. O coeficiente de relação obtido foi de 0,72 para a máquina simples, com relação à ABNT e de 1,38 para a ABNT, com relação à máquina simples.

TABELA 8.15. Ensaio de Flexão Qualificação

	ABNT	Máquina manual Simples
Madeira Verde	720	--
Madeira Seca	1018	1407
Coef. de Relação	0,72	1,38

16. Ensaio de Compressão em Função da Umidade

O Gráfico da Figura 47 de compressão em função da umidade da norma ABNT, construído através dos valores obtidos no apêndice 22, mostra que a tensão de compressão é mais elevada quando o corpo de prova se encontra completamente seco.



DISCUSSÃO FINAL

Analisando as Tabelas verificou-se que grande parte dos ensaios não apresentaram diferenças significativas entre as normas ABNT e COPANT.

A relação entre essas normas analisadas estatisticamente ~~constatou-se que na contração volumétrica a diferença é signi-~~ficativa, pelo fato dos métodos usados diferirem um do outro, tanto em tamanho de corpo de prova, como no método de ensaio.

A madeira sendo um material homogêneo, se faz notar que na contração linear o seu encurtamento é mais evidente na parte tangencial do que na radial e axial.

Faz-se notar que no ensaio de fendilhamento a diferença ocorre também por serem os corpos de prova de tamanhos desiguais.

Portanto, é preciso ter presente que ao delinear um programa de ensaios de madeira em nosso país, há necessidade de racionalizar os mais possível os trabalhos de laboratórios para que, sem prejuízo dos resultados, seja reduzido ao mínimo o seu custo, o tempo e esforço despendidos nos laboratórios.

CONCLUSÃO

Os resultados dos ensaios de contração volumétrica, contração linear, compressão, flexão, tração, cisalhamento, fendilhamento, dureza foram expressos nas Tabelas 8.1 a 8.15. e os gráficos com unidade pertinente a cada experimento. Encontrou-se uma diferença nos resultados dos ensaios de contração volumétrica devido ao método de ensaio entre as características obtidas pelas normas estudadas e verificou-se a possibilidade de se recomendar, baseados nos resultados da pesquisa, uma determinada norma, ou um Coeficiente de Relação entre as normas , expressos nas Tabelas 8.1. a 8.15.

Para a concretização integral desse objetivo paralelamente aos ensaios já padronizados de rotina, foi encontrado um coeficiente de relação que visa determinar o emprego de uma das normas (ABNT e COPANT).

1. Foram determinadas as características físicas e mecânicas do Eucalyptus saligna através das normas ABNT e COPANT , os resultados estão expressos nas Tabelas 8.1. a 8.15.

2. Os resultados dos ensaios de contração volumétrica , contração linear, compressão, flexão, tração, cisalhamento , fendilhamento, dureza foram comparados estatisticamente e encontram-se expressos nas Tabelas 8.12. e 8.11.

3. Foi encontrado um Coeficiente de Relação, C.R., entre as normas ABNT e COPANT, expressos nas Tabela 8.11.

4. Os valores obtidos na máquina Universal foram comparados com os valores obtidos na máquina simples e os resultados se encontram na Tabela 8.14.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - ABNT. Boletim da Associação Brasileira de Normas Técnicas São Paulo, nº 31, 1932.
- 2 - BRASIL. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Formação de Florestas com espécies de rápido crescimento. Brasília, 1976. 74p. (PNUD/FAO/IBDF/BRA-45), série divulgação, nº 6).
- 3 - _____. _____. _____. Laboratório de produtos florestais: Brasília. Brasília, IBDF/PNUD/FAO, 1976. 36p. (PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, série divulgação, nº 8).
- 4 - _____. _____. _____. Zoneamento ecológico da região nordeste para experimentação florestal. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1977. 116p. (PNUD/FAO/IBDF/BRA-43, série divulgação, nº 10)
- 5 - _____. _____. _____. Zoneamento ecológico da esquemático para reflorestamento no Brasil: 2ª aproximação. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, série técnica, nº 11)
- 6 - BROTERO, F.A. Estudo dos caracteres físicos e mecânicos das madeiras. Boletim do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, nº 8, 1935.
- 7 - _____. Métodos de ensaios adotados no IPT para o estudo de madeiras nacionais. Boletim do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, nº 31: 6-28, 1956.
- 8 - _____. Secagem da madeira em estufa. Boletim do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, nº 27: 47, 1941.
- 9 - COPANT. (Comision Panamericana de Normas Técnicas). Madeiras: método de determinacion del cisalhamiento paralelo al grano. s.l.p., 1972. 5p. (COPANT, 463)

- 10 - _____. Madeiras: método de determinación del clivaje. s.l.p., 1972. 5p. (COPANT, 30:1-014)
- 11 - _____. Madeiras: método de determinación de la compresión perpendicular al grano. s.l.p., 1972. 5p. (COPANT, 464)
- 12 - _____. Madeiras: método de determinación de la compresión axial o paralela al grano. s.l.p., 1972. 4p. (COPANT, 464)
- 13 - _____. Madeiras: método de determinación de la dureza. s.l.p., 1972. 4p. (COPANT, 465)
- 14 - _____. Madeiras: método de determinación de los esfuerzos unitarios básicos. s.l.p., 1975. 9p. (COPANT, 745)
- 15 - _____. Madeiras: método de determinación de la humedad. s.l.p., 1972. 5p. (COPANT, 460)
- 16 - _____. Madeiras: método de determinación del peso específico aparente. s.l.p., 1972. 5p. (COPANT, 461)
- 17 - _____. Madeiras: método de determinación de la tensión perpendicular al grano. s.l.p. 1972. 6p. (COPANT, 30: 1-016)
- 18 - _____. Madeiras: método de ensayo de flexión estática. s.l.p., 1973. 10p. (COPANT, 555)
- 19 - _____. Madeiras: método de ensayo de tenacidad. s.l.p. 1973. 10p. (COPANT, 742)
- 20 - _____. Madeiras: método de ensayo de tracción paralela al grano. s.l.p., 1975. 10p. (COPANT, 742)
- 21 - _____. Madeiras: método de extracción de clavos. s.l.p., 1972. 5p. (COPANT, 30: 1-017)
- 22 - _____. Madeiras: método de determinación de la contracción. s.l.p. 1972. 5p. (COPANT, 462)
- 23 - O EUCALIPTO e a Ecologia. Aracruz, Aracruz Celulose, 1975. 37p.
- 24 - FEIL, W.P. Estruturas de madeiras. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1977.
- 25 - FONSECA, A.C. As características e mecânicas da merindila. Rio de Janeiro, Ministério do Trabalho, 1935. 47p. (Sep. da Revista Tecnologia, nº 1,4)
- 26 - GOMES, F.P. Iniciação à estatística. 3.ed. São Paulo, Nobel, 1971.
- 27 - _____. Curso de estatística experimental. 4.ed. São Paulo, Nobel, 1970.

