



**IBAMA**

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS



# **CUBAGEM DE TORAS DE MOGNO**

## **COMPARAÇÃO DO PROCESSO DO IBAMA E O ADOTADO POR MADEIREIRAS**

GERSON HENRIQUE STERNADT

# PERCEPÇÃO

- **A COLETA DE INFORMAÇÕES SOBRE A FLORESTA LEVA A UMA REAÇÃO DE PERCEPÇÃO DA LIMITAÇÃO DOS RECURSOS FLORESTAIS.**
- **O USO EFICIENTE, PRESERVAÇÃO E MANEJO DOS RECURSOS FLORESTAIS REQUER A COLETA CONTÍNUA DE INFORMAÇÕES PORQUE O SISTEMA FLORESTAL É DINÂMICO.**



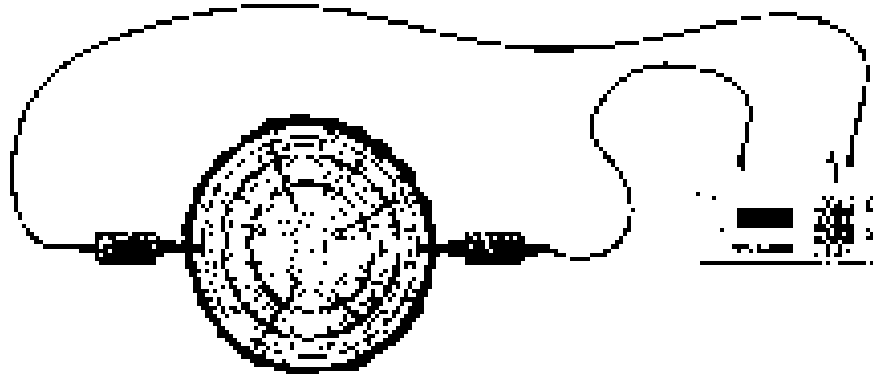
# TIPO DE INFORMAÇÃO

---

- ❑ FUNÇÃO DA NATUREZA DOS RECURSOS
- ❑ DISPONIBILIDADE DE TECNOLOGIA E MÃO-DE-OBRA.
- ❑ CONHECIMENTO EXISTENTE DA FLORESTA.
- ❑ RELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS

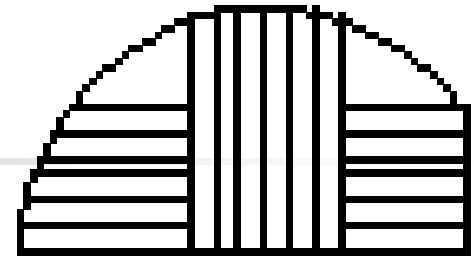


# INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS

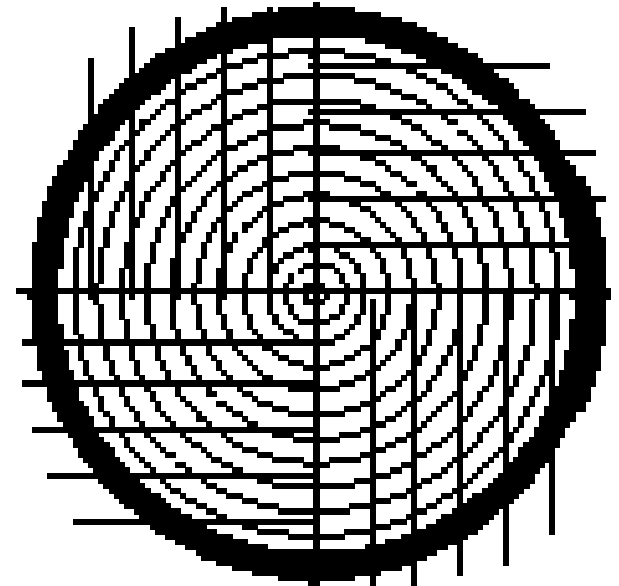


- DADOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS SOBRE A ÁRVORE E O ESTOQUE DA FLORESTA
- INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS SÃO FORNECIDAS COM A MENSURAÇÃO
- A MEDIDA DAS ÁRVORES E DA FLORESTA NÃO É SIMPLES E REQUER PLANEJAMENTO

# OBJETIVOS DA MENSURAÇÃO FLORESTAL



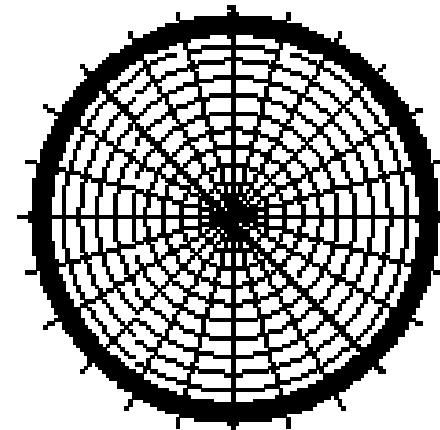
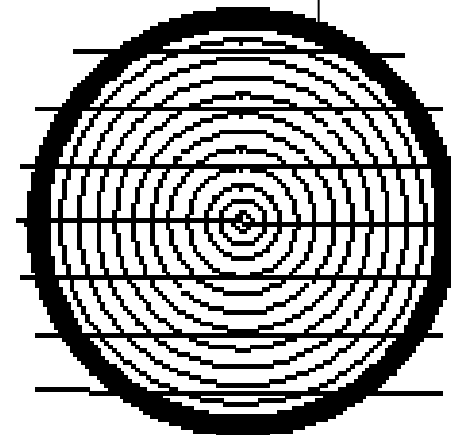
- NÃO É SIMPLEMENTE OFERECER MAIS INFORMAÇÕES.
- O OBJETIVO É FORNECER A MELHOR INFORMAÇÃO, A MAIS RELEVANTE, AS INFORMAÇÕES ÚTEIS PARA DECISÕES DO ADMINISTRADOR DA INDÚSTRIA E PARA O GESTOR GOVERNAMENTAL (IBAMA).



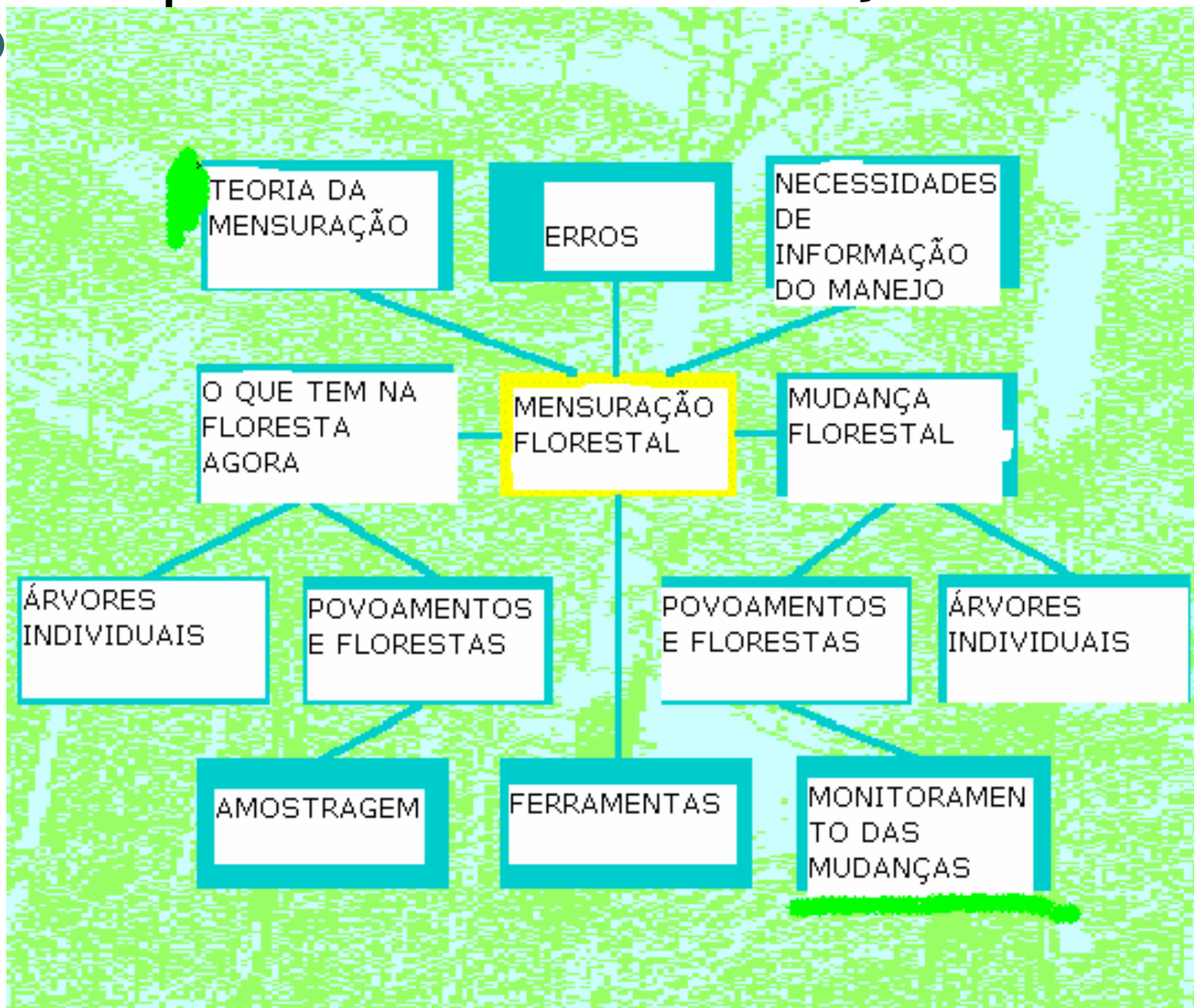
# QUALIDADES DOS DADOS DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



- OS DADOS COM, O APROPRIADO SISTEMA DE GERENCIAMENTO PRECISAM RESSALTAR TODO O PROBLEMA;
- NECESSITA ATENDER OS OBJETIVOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS ÀS NECESSIDADES DE USO;
- PERMITINDO UMA CONSULTA FÁCIL E EXPLICATIVA;
- PRECISA TER UM ENTENDIMENTO AMIGÁVEL COM O USUÁRIO FINAL.