APÊNDICE

7
 ENSAIO DE CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA (NORMA ABNT)

CORPO DE PROVA	PESO (g)	REAÇÃO BALANÇA	V (cm ³)	CONTRAÇÃO		H%
				P.E.	%	
A-1	14,11	168,02	12,38	1,14	27,10	56,43
	9,02	142,88	10,52	0,86	8,01	14,18
	7,90	132,06	9,74	0,81	-	0
A-2	12,80	164,18	12,10	1,06	20,16	95,42
	6,55	145,90	10,74	0,61	6,65	13,52
	5,77	136,48	10,07	0,57	-	0
A-4	13,94	167,01	12,31	1,13	26,13	55,58
	8,96	142,25	10,47	0,86	7,27	14,29
	7,84	132,38	9,76	0,80	-	0
A-5	13,99	167,73	12,36	1,13	22,26	54,07
	9,08	148,11	10,91	0,83	7,91	14,36
	7,94	137,12	10,11	0,79	-	0
A-6	13,85	169,68	12,50	1,11	23,89	60,86
	8,61	147,69	10,87	0,79	7,73	14,19
	7,54	136,74	10,09	0,75	-	0
A-7	13,87	168,37	12,41	1,12	27,81	56,19
	8,88	142,51	10,49	0,85	8,03	14,29
	7,77	131,61	9,71	0,80	-	0
A-8	13,81	170,17	12,54	1,10	29,68	58,92
	8,69	141,66	10,43	0,83	7,86	14,19
	7,61	131,14	9,67	0,79	-	0

CORPO DE PROVA	PESO	REAÇÃO	CONTRAÇÃO		H%	
	(g)	BALANÇA	V (cm ³)	P.E. %		
A-9	13,87	168,82	12,44	1,12	27,98	64,14
	8,45	142,21	10,47	0,81	7,72	13,88
	7,42	131,82	9,72	0,76	-	0
A-10	14,22	167,31	12,33	1,15	17,65	47,21
	9,66	152,61	11,24	1,16	7,25	14,46
	8,44	142,08	10,48	0,81	-	0
A-11	13,96	167,05	12,31	1,13	29,31	65,99
	8,41	138,52	10,20	0,83	7,14	13,96
	7,38	129,10	9,52	0,78	-	0
A-22	13,59	167,58	12,35	1,10	26,67	73,79
	7,82	148,05	10,90	0,72	11,79	13,94
	7,39	132,20	9,75	0,76	-	0
A-24	13,40	169,02	12,46	1,08	22,64	59,33
	8,41	149,20	10,98	0,80	8,07	22,24
	6,88	137,69	10,16	0,68	-	0
A-28	14,30	167,28	12,33	1,16	27,24	53,11
	9,34	141,07	10,39	0,90	7,22	14,18
	8,18	131,35	9,69	0,84	-	0
A-29	14,37	167,24	12,32	1,17	19,50	49,53
	9,61	150,16	11,06	0,87	7,27	14,40
	8,40	139,74	10,31	0,82	-	0
	13,91	167,94	12,38	1,12	30,45	61,56

CORPO DE PROVA	PESO	REAÇÃO	CONTRAÇÃO	H%
	(g)	BALANÇA	V (cm ³)	P.E. %
A-31	8,61	138,06	10,16	0,85 7,06 13,89
	7,56	128,68	9,49	0,80 - 0
	12,91	168,65	12,43	1,04 19,98 82,35
A-32	7,08	150,65	11,09	0,64 7,05 13,10
	6,26	140,41	10,36	0,61 - 0
A-34	13,92	166,69	12,28	1,13 24,04 56,40
	8,90	144,05	10,61	1,19 7,17 13,81
	7,82	134,27	9,90	0,79 - 0
A-35	13,98	167,81	12,37	1,13 30,07 57,97
	8,85	138,73	10,21	0,87 7,36 13,75
	7,78	128,98	9,51	0,82 - 0
A-36	14,38	167,55	12,35	1,16 27,58 52,49
	9,43	141,03	10,38	0,91 7,23 14,17
	8,26	131,27	9,68	0,85 - 0
A-37	13,86	168,39	12,41	1,12 32,30 54,52
	8,97	136,81	10,07	0,89 7,36 13,69
	7,89	127,26	9,38	0,84 - 0

OBS:

Madeira Verde - 12/10/79

Mercúrio -23°C densidade = 13,5385 g/cc

Seca ao ar - 26/11/79

Mercúrio -20°C densidade = 13,5458 g/cc

Madeira à 105°C - 03/13/79

Mercúrio - 31°C densidade = 13,5189 g/cc

ENSAIO DE CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA (COPANT)

C.P	PESO (g)	REAÇÃO	V (cm ³)	P.E	%	H%	OBS
	277,21	27,46	249,75	1,11	23,75	52,56	Mad. Verd
C-2	181,71	65,40	216,31	0,84	7,18	15,03	Seca ao a
	157,97						
		56,09	201,82	0,78	0	-	Mad. 1052
	159,59*						
	284,67	36,35	248,32	1,15	22,54	49,31	18-10-7
C-3	190,66	73,45	217,21	0,88	7,18	15,29	14-12-7
	165,38						
		62,57	102,65	0,82	0	-	20-12-7
	167,07*						
	292,43	42,74	249,69	1,17	20,84	54,22	
C-4	189,62	70,73	218,89	0,87	5,93	15,43	
	164,28						
		57,33	206,63	0,80	0	-	
	165,55*						
	276,57	23,62	252,95	0,92	22,55	55,60	
C-6	177,74	56,42	221,32	0,80	7,23	14,63	
	155,06						
		48,52	206,40	0,75	0	-	
	156,53*						
	287,41	37,36	250,05	1,15	22,59	56,47	
C-7	183,68	66,42	217,26	0,85	6,51	14,93	
	159,82						
		55,70	203,98	0,78	0	-	
	161,33*						

C.P	PESO (g)	REAÇÃO	CONTRAÇÃO			H%	OBS
			V (cm ³)	P.E	%		
	280,64	30,35	250,29	1,12	27,22	55,96	
C-8	179,94	67,70	210,24	0,86	6,86	14,63	
	156,98						
	158,29*	60,12	196,74	0,80	0	-	
	290,86	40,89	249,97	1,16	2,43	45,70	
C-10	199,63	78,00	221,63	0,90	7,67	15,12	
	173,41						
	174,92*	67,42	205,85	0,84	0	-	
	274,26	24,62	249,64	1,10	24,41	52,49	
C-11	179,85	68,65	211,20	0,85	5,25	14,72	
	156,78						
	158,20*	55,99	200,66	0,78	0	-	
	274,92	24,17	250,75	1,10	24,91	71,64	
C-12	160,17	64,70	195,47	0,82	5,77	14,40	
	140,01						
	141,69*	39,10	200,75	0,70	0	-	
	276,92	26,50	250,42	1,11	24,75	53,90	
C-12a	179,93	65,05	214,88	0,84	7,05	14,94	
	156,55						
	158,00*	55,82	200,73	0,80	0	-	

(*) Peso do corpo de prova com parafina

ENSAIO DE CONTRAÇÃO LINEAR (NORMA ABNT)