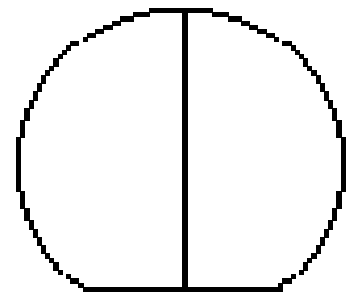
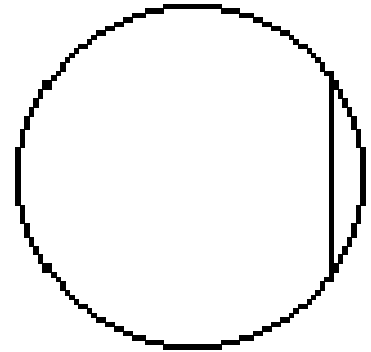
# DIAGRAMA DA MENSURAÇÃO FLORESTAL



# APRESENTAÇÃO DOS DADOS

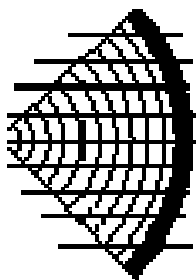
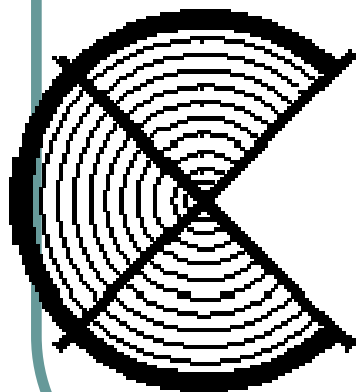
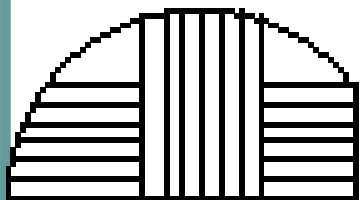
---

- ❑ DEVE SER DE MANEIRA QUE SEJA ÚTIL AO ADMINISTRADOR E GOVERNO
- ❑ ADMINISTRADOR E GOVERNO PRECISAM INTERPRETAR OS DADOS.
- ❑ ENTENDER AS SUAS FRAQUEZAS E HIPÓTESES.
- ❑ TOMAR DECISÕES BASEADAS NAS SUAS CONCLUSÕES.



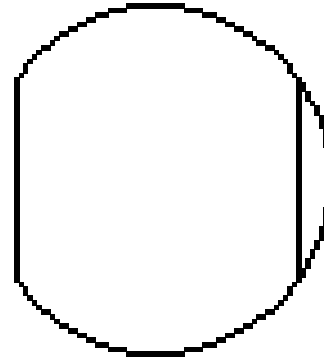
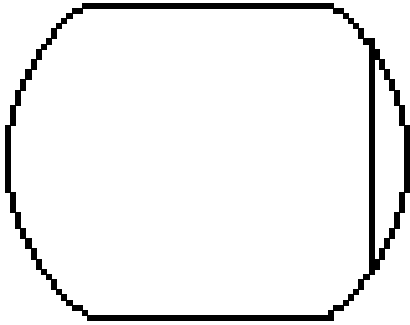


# CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO



- O SUCESSO OU FRACASSO DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO NÃO ESTÁ NA ÚLTIMA TECNOLOGIA MAS,
- NA IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE PENSAMENTO DO USUÁRIO QUE VAI UTILIZAR OS RESULTADOS E,
- FORNECER AS INFORMAÇÕES RELEVANTES DE FORMA COMPATÍVEL COM ESTE PROCESSO.

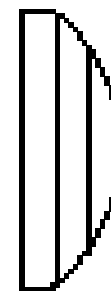
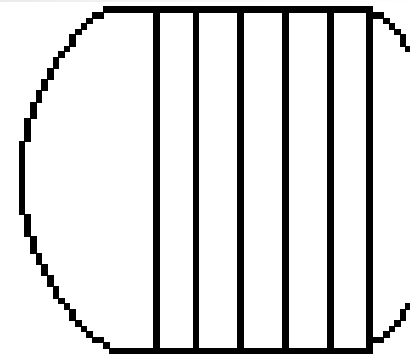
# ÁREAS IMPORTANTES DA MENSURAÇÃO



- LEVANTAR TODO O ESCOPO DO PROBLEMA
- NÃO SOBREVALORIZAR OS DETALHES
- APRESENTAR TABELAS E GRÁFICOS DE MANEIRA ÚTIL AO GERENTE

# QUALIDADES DO RELATÓRIO

- DEVE DE SER SIMPLES, FORNECENDO UMA VISÃO GERAL DE TODOS OS ASPECTOS RELEVANTES, ISTO FACILITA O ENTENDIMENTO DAS CONDIÇÕES DAS TORAS, ÁRVORES OU FLORESTAS.
- OS DADOS DEVEM DE SER APRESENTADOS DE MANEIRA PRECISA DE MODO A REFLETIR A REAL CONDIÇÃO DO QUE FOI OBJETO DA MENSURAÇÃO.



# LIGAÇÃO ENTRE A PESQUISA GOVERNO



## E A INDÚSTRIA FLORESTAL

- PRODUÇÃO DE TABELAS E EQUAÇÕES DE VOLUME, PARA TORAS, ÁRVORES, FLORESTAS;
- AS EQUAÇÕES E TABELAS DE VOLUME NEM SEMPRE ESTÃO DISPONÍVEIS – (IPT, PROJETO RADAM)
- PARA CADA ESPÉCIE É NECESSÁRIO UMA EQUAÇÃO DE VOLUME DEVIDO A NATUREZA VARIÁVEL DA ARVORE, INCLUSIVE REGIONAL.