CORPO DE PROVA	PESO	H%	TANGENCIAL		RADIAL		AXIAL	
	(g)		m	%	m	%	m	%
A-1	14,24	56,48	11,87	15,64	11,67	3,79	20,41	0
	9,10	13,75	10,79	4,15	11,28	3,01	20,41	0
	8,00	-	10,40	-	10,98	-	20,41	0
A-2	13,10	92,93	12,76	8,39	12,46	2,69	20,44	0,21
	6,79	13,17	11,85	3,73	12,16	2,29	20,41	0,05
	6,00	-	11,46	-	11,91	-	20,40	0
A-4	13,91	58,07	12,71	8,83	12,06	2,60	20,56	0,36
	8,80	13,84	11,76	3,56	11,78	2,57	20,52	0,15
	7,73	-	11,39	-	11,51	-	20,49	-
A-5	14,21	57,54	12,25	11,39	12,46	4,47	20,44	0,05
	9,02	13,75	11,45	3,47	12,23	2,37	20,43	0
	7,93	-	11,10	-	11,97	-	20,43	0
A-6	14,38	60,85	12,26	12,60	12,38	7,97	20,27	0,47
	8,94	14,03	11,36	3,60	11,89	3,32	20,23	0,26
	7,84	-	11,00	-	11,54	-	20,18	-
A-7	14,24	54,11	11,64	15,90	12,24	8,29	20,47	0,52
	9,24	13,93	10,52	3,70	11,71	3,10	20,41	0,21
	8,11	-	10,18	-	11,38	-	20,37	-
A-8	14,12	59,00	12,59	16,83	12,15	6,29	20,57	0,15
	8,88	13,85	11,32	4,03	11,75	2,48	20,55	0,05
	7,80	-	10,92	-	11,49	-	20,54	0

CORPO DE PROVA	PESO	H%	TANGENCIAL		RADIAL		AXIAL	
	(g)		m	%	m	%	m	%
A-9	14,20	63,22	12,07	16,77	11,73	6,24	20,48	0
	8,70	13,73	10,81	3,48	11,39	2,87	20,48	0
	7,65	-	10,48	-	11,10	-	20,48	0
A-10	14,62	46,64	12,56	12,23	12,15	5,59	20,35	0,31
	9,97	14,33	11,70	3,88	11,86	2,84	20,32	0,16
	8,72	-	11,30	-	11,56	-	20,29	-
A-11	14,35	62,33	11,56	15,92	12,14	4,90	21,24	0,40
	8,84	13,92	10,42	3,40	11,85	2,17	21,18	0,10
	7,76	-	10,11	-	11,62	-	21,16	0
A-22	13,91	61,18	12,27	14,65	12,12	6,01	20,33	0,05
	8,63	13,40	11,16	3,36	11,78	2,76	20,33	0,05
	7,61	-	10,83	-	11,49	-	20,32	0
A-24	13,83	75,06	11,81	7,56	12,35	10,62	20,39	0,21
	7,90	13,34	11,39	3,38	11,52	2,53	20,37	0,10
	6,97	-	11,05	-	11,26	-	20,35	0
A-28	14,73	52,17	12,30	12,44	12,22	6,35	20,07	0,10
	9,68	14,15	11,05	3,93	11,85	2,84	20,06	0,05
	8,48	-	10,67	-	11,55	-	20,05	0
A-29	14,72	55,77	11,85	9,49	12,79	6,89	20,54	0,41
	9,45	14,27	11,19	2,83	12,35	2,90	20,50	0,21
	8,27	-	10,91	-	12,03	-	20,46	0

CORPO DE PROVA	PESO	H%	TANGENCIAL		RADIAL		AXIAL	
	(g)		m	%	m	%	m	%
A-31	14,47	60,42	11,96	18,61	12,03	7,30	20,71	0
	9,02	13,89	10,55	3,35	11,55	2,63	20,71	0
	7,92	-	10,24	-	11,28	-	20,71	0
A-32	13,75	80,68	12,46	11,80	11,84	1,59	20,46	0,21
	7,61	13,08	11,66	4,00	11,67	2,69	20,45	0,15
	6,73	-	11,25	-	11,39	-	20,42	0
A-34	14,12	60,27	12,08	16,63	12,32	6,89	20,31	0,26
	8,81	13,82	10,87	3,89	11,86	2,55	20,27	0,05
	7,74	-	10,50	-	11,59	-	20,26	0
A-35	14,29	57,73	13,02	18,42	11,97	9,05	20,32	0,10
	9,06	13,82	11,53	3,74	11,38	3,18	20,30	0
	7,96	-	11,15	-	11,06	-	20,30	0
A-36	13,95	63,54	12,06	9,29	11,78	8,45	20,87	0,66
	8,53	13,58	11,35	2,27	11,25	3,12	20,80	0,30
	7,51	-	11,12	-	10,94	-	20,74	0
A-37	14,33	44,89	12,03	16,72	12,60	8,31	20,77	0,46
	9,20	13,58	10,79	3,60	12,60	8,31	20,72	0,20
	8,10	-	10,45	-	11,71	-	20,68	0

OBS:

Madeira Verde - 15/10/79

Seca ao ar - 26/11/79

Madeira ã 105°C - 02/12/79

CONTRAÇÃO LINEAR (COPANT)

C.P.	PESO	H	RADIAL		TANGENCIAL		AXIAL		OBS
			M	%	M	%	M	%	
	277,21	52,56	5,01	7,58	5,02	12,75	9,95	0,40	Verde
C-2	181,71	15,03	4,81	3,74	4,55	3,74	9,93	0,20	Seco
	157,97	0	4,63	0	4,38	0	9,91	0	105º
C-3	284,67	49,31	5,02	7,37	5,00	7,20	9,94	0,30	18-10-7
	190,66	15,29	4,81	3,33	4,83	3,93	9,93	0,20	14-12-7
	165,38	0	4,65	0	4,64	0	9,91	0	19-12-7
C-4	292,43	54,22	5,02	5,98	5,00	13,20	9,94	0,50	
	189,62	15,43	4,82	2,07	4,40	1,36	9,90	0,10	
	164,28	0	4,72	0	4,34	0	9,89	0	
C-6	276,57	55,60	5,03	5,77	5,06	10,87	9,95	0,30	
	177,74	14,63	4,89	3,07	4,73	4,65	9,94	0,20	
	155,06	0	4,74	0	4,51	0	9,92	0	
C-7	284,41	56,47	5,01	5,59	5,03	8,75	9,94	0,40	
	183,68	14,93	4,86	2,67	4,77	3,77	9,92	0,20	
	159,82	0	4,73	0	4,59	0	9,90	0	
C-8	280,64	55,96	5,01	7,19	5,05	11,29	9,94	0,30	
	179,94	14,63	4,77	2,52	4,65	3,66	9,92	0,10	
	156,98	0	4,65	0	4,48	0	9,91	0	
C-10	290,86	45,70	5,02	6,97	5,02	11,55	9,93	0,30	
	199,63	15,12	4,83	3,31	3,60	3,48	9,91	0,10	

C.P.	PESO	H	RADIAL		TANGENCIAL		AXIAL		OBS
			M	%	M	%	M	%	
	173,41	0	4,67	0	4,44	0	9,90	0	
	274,26	52,49	5,01	6,39	5,02	12,95	9,92	0	
C-11	179,85	14,72	4,84	3,10	4,52	3,32	9,92	0	
	156,78	0	4,69	0	4,37	0	9,92	0	
	274,92	81,96	5,02	6,37	5,02	12,35	7,94	0,50	
C-12	160,17	14,40	4,85	3,09	4,57	3,72	9,91	0,20	
	140,01	0	4,70	0	4,40	0	9,89	0	
	276,92	53,90	5,02	6,77	5,02	11,95	9,74	0,20	
C-12a	179,93	14,94	4,84	3,31	4,60	3,91	9,93	0,10	
	156,55	0	4,68	0	4,42	0	9,92	0	
	288,37	50,67	5,00	6,40	5,02	9,16	9,94	0,40	
C-13	191,39	15,27	4,83	3,11	4,74	3,80	9,92	0,20	
	166,03	0	4,68	0	4,56	0	9,90	0	
	292,74	55,06	5,02	5,78	5,01	6,59	9,94	0,30	
C-14	188,79	15,56	4,85	2,47	4,84	3,31	9,93	0,20	
	163,37	0	4,73	0	4,68	0	9,91	0	
	279,73	57,13	5,03	5,96	5,04	13,29	9,94	0,20	
C-16	178,03	14,62	4,88	3,07	4,55	3,96	9,93	0,10	
	155,32	0	4,73	0	4,37	0	9,92	0	
	279,25	59,64	5,00	5,40	5,03	10,14	9,94	0,20	
C-17	174,93	14,78	4,86	2,67	4,74	4,64	9,94	0,20	
	152,41	0	4,73	0	4,52	0	9,92	0	