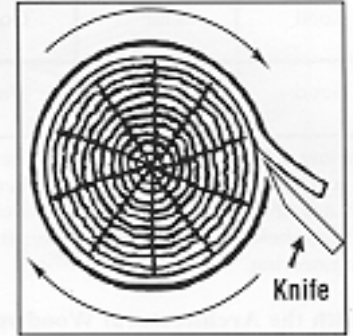
# VOLUME DA TORA

- A DETERMINAÇÃO DO VOLUME DA TORA NÃO É FÁCIL PORQUE A TORA É IRREGULAR NAS SEÇÕES TRANSVERSAIS E NO PERFIL
- O VOLUME É DETERMINADO POR MEIO DE MEDIÇÕES QUE ENVOLVEM O DIÂMETRO E O COMPRIMENTO E ASSUMINDO ALGUNS PRESSUPOSTOS SOBRE A FORMA.



# PRECISÃO DO VOLUME DA TORA

- O ÚNICO PROCESSO PRECISO DE MEDIR O VOLUME DA TORA É POR DESLOCAMENTO DE ÁGUA.
- TANQUES DE COZIMENTO DE TORAS NAS LAMINADORAS PODERIAM SER ESTUDADOS PARA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DA TORA



# Volume de tora (ou árvore) mais usuais

- Somando-se as áreas das extremidades da tora, dividindo por dois, multiplicando pelo comprimento da tora (ou árvore). Este é processo de SMALIAN, adotado pelo IBAMA.
- Utilizando-se somente a área da tora da extremidade mais fina e multiplicando pelo comprimento. Este é o processo adotado por madeireiras.
- Se discute estes dois processos.

# OBJETIVOS

- LEVANTAR A PROBLEMÁTICA DA MENSURAÇÃO FLORESTAL.
- MEDIR E CUBAR AS TORAS DE MOGNO (*Sweitenia macrophylla*) APREENDIDAS PELO IBAMA EM P BRAVO – PA.
- DISCUTIR A PRECISÃO E REVISAR OS PROCESSOS DE CÁLCULO DE VOLUME DE TORAS





# MATERIAL E MÉTODOS

- CLASSIFICAÇÃO E MEDIDAS DA MÉDIA DOS DIÂMETROS DAS EXTREMIDADES E DO COMPRIMENTO DE 530 TORAS DE MOGNO DE P BRAVO – PA DE 09/08/2001 A 14/08/2001.
- REVISÃO DE LITERATURA PRINCIPALMENTE NA INTERNET



# REVISÃO DE LITERATURA

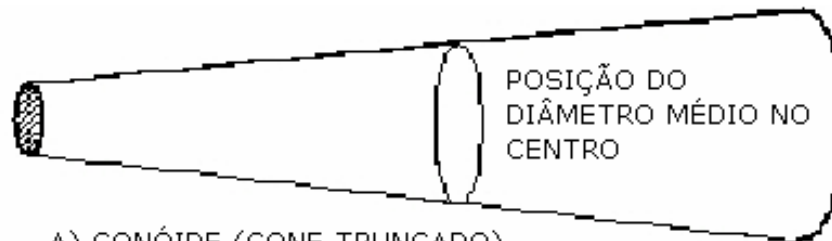
- Sites disponíveis na Internet na Austrália, EUA, Canadá e Brasil.
- Medidas consideradas primárias:
  - Diâmetro (raio);
  - Comprimento;
  - Volume e
  - Peso



# REFERÊNCIAS

- HUSCH, MILLER E BEERS (1993) ESTUDARAM COMO ESTIMAR O VOLUME DO TRONCO FAZENDO EQUAÇÕES PARA CADA UMA DAS 4 FORMAS DO TRONCO:
- CILINDRO
- FUSTE DE UMA NÍLÓIDE;
- FUSTE DE UMA PARABOLÓIDE;
- CONE DE PARABOLÓIDE

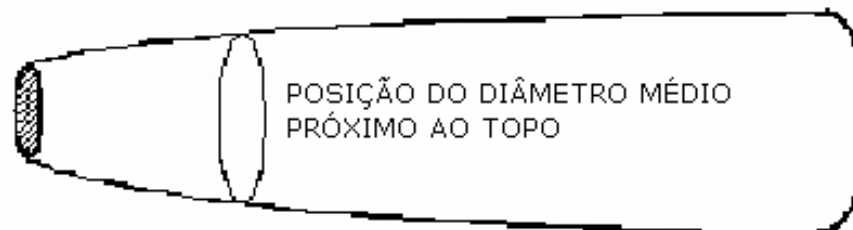
# REFERÊNCIAS: VOLUME



A) CONÓIDE (CONE TRUNCADO)