C.P.	PESO	H	RADIAL		TANGENCIAL		AXIAL		OBS
			M	%	M	%	M	%	
	280,90	57,15	5,02	7,57	5,03	11,93	9,93	0,30	
C-18	178,75	14,66	4,76	2,52	4,58	3,28	9,91	0,10	
	155,89	0	4,64	0	4,43	0	9,90	0	
	293,61	44,72	5,01	6,59	5,02	8,76	9,93	0,30	
C-20	202,88	15,21	4,87	3,90	4,78	4,18	9,91	0,10	
	176,10	0	4,68	0	4,58	0	9,90	0	
	275,13	53,82	5,01	6,59	5,01	11,98	9,94	0,40	
C-21	178,87	14,80	4,83	3,11	4,60	4,13	9,92	0,20	
	155,81	0	4,68	0	4,41	0	9,90	0	
	270,44	73,87	5,00	7,60	5,03	10,54	9,94	0,20	
C-22	155,54	14,45	4,77	3,14	4,68	3,85	9,94	0,20	
	135,90	0	4,62	0	4,50	0	9,92	0	
	277,10	23,08	5,03	7,55	5,05	10,89	9,92	0,10	
C-32	181,02	14,96	4,80	3,13	4,68	3,85	9,91	0	
	157,47	0	4,65	0	4,50	0	9,91	0	
	290,96	48,68	5,02	6,75	5,03	12,92	9,93	0,30	
C-33	195,70	15,30	4,84	3,10	4,52	3,10	9,92	0,20	
	169,73	0	4,69	0	4,38	0	9,90	0	

ENSAIO DE FENDILHAMENTO MADEIRA VERDE (ABNT)

C.P	DIMENSÕES		S	Kg	RESISTÊNCIA Kg/c ²	OBS
	a	b				
A-1	2,00	2,03	4,06	32	7,88	10-10-79
A-3	2,00	2,03	4,06	35	8,62	
A-5	2,98	2,02	3,999	37	11,94	
A-7	2,00	2,03	4,06	37	9,11	
A-9	1,96	2,04	3,998	31	10,00	
A-11	2,00	2,04	4,08	42	10,29	
A-13	1,74	2,04	3,55	30	8,45	
A-15	1,93	2,03	3,92	29	7,40	
A-17	1,98	2,01	3,98	35	8,79	
A-19	1,99	2,02	4,02	31	7,71	
A-21	1,95	2,03	3,96	35	8,84	
A-23	2,00	2,02	4,04	30	7,43	
A-25	1,93	2,03	3,92	29	7,40	
A-27	1,95	2,03	3,96	25	6,31	
A-29	2,00	2,02	4,04	42	10,40	
A-31	2,03	2,00	4,06	44	10,84	
A-33	1,98	2,03	4,02	33	8,21	
A-35	2,00	2,03	4,06	39	9,61	
A-37	1,97	2,03	3,10	37	11,94	
A-39	2,03	2,02	4,06	32	7,88	

ENSAIO DE FENDILHAMENTO MADEIRA VERDE (ABNT)

C.P	DIMENSÕES		S	Kg	RESISTÊNCIA Kg/c ²	OBS
	a	b				
A-1	2,00	2,03	4,06	32	7,88	10-10-79
A-3	2,00	2,03	4,06	35	8,62	
A-5	2,98	2,02	3,999	37	11,94	
A-7	2,00	2,03	4,06	37	9,11	
A-9	1,96	2,04	3,998	31	10,00	
A-11	2,00	2,04	4,08	42	10,29	
A-13	1,74	2,04	3,55	30	8,45	
A-15	1,93	2,03	3,92	29	7,40	
A-17	1,98	2,01	3,98	35	8,79	
A-19	1,99	2,02	4,02	31	7,71	
A-21	1,95	2,03	3,96	35	8,84	
A-23	2,00	2,02	4,04	30	7,43	
A-25	1,93	2,03	3,92	29	7,40	
A-27	1,95	2,03	3,96	25	6,31	
A-29	2,00	2,02	4,04	42	10,40	
A-31	2,03	2,00	4,06	44	10,84	
A-33	1,98	2,03	4,02	33	8,21	
A-35	2,00	2,03	4,06	39	9,61	
A-37	1,97	2,03	3,10	37	11,94	
A-39	2,03	2,02	4,06	32	7,88	

ENSAIO DE FENDILHAMENTO MADEIRA VERDE (ABNT)

C.P	S		DIMENSÕES		OBS
	a	b	Kg	Kg/cm ²	
A-2	1,96	2,04	3,998	35	8,75 10-10-79
A-4	2,02	2,03	4,06	35	8,62
A-6	1,98	2,03	4,019	35	8,71
A-8	1,99	2,02	4,0198	30	7,46
A-10	2,04	2,02	4,12	35	8,50
A-12	1,97	2,03	3,999	39	9,75
A-14	1,95	2,02	2,939	30	7,61
A-16	1,98	2,02	3,999	29	7,25
A-18	2,01	2,03	4,08	30	7,35
A-20	2,01	2,02	4,06	33	8,13
A-22	1,98	2,02	3,999	33	8,25
A-24	1,96	2,03	3,979	28	7,04
A-26	2,03	2,03	4,12	35	8,50
A-28	2,04	2,02	4,12	41	9,95
A-30	2,02	2,02	4,08	41	10,05
A-32	1,97	2,02	3,979	28	7,04
A-34	1,96	2,02	3,96	39	9,85
A-36	2,01	2,03	4,08	41	10,05
A-38	1,95	2,02	3,94	34	8,63
A-40	2,00	2,02	4,04	27	6,68
Média					8,684 Kg/cm ²

ENSAIO DE FENDILHAMENTO MADEIRA VERDE (ABNT)

C.P	S		DIMENSÕES		OBS
	a	b	Kg	Kg/cm ²	
A-2	1,96	2,04	3,998	35	8,75
A-4	2,02	2,03	4,06	35	8,62
A-6	1,98	2,03	4,019	35	8,71
A-8	1,99	2,02	4,0198	30	7,46
A-10	2,04	2,02	4,12	35	8,50
A-12	1,97	2,03	3,999	39	9,75
A-14	1,95	2,02	2,939	30	7,61
A-16	1,98	2,02	3,999	29	7,25
A-18	2,01	2,03	4,08	30	7,35
A-20	2,01	2,02	4,06	33	8,13
A-22	1,98	2,02	3,999	33	8,25
A-24	1,96	2,03	3,979	28	7,04
A-26	2,03	2,03	4,12	35	8,50
A-28	2,04	2,02	4,12	41	9,95
A-30	2,02	2,02	4,08	41	10,05
A-32	1,97	2,02	3,979	28	7,04
A-34	1,96	2,02	3,96	39	9,85
A-36	2,01	2,03	4,08	41	10,05
A-38	1,95	2,02	3,94	34	8,63
A-40	2,00	2,02	4,04	27	6,68
Média					8,684 Kg/cm ²

ENSAIO DE FENDILHAMENTO MADEIRA VERDE (COPANT)

C.P.	DIMENSÕES		S	RESISTENCIA		OBS
	b	a		Kg	Kg/cm ²	
C-2	7,72	5,08	39,22	318	8,11	19-10-79
C-3	7,65	5,02	38,40	468	12,19	
C-4	7,72	5,01	38,68	527	13,63	
C-6	7,62	5,02	38,25	457	11,95	
C-7	7,65	5,03	38,48	437	11,36	
C-8	7,63	5,02	38,30	470	12,27	
C-10	7,65	5,07	38,79	350	9,02	
C-11	7,65	5,02	38,40	477	12,42	
C-12	7,67	5,02	38,50	367	9,53	
				Média	11,16	

ENSAIO DE FENDILHAMENTO MADEIRA SECA AO AR (ABNT)

C.P	MEDIDAS		S	RESISTÊNCIA		OBS
	a	b		Kg	Kg/cm ²	
A-1	1,98	2,00	3,96	42	10,61	4-02-80
A-2	1,98	2,00	3,96	55	13,89	
A-3	2,00	2,00	4,00	44	11,00	
A-4	2,03	2,00	4,06	35	8,62	
A-5	2,01	2,00	4,02	42	10,45	
A-6	2,03	2,00	4,06	50	12,32	
A-7	2,00	2,00	4,00	40	10,00	
A-8	2,00	2,00	4,00	37	9,25	
A-9	1,98	2,00	3,96	49	12,37	
A-10	2,00	2,00	4,00	46	11,50	
A-11	2,01	2,00	4,02	46	11,94	
A-12	2,00	2,00	4,00	50	12,50	
A-13	1,99	2,00	3,98	41	10,30	
A-14	1,99	2,00	3,98	43	10,80	
A-15	2,00	2,00	4,00	36	9,00	
A-16	1,99	2,00	3,98	49	12,31	
A-17	1,99	2,00	3,98	58	14,57	
A-18	1,98	2,00	3,96	49	12,37	
A-19	1,99	2,00	3,98	50	12,56	
A-20	1,98	2,01	3,96	51	12,88	
				Média	11,44	

ENSAIO DE FENDILHAMENTO MADEIRA SECA AO AR (COPANT)

C.P	S		RESISTÊNCIA		OBS
	a	b	Kg	Kg/cm ²	
C-1	7,78	4,90	38,1	400	10,5
C-2	7,81	4,98	38,9	480	12,3
C-3	7,80	4,99	38,9	500	12,9
C-4	7,80	5,01	39,1	520	13,3
C-5	7,80	4,94	38,5	520	13,5
C-6	7,79	4,96	38,6	545	14,1
C-7	7,80	5,01	39,1	485	12,4
C-8	7,80	4,92	28,4	400	10,4
C-9	7,22	4,97	35,9	414	11,5
C-10	7,35	5,01	36,8	550	14,9
Média				12,58	

ENSAIO DE TRAÇÃO NORMAL MADEIRA VERDE (NORMA ABNT)

CORPO DE PROVA	DIMENSÕES		S	RESISTÊNCIA	
	a	b		Kg	Kg/cm ²
A 1-1	2,03	2,00	4,06	280	68,97
A 1-2	2,04	2,00	4,08	320	78,43
A 2-1	2,04	1,99	4,06	230	56,65
A 2-2	1,96	1,99	3,90	210	53,85
A 4-1	2,03	2,01	4,08	345	84,56
A 4-2	2,01	2,00	4,02	270	67,16
A 5-1	2,03	2,00	4,06	395	97,29
A 5-2	2,02	2,00	4,04	300	74,26
A 7-1	2,03	2,00	4,06	330	81,28
A 7-2	2,05	1,98	4,06	280	68,97
A 9-1	2,04	1,98	4,06	270	66,50
A 9-2	2,01	1,99	4,10	180	43,90
A10-1	2,03	1,99	4,04	340	84,16
A10-2	2,06	2,00	4,12	240	58,25
A11-1	2,04	2,00	4,08	255	62,50
A11-2	2,00	2,00	4,00	270	67,50
A12-1	2,06	1,99	4,10	360	87,80
A12-2	2,04	2,00	4,08	200	49,02
				Média	69,50

OBS. 10/10/79

ENSAIO DE TRAÇÃO NORMAL MADEIRA SECA AO AR (NORMA ABNT)

CORPO DE PROVA	DIMENSÕES		S	RESISTÊNCIA	
	a	b		Kg	Kg/cm ²
A-1	2,03	1,99	4,04	370	91,59
A-2	2,04	1,99	4,06	410	101,00
A-3	2,03	1,99	4,04	370	91,59
A-4	2,03	1,99	4,04	310	76,73
A-5	2,03	2,00	4,06	300	73,89
A-6	2,03	1,99	4,04	280	69,31
A-7	2,03	1,99	4,04	290	71,78
A-8	2,04	1,99	4,06	285	70,20
A-9	2,03	1,99	4,04	335	82,92
A-10	2,03	2,00	4,06	360	88,67
A-11	2,04	1,99	4,06	300	73,89
A-12	2,04	1,98	4,04	320	79,22
A-13	2,03	1,98	4,02	330	82,10
A-14	2,04	1,98	4,04	380	94,08
A-15	2,04	1,98	4,04	330	81,68
				Média	81,91

OBS: 04/02/80

ENSAIO DE CISALHAMENTO MADEIRA VERDE (NORMA ABNT)

CORPO DE PROVA	DIMENSÕES		S área	RESISTÊNCIA	
	a	b		Kg	Kg/cm ²
A 1-1	5,08	5,09	25,86	2670	103,25
A 1-2	5,07	5,08	25,76	2860	111,04
A 2-1	5,08	5,09	25,86	2070	80,05
A 2-2	5,08	5,09	25,86	2280	88,17
A 4-1	5,08	5,08	25,81	2760	106,95
A 4-2	5,07	5,09	25,81	2100	81,38
A 5-1	5,08	5,08	25,81	2600	100,75
A 5-2	5,08	5,08	25,81	2720	105,40
A 7-1	5,07	5,07	25,71	2640	102,70
A 7-2	5,08	5,08	25,81	2570	99,59
A 9-1	5,08	5,08	25,81	2320	89,90
A 9-2	5,09	5,09	25,91	2060	79,51
A 10-1	5,09	5,10	25,96	2700	104,01
A 10-2	5,09	5,09	25,91	2500	96,49
A 11-1	5,08	5,09	25,86	2740	105,97
A 11-2	5,08	5,08	25,81	2700	104,63
A 12-1	5,08	5,09	25,86	2770	107,12
A 12-2	5,09	5,08	25,86	2840	109,82
				Média	98,71

ENSAIO DE CISALHAMENTO MADEIRA VERDE (COPANT)