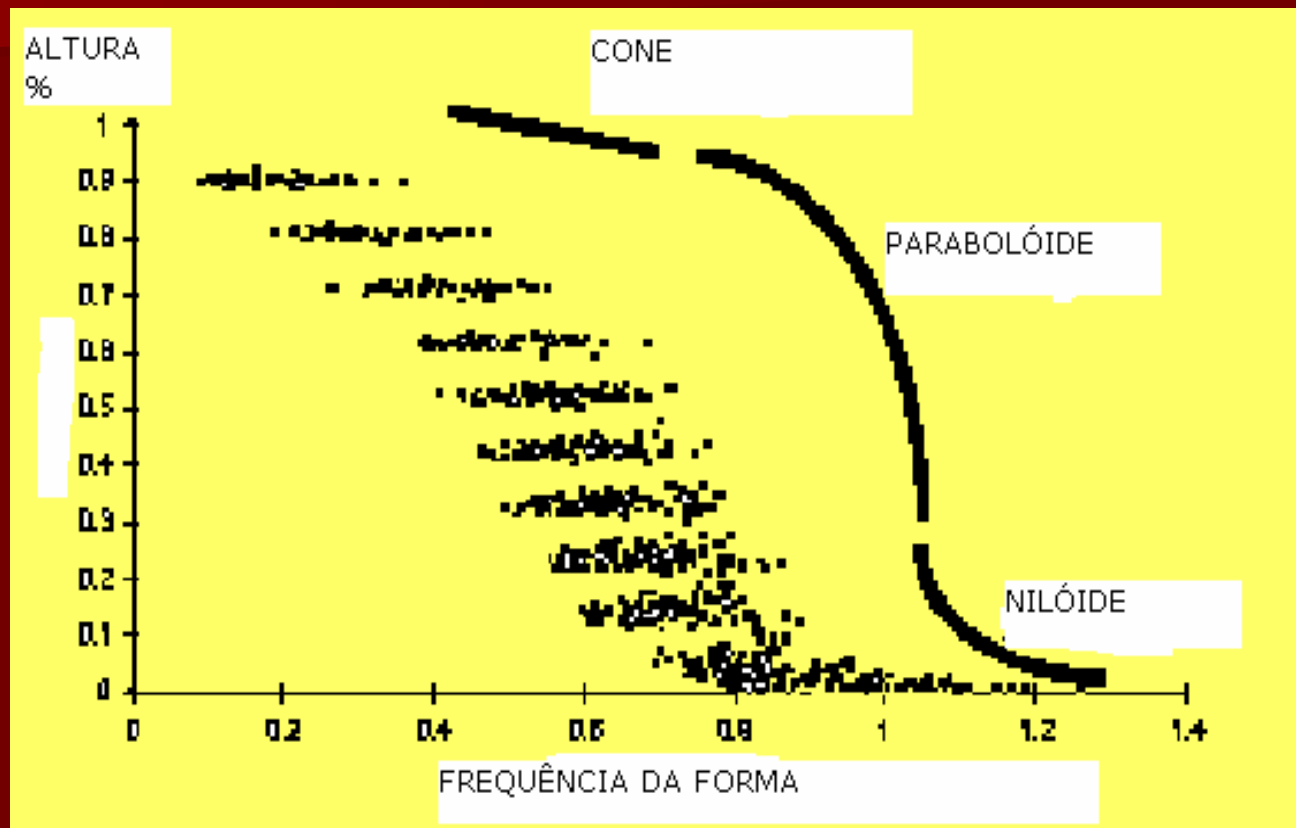


B) NILÓIDE

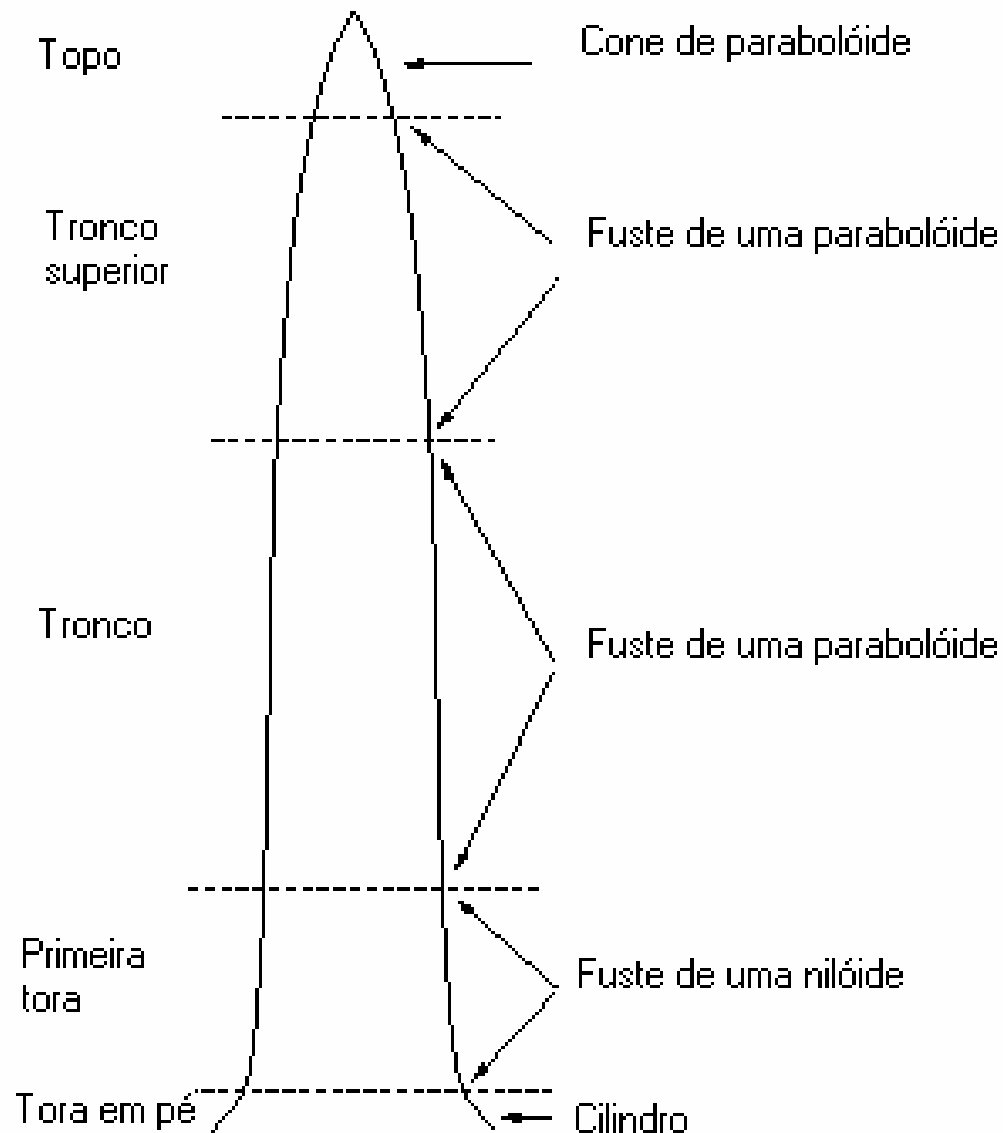


C) PARABOLÓIDE

# REFERÊNCIAS: FORMAS TRONCO DA ÁRVORE

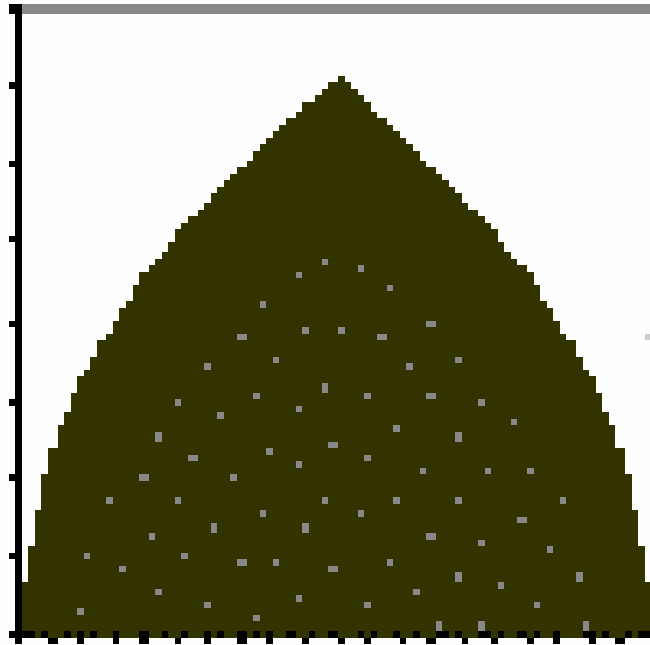


# REFERÊNCIAS: PORÇÕES DO VOLUME





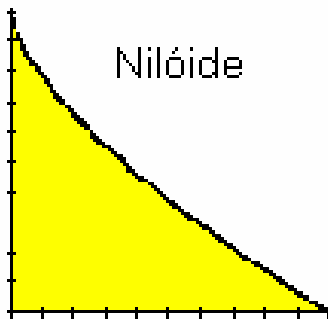
# REFERÊNCIAS: FORMAS DO TRONCO



PARABOLÓIDE

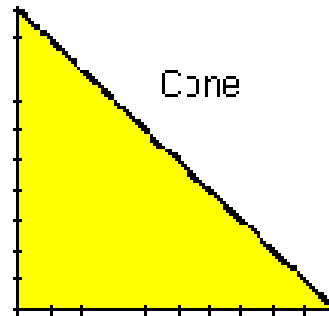
# REFERÊNCIAS: FORMA DO TRONCO

Forma 3



Nilóide

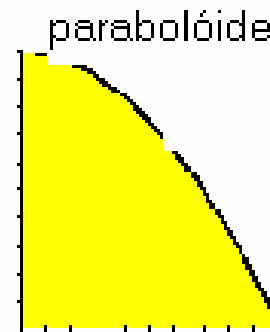
Forma 2



Cone

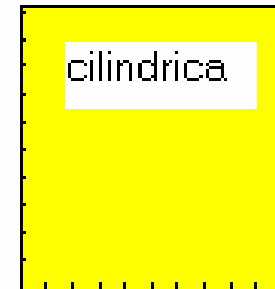
diâmetro

Forma 1



parabolóide

Forma 0



cilindrica



# REFERÊNCIAS: FORMAS DO TRONCO

- GOSENBAUGH (1986) DESENVOLVEU ESTUDO SOBRE FORMAS DO TRONCO
- MENSURADORES PROCURAM A SIMPLICIDADE
- UMA FUNÇÃO SIMPLES, DUAS VARIÁVEIS ;
- ENVOLVENDO POUCOS PARÂMETROS;
- PARA ESPECIFICAR O PERFIL INTEIRO DA ÁRVORE.