C.P.	S		RESISTÊNCIA		OBS
	a	b	Kg	Kg/cm ²	
C 2-1	5,01	5,05	25,30	2210	87,35
2-2	5,05	5,05	25,50	3070	120,38
C 3-1	5,04	5,04	25,40	2620	103,14
3-2	5,04	5,05	25,45	3350	131,62
C 4-1	5,01	5,04	25,25	2900	114,85
4-2	5,00	5,03	25,15	2825	112,33
C 6-1	5,01	5,03	25,20	2770	109,92
6-2	5,02	5,04	25,30	3000	118,57
C 7-1	5,01	5,05	25,30	2750	108,70
7-2	5,00	5,03	25,15	2670	106,16
C 8-1	5,03	5,04	25,35	2660	104,93
8-2	5,03	5,02	25,25	2820	111,68
C 10-1	5,02	5,02	25,20	3400	134,92
C 10-2	5,00	5,01	25,05	3250	129,74
C 11-1	5,03	5,04	25,35	3100	122,28
C 11-2	5,04	5,03	25,35	2970	117,25
C 12-1	5,01	5,03	25,20	2600	103,17
C 12-2	5,03	5,02	25,25	2100	83,17
				Média	112,78

ENSAIO DE CISALHAMENTO MADEIRA SECA AO AR (ABNT)

C.P.	DIMENSÕES		S	RESISTÊNCIA		OBS
	a	b		Kg	Kg/cm ²	
A 1-1	5,04	5,03	23,35	3180	125,44	22-01-8
1-2	5,05	5,03	25,40	3600	141,72	
A 2-1	5,03	5,05	25,40	3350	131,89	
2-2	5,05	5,02	25,35	3410	134,51	
A 4-1	5,04	5,00	25,20	3300	130,95	
4-2	5,04	5,05	25,45	3510	137,91	
A 5-1	5,04	5,01	25,25	3140	124,35	
5-2	5,04	5,01	25,25	3650	144,55	
A 7-1	5,00	5,00	25,00	3310	132,40	
7-2	5,04	5,06	25,50	2750	107,83	
A 9-1	5,05	5,01	25,30	3490	137,94	
9-2	5,06	5,04	25,50	3400	133,32	
A 10-1	5,04	5,01	25,25	3130	123,96	
10-2	5,06	5,06	25,60	3880	151,54	
A 11-1	5,06	5,02	25,40	3370	132,67	
11-2	5,06	5,06	25,60	3320	129,67	
				Média	132,54 Kg/cm ²	

ENSAIO DE DUREZA MADEIRA VERDE (NORMA ABNT)

[illegible]

OBS. 04/10/79

ENSAIO DE DUREZA MADEIRA VERDE (NORMA COPANT)

CORPO DE PROVA	IMPRESSÃO AXIAL			IMPRESSÃO RADIAL			IMPRESSÃO TANGENCIAL		
	A	B	Média	A	B	Média	A	B	Média
C-2	620	600	610	680	560	620	570	630	600
C-3	700	650	675	690	680	685	700	630	665
C-4	690	680	685	600	700	650	740	680	710
C-6	620	570	595	680	600	640	580	560	570
C-7	590	590	590	600	620	610	560	600	580
C-8	650	660	655	690	540	615	600	590	595
C-10	700	690	695	500	680	590	680	680	680
C-11	580	570	575	620	500	560	520	480	500
C-12	500	530	515	460	530	495	480	490	485
Média			622			607			598

OBS: 12-10-79

ENSAIO DE COMPRESSÃO SIMPLES DE MADEIRA VERDE

CORPO DE PESAGEM	PESAGEM	H	MEDIDAS	S	RESISTENCIA
	pi	po	%	a b	Kg Kg/cm ²
A-1	13,92	7,57	83,88	2,02 2,02	4,08 1440 352,91
A-2	12,86	5,70	125,61	2,01 2,02	4,06 1230 302,94
A-	13,48	7,27	85,42	2,02 2,01	4,06 1460 359,59
A-5	14,16	8,08	75,25	2,02 2,02	4,08 1490 365,16
A-6	13,85	7,54	83,69	2,04 2,02	4,12 1410 342,17
A-7	13,96	7,77	79,67	2,03 2,03	4,12 1460 354,29
A-8	13,93	7,72	80,44	2,04 2,02	4,12 1290 313,05
A-9	14,07	7,65	83,92	2,03 2,01	4,08 1190 291,65
A-10	14,34	8,40	70,71	2,02 2,02	4,08 1350 330,85
A-11	14,04	7,85	78,85	2,01 2,01	4,04 1260 311,87
A-12	13,87	7,54	83,95	2,04 2,02	4,12 1160 281,50
A-14	12,78	5,58	129,03	2,02 2,01	4,06 1180 290,63
A-15	12,72	6,05	110,25	2,01 2,01	4,04 1080 267,32
A-16	13,80	6,62	108,46	2,02 2,02	4,08 1080 264,68
A-17	13,80	7,79	77,15	2,02 2,02	4,08 1580 387,22
A-18	13,96	7,62	83,20	2,01 2,01	4,04 1380 341,58
A-19	13,98	7,95	75,85	2,02 2,02	4,08 1500 367,61
A-22	13,40	7,19	86,37	2,02 2,02	4,08 1480 362,71
A-24	13,33	6,68	99,55	2,02 2,03	4,10 1390 338,97
A-28	14,35	8,17	75,64	2,02 2,02	4,08 1540 377,41
A-29	14,28	8,20	74,15	2,03 2,02	4,10 1560 380,43
A-31	13,97	7,59	84,06	2,02 2,01	4,06 1540 379,29
A-32	12,56	5,68	121,13	2,01 2,02	4,06 1220 300,48
A-34	14,38	8,28	73,67	2,02 2,01	4,06 1410 347,27
A-35	13,90	7,71	80,29	2,01 2,02	4,06 1580 389,14
A-36	13,90	7,68	78,26	2,01 2,01	4,04 1540 381,18
A-37	14,02	7,93	76,80	2,02 2,02	4,08 1510 370,06
A-39	13,65	7,62	79,13	2,03 2,02	4,10 1580 385,31
A-40	12,35	5,64	118,97	2,02 2,01	4,06 1190 293,09
					Média 338,98

APÊNDICE 17

ENSAIO DE COMPRESSÃO QUALIFICAÇÃO MADEIRA SECA AO AR

C.P.	PESAGEM		H ₃	VOLUME		MEDIDAS		S	RESISTÊNCIA		σ_{15}	PES. ESPEC.		σ_{15}/D_{15}
	P _n	P _O		REAÇÃO	REAL	a	b		Kg	Kg/cm ²		D _m	D ₁₅	
A-1	9,73	8,49	14,61	164,24	12,11	2,00	2,00	4,00	2250	562,5	556,2	0,802	0,804	6,9
A-2	8,22	7,21	14,01	173,54	12,06	2,00	2,00	4,00	2060	515,0	500,6	0,682	0,685	7,3
A-3	10,18	8,89	14,51	160,91	11,87	1,99	2,00	3,98	2290	575,4	567,3	0,858	0,859	6,6
A-4	7,79	6,85	13,72	163,73	12,08	2,00	2,00	4,00	1930	482,5	465,2	0,645	0,649	7,1
A-5	9,98	8,72	14,45	160,78	11,86	1,99	2,00	3,98	2540	638,2	628,2	0,913	0,915	6,8
A-6	10,85	9,45	14,82	161,29	11,89	2,00	2,00	4,00	2290	572,5	569,5	0,857	0,858	6,6
A-7	10,20	8,90	14,61	161,38	11,90	1,99	1,99	3,96	2320	585,9	579,4	0,861	0,863	6,7
A-8	10,20	8,90	14,61	160,68	11,85	1,99	2,00	3,98	3450	615,6	608,7	0,861	0,863	7,0
A-9	10,24	8,92	14,80	161,17	11,89	2,00	1,99	3,98	2300	577,9	574,6	0,857	0,858	6,7
A-10	10,16	8,88	14,41	160,72	11,85	2,00	1,99	2,98	2270	570,4	560,8	0,857	0,859	6,5
A-11	8,30	7,28	14,01	162,03	11,95	2,00	1,99	3,98	2120	532,7	517,8	0,700	0,701	7,3
A-12	10,14	8,84	14,71	160,74	11,85	2,00	2,00	4,00	2250	562,5	557,8	0,860	0,861	6,4
A-13	9,81	8,57	14,47	163,81	12,08	2,00	2,00	4,00	2310	577,5	568,8	0,810	0,812	7,0
A-14	10,89	9,50	14,63	160,87	11,86	2,00	1,99	3,98	2520	633,2	626,5	0,920	0,922	6,8
A-15	8,12	7,14	13,73	163,72	12,07	2,00	2,00	4,00	2070	517,5	499,1	0,670	0,674	7,4

C.P.	PESAGEM		H%	VOLUME		MEDIDAS		S	RESISTÊNCIA		σ_{15}	PESO ESPEC.		σ_{15}/D_{15}
	P_n	P_o		REAÇÃO	REAL	a	b		Kg	Kg/cm ²		D_m	D_{15}	
A-16	10,17	8,88	14,53	160,76	11,86	2,00	2,00	4,00	2410	602,5	594,4	0,860	0,864	6,8
A-17	10,87	9,47	14,78	160,71	11,85	1,99	2,00	2,98	2740	688,4	684,0	0,920	0,921	7,4
A-18	10,90	9,50	14,74	161,41	11,90	1,99	2,00	3,98	2680	673,4	668,4	0,920	0,921	7,2
A-19	9,67	8,43	14,71	164,30	12,12	2,01	2,00	4,02	2110	524,9	520,5	0,800	0,801	6,5
A-20	9,80	8,56	14,49	164,31	12,12	2,00	2,00	4,00	2320	580,0	571,6	0,810	0,812	7,0
	Média		14,47						Média		579,43			

APÊNDICE 18

ENSAIO FLEXÃO DINÂMICA (CHOQUE) MADEIRA SECA AO AR

C.P.	PESO	P.E.	MEDIDAS		$H^{10/6}$	W	K	K/D^2	OBS
			b	h					
A-1	99,06	0,82	2,01	2,00	2,78	2,5	0,45	0,55	4-2-80
A-2	109,85	0,92	2,00	2,00	2,78	3,8	0,68	0,74	
A-3	107,60	0,90	2,00	2,00	2,78	2,3	0,41	0,46	
A-4	96,87	0,81	2,01	1,99	2,76	3,9	0,70	0,86	
A-5	99,28	0,82	2,01	2,00	2,78	2,4	0,43	0,52	
A-6	100,18	0,84	2,00	2,00	2,78	2,8	0,50	0,59	
A-7	111,16	0,94	1,99	1,99	2,76	4,2	0,77	0,82	
A-8	98,33	0,82	1,99	2,00	2,78	3,2	0,58	0,71	
A-9	94,36	0,79	2,00	2,00	2,78	2,0	0,36	0,46	
A-10	96,94	0,81	2,00	1,99	2,76	2,5	0,45	0,56	
A-11	113,47	0,95	2,00	2,00	2,78	4,1	0,74	0,78	
A-12	103,06	0,86	1,99	2,00	2,78	4,1	0,74	0,86	
A-13	96,86	0,80	2,00	2,01	2,79	1,8	0,32	0,40	
A-14	100,58	0,84	2,00	2,00	2,78	3,8	0,68	0,81	
A-15	93,08	0,78	2,00	2,00	2,78	3,9	0,68	0,87	
A-16	108,28	0,90	2,00	2,00	2,78	2,0	0,36	0,40	
A-17	98,04	0,82	2,00	1,99	2,76	3,0	0,66	0,81	
A-18	99,77	0,82	2,01	2,01	2,79	3,7	0,66	0,81	
A-19	103,28	0,87	1,99	2,00	2,78	3,6	0,65	0,75	
A-20	91,96	0,77	1,99	2,01	2,79	2,1	0,38	0,49	
Média						3,09	0,56	0,66	

ENSAIO DE FLEXÃO QUALIFICAÇÃO (Madeira verde)

CORPO DE PROVA	DIMENSÕES		RESISTÊNCIA		F	L/F
	b	h	Kg	Kg/cm ²		
A-1	2,02	2,01	158	696,97	7	3,43
A-3	2,02	2,01	120	529,35	3	8,00
A-5	2,02	2,00	173	770,79	6,5	3,69
A-7	2,03	2,02	181	786,65	6	4,00
A-9	2,03	2,03	187	808,72	7,5	3,20
A-11	2,01	2,02	113	496,00	7	3,43
A-13	2,03	2,02	161	699,73	7,5	3,20
A-15	2,03	2,02	186	808,38	7,5	3,20
A-17	2,01	2,01	141	625,08	7,5	3,20
A-19	2,02	2,01	177	780,79	8	3,0
A-21	2,03	2,02	193	838,81	7	3,43
A-23	2,02	2,02	144	628,94	6,5	3,69
A-25	2,02	2,00	135	601,49	7	3,43
A-27	2,02	2,00	122	543,56	6	4,00
A-29	2,01	2,02	198	869,10	7	3,43
A-31	2,02	2,01	143	630,80	6,5	3,69
A-33	2,02	2,00	168	748,51	7	3,43
A-35	2,02	2,00	146	650,50	6	4,00
A-37	2,02	2,04	203	860,33	7	3,43
A-39	2,01	2,01	168	744,77	7	3,43
A-2	1,98	2,01	127	571,54	7	3,43
A-4	2,02	2,01	187	824,90	7	3,43
A-6	2,02	2,01	136	599,93	7,5	3,20
A-8	2,02	2,01	158	696,97	6	4,00
A-10	2,02	2,00	181	806,44	6,5	3,69
A-12	2,02	2,01	140	617,57	7	3,43
A-14	2,00	2,00	155	690,59	8	3,00
A-16	2,01	2,01	175	775,81	7	3,43
A-18	2,02	2,02	201	877,90	7	3,43
A-20	2,02	2,01	185	816,08	7	3,43

CORPO DE PROVA	DIMENSÕES		RESISTÊNCIA		F	L/F
	b	h	Kg	Kg/cm ²		
A-22	2,02	2,02	187	816,75	7,5	3,20
A-24	2,02	2,01	156	688,15	6,5	3,69
A-26	2,02	2,03	201	869,27	7,5	3,20
A-28	2,03	2,03	182	783,22	6	4,00
A-30	2,03	2,03	203	873,60	8	3,0
A-32	2,03	2,02	112	486,77	5,5	4,36
A-34	2,02	2,03	188	813,05	6	4,00
A-36	2,02	2,03	154	666,01	5	4,80
A-38	2,02	2,02	190	829,85	6	4,00
A-40	2,02	2,02	133	580,90	4	6,00
MÉDIA				720,34		