# REFERÊNCIA: NATUREZA DAS ÁRVORES

- AS ÁRVORES SÃO CAPAZES DE ASSUMIR UMA INFINITA VARIEDADE DE FORMAS;
- E POLINÔMIOS (OU QUOCIENTE DE POLINÔMIOS) E;
- GRAUS NO MÍNIMO DUAS VÊZES MAIOR QUE O NÚMERO DE INFLEXÕES OBSERVADOS SÃO NECESSÁRIOS PARA ESPECIFICAR A VARIABILIDADE DAS FORMAS DE INFLEXÕES.

# REFERÊNCIAS: NATUREZA DAS ÁRVORES II

OS COEFICIENTES PODEM VARIAR DE  
ÁRVORE PARA ÁRVORE  
DE MANEIRAS QUE SÓMENTE PODEM  
SER CONHECIDOS APÓS A  
MENSURAÇÃO COMPLETA DA ÁRVORE  
ISTO EXPLICA PORQUE O PERFIL DA  
ÁRVORE REQUER UM CONSIDERÁVEL  
ESFORÇO DE COMPUTAÇÃO

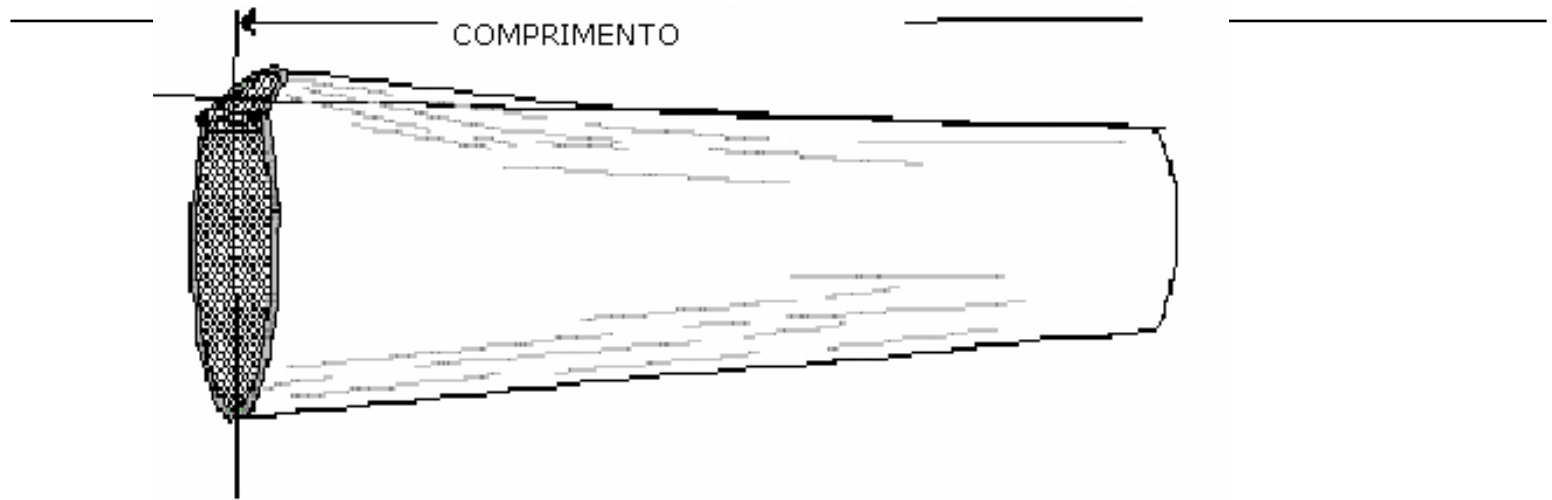
# REFERÊNCIAS: NATUREZA DAS ÁRVORES III

- CADA ÁRVORE PRECISA SER ANOTADO COMO UM INDIVÍDUO QUE PRECISA SER COMPLETAMENTE MENSURADO OU,
- COMO UM MEMBRO DE UMA POPULAÇÃO DEFINIDA QUE PERTENCE Á FORMA (PERFIL) MÉDIA
- QUE SOMENTE PODE SER ESTIMADO PELA MENSURAÇÃO COMPLETA DOS OUTROS MEMBROS DA POPULAÇÃO POR AMOSTRAGEM

# REFERÊNCIAS: NATUREZA DAS ÁRVORES IV

- A ANÁLISE DOS POLINÔMIOS NO PERFIL DO TRONCO NÃO ASSEGURA EFICIÊNCIA NA ESTIMAÇÃO.
- IGNORÂNCIA DA COMPLICADA RELAÇÃO PARA ESTIMAR O PERFIL DA ÁRVORE
- PEQUISADORES CONCLUÍRAM QUE O USO DE FUNÇÕES SIMPLES, CLASSIFICAÇÕES E MÉTODOS GRÁFICOS É ADEQUADO PARA MUITAS OPERAÇÕES E NA PESQUISA.

# AFINAMENTO DA TORA



- O DIÂMETRO DO TRONCO DA ÁRVORE GERALMENTE DIMINUI OU AFINA DA BASE PARA A PONTA.
- A MANEIRA QUE ESTE DECRESCIMO OCORRE DEFINE A FORMA DA TORA
- ESTE AFINAMENTO PODE OCORRER EM DIFERENTES TAXAS

# ENTENDIMENTO DA FORMA DO TRONCO PERMITE

---

- MELHORAR AS ESTIMATIVAS DO VOLUME DA TORA OU BIOMASSA
- MELHORAR AS ESTIMATIVAS DA PRESENÇA E QUANTIDADES DE PRODUTOS DA MADEIRA (POR ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO);
- MELHORAR O ENTENDIMENTO DA COMPETIÇÃO E CONDIÇÕES DE CRESCIMENTO DA ÁRVORE.