OBS: Dia 08/10/79

ENSAIO FLEXÃO-QUALIFICAÇÃO MADEIRA SECA AO AR

C.P	MEDIDAS		RESISTÊNCIA		σ_{15}	F	L/F	H%	OBS
	b	h	Kg	Kg/cm ²					
A 1	2,00	2,00	244	1098	60,7	6	40	14,61	4-2-80
A 2	2,01	2,00	246	1102	60,3	6	40	14,01	
A 3	2,01	2,00	200	896	49,4	5	48	14,51	
A 4	2,00	2,00	189	851	46,4	5	48	13,72	
A 5	2,00	2,00	238	1071	59,0	6	40	14,45	
A 6	2,00	2,00	243	1094	60,6	7	34	14,82	
A 7	2,01	2,01	231	1029	56,9	6	40	14,61	
A 8	2,01	2,01	219	976	53,9	5	48	14,61	
A 9	2,00	2,00	269	1211	67,1	6	40	14,80	
A 10	2,00	2,00	195	876	48,3	5	48	14,41	
A 11	2,01	2,01	246	1096	60,0	6	40	14,01	
A 12	2,00	2,00	258	1161	64,2	7	34	14,71	
A 13	2,01	2,00	228	1021	56,3	6	40	14,47	
A 14	2,01	2,01	186	829	45,8	5	48	14,63	
A 15	2,00	2,01	251	1124	61,6	6	40	13,73	
A 16	2,00	2,00	231	1040	57,4	6	40	14,53	
A 17	2,01	2,00	248	1111	61,5	6	40	14,78	
A 18	2,01	2,01	188	838	46,5	5	48	14,74	
A 19	2,01	2,00	180	806	44,6	5	48	14,71	
A 20	2,01	2,01	253	1127	63,2	6	40	14,49	

Média 1018

$$\sigma_{15} = \frac{\sigma_n}{\left[\frac{1 - \text{CIH} (n - 15)}{100} \right]}$$

FLEXÃO - QUALIFICAÇÃO (MÁQUINA MANUAL)

C.P.	MEDIDAS		RESISTÊNCIA	
	b	h	Kg	Kg/cm ²
1	2,00	2,00	265	1193
2	2,01	2,00	225	1008
3	2,02	2,01	360	1596
4	2,02	2,02	345	1507
5	2,02	2,02	335	1463
6	2,02	2,02	360	1463
7	2,01	2,02	370	1624
8	2,02	2,02	375	1638
9	2,02	2,02	325	1419
10	2,02	2,02	265	1157

$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2}$$

ENSAIO DE COMPRESSÃO EM FUNÇÃO DA UMIDADE

CORPO DE PESAGEM	PESAGEM		H%	MEDIDAS		S	RESISTÊNCIA		DATA
	PI	PO		a	b		Kg	Kg/cm ²	
A-1	14,09	7,54	86,9	2,03	2,02	4,10	1580	385,31	15-10-79
A-12	14,08	7,48	88,2	2,04	2,03	4,14	1260	304,35	15-10-79
A-28	14,58	8,21	77,6	2,02	2,02	4,08	1500	367,65	15-10-79
A-2	12,70	5,70	112,8	2,01	2,00	4,02	1230	305,97	16-10-79
A-14	13,03	5,67	129,8	2,02	2,02	4,08	1290	320,89	16-10-79
A-29	14,34	8,26	73,6	2,03	2,02	4,10	1580	385,37	16-10-79
A-4	13,35	7,70	73,4	2,03	2,01	4,08	1380	338,24	17-10-79
A-15	12,30	5,63	118,5	2,01	2,01	4,04	1260	311,88	17-10-79
A-31	13,40	7,58	76,8	2,02	2,01	4,06	1510	371,92	17-10-79
A-5	11,69	7,70	51,8	1,95	2,00	3,90	1450	371,79	18-10-79
A-16	11,70	6,54	78,9	1,95	2,00	3,94	1200	304,57	18-10-79
A-32	10,62	5,68	87,0	1,95	2,00	3,90	1220	212,82	18-10-79
A-6	11,78	8,26	42,6	1,97	1,98	3,90	1380	353,85	19-10-79
A-17	11,94	7,60	57,1	1,99	2,00	3,98	1460	366,83	19-10-79
A-34	12,02	7,74	55,3	1,93	1,98	3,82	1410	369,11	19-10-79
A-7	10,76	7,60	41,6	1,88	1,98	3,72	1420	381,72	22-10-79
A-18	11,63	8,01	45,2	1,91	1,98	3,78	1350	357,14	22-10-79
A-35	10,74	7,54	42,4	1,86	1,97	3,66	1470	401,64	22-10-79
A-8	9,67	7,63	26,7	1,86	1,197	3,66	1510	412,57	23-10-79
A-19	10,40	8,07	28,9	1,93	1,98	3,82	1540	403,14	23-10-79
A-36	9,09	7,23	25,7	1,85	1,95	3,61	1390	385,04	23-10-79

CORPO DE PESAGEM	PESAGEM		H%	MEDIDAS		S	RESISTÊNCIA		DATA
	PI	PO		a	b		Kg	Kg/cm ²	
A-9	9,27	7,60	22,0	1,84	1,97	3,63	1610	443,53	- 24-10-79
A-22	9,50	7,60	24,0	1,86	1,97	3,66	1580	431,69	- 24-10-79
A-37	9,65	7,87	22,6	1,81	1,94	3,51	1550	441,60	- 24-10-79
A-10	10,46	8,66	20,79	1,91	1,97	3,76	1620	430,85	- 25-10-79
A-24	7,93	6,50	22,00	1,92	1,96	3,76	1480	393,62	- 25-10-79
A-39	9,20	7,57	21,53	1,90	1,97	3,74	1600	427,81	- 25-10-79
A-1	8,93	7,74	15,37	1,90	1,95	3,71	1890	509,43	- 05-11-79
A-19	9,84	8,52	15,49	1,92	1,96	3,76	1830	486,70	- 05-11-79
A-28	9,65	8,35	15,57	1,90	1,93	3,67	1900	517,71	- 05-11-79
A-2	6,30	5,78	9,00	1,90	1,90	3,61	2060	570,64	- 06-11-79
A-22	8,41	7,62	10,37	1,89	1,90	3,59	2150	598,89	- 06-11-79
A-31	8,96	8,08	10,89	1,90	1,90	3,61	1940	537,40	- 06-11-79
A-4	7,86	7,38	6,50	1,89	1,91	3,61	2370	656,51	- 07-11-79
A-17	8,82	8,23	7,17	1,87	1,89	3,53	2300	651,56	- 07-11-79
A-32	6,78	6,45	5,12	1,86	1,89	3,52	2210	627,84	- 07-11-79
A-5	8,16	7,97	2,38	1,86	1,89	3,52	2400	681,82	- 08-11-79
A-24	6,67	6,52	2,30	1,83	1,89	3,46	2390	690,75	- 08-11-79
A- 34	7,85	7,63	2,88	1,82	1,88	3,42	2480	725,15	- 08-11-79
A-10	8,43	8,43	-	1,86	1,92	3,57	2700	756,30	- 09-11-79
A-28	8,30	8,30	-	1,85	1,89	3,50	2810	802,86	- 09-11-79
A-40	5,70	5,70	-	1,80	1,90	3,42	2680	783,63	- 09-11-79