# FORMA DO TRONCO

---

- A FORMA DA ÁRVORE É COMPLEXA
- EM GERAL AS FORMAS GEOMÉTRICAS APROXIMAM-SE DA PORÇÃO DO FUSTE DA ÁRVORE MAS, EXISTEM MUITAS INFLEXÕES E PONTOS DE IRREGULARIDADES.
- A ESPÉCIE E O GENÓTIPO PREDISPÕE O FUSTE A CERTA FORMA E, UMA VARIAÇÃO GRANDE NO AMBIENTE E FATORES CONTEXTUAIS VÃO INFLUENCIAR ESTA FORMA.



## FORMA DO TRONCO II

---

- EXISTE UMA INTERAÇÃO COMPLEXA ENTRE A FORMA DO FUSTE E A COPA DA ÁRVORE;
- QUALQUER FATOR QUE INFLUENCIE A COPA PODE INFLUENCIAR A FORMA DO FUSTE;
- DIFERENTES PARTES DO FUSTE CRESCEM EM DIFERENTES TAXAS PORQUE O AMBIENTE E OUTROS FATORES AFETAM A COPA E A MANEIRA QUE A FOTOSSÍNTESE É DISTRIBUÍDA.

# REFERÊNCIAS: FORMA DA ÁRVORE

---

- JONSON BASEADO NA MEDIDA DE PONTOS PERCENTUAIS PROPÔS A FÓRMULA DO PERFIL ACIMA DA ALTURA DO PEITO
- $DL/D = C * (\text{LOG}[(C+L - 2,5)/C])$
- DL – DIÂMETRO A DISTÂNCIA PERCENTUAL L DA COPA.
- D - DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO
- C - CONSTANTE QUE VARIA COM A CLASSE DE FORMA.
- L – PERCENTUAL DA ALTURA ACIMA DO PEITO.

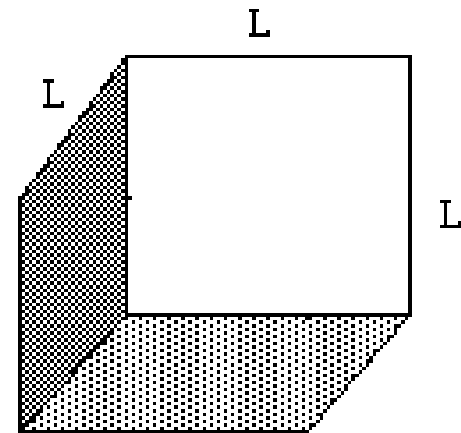
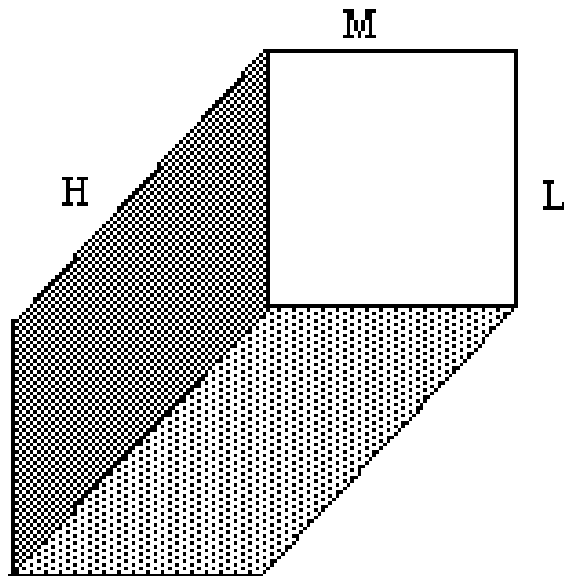
# REFERÊNCIAS: FORMA DA ÁRVORE

---

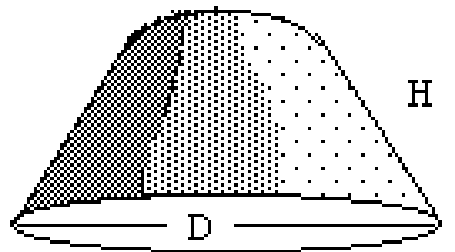
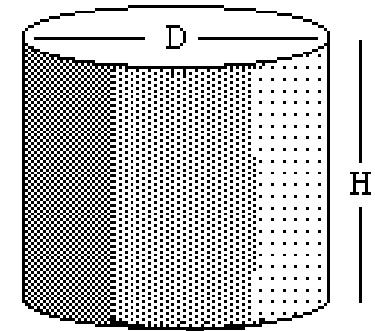
- GRAY - HIPÓTESE DA FORMA DO TRONCO BASEADO EM EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS:
- A ALTURA (DO FUSTE) ACIMA DO SOLO É DIRETAMENTE PROPORCIONAL AO QUADRADO DO DIÂMETRO EM UM DADO PONTO.
- A APLICAÇÃO PRÁTICA É O MÉTODO DA LINHA DE AFUNILAMENTO (TAPER LINE) DE ESTIMAÇÃO DO VOLUME.

# REFERÊNCIAS: VOLUME SÓLIDOS GEOMÉTRICOS I

---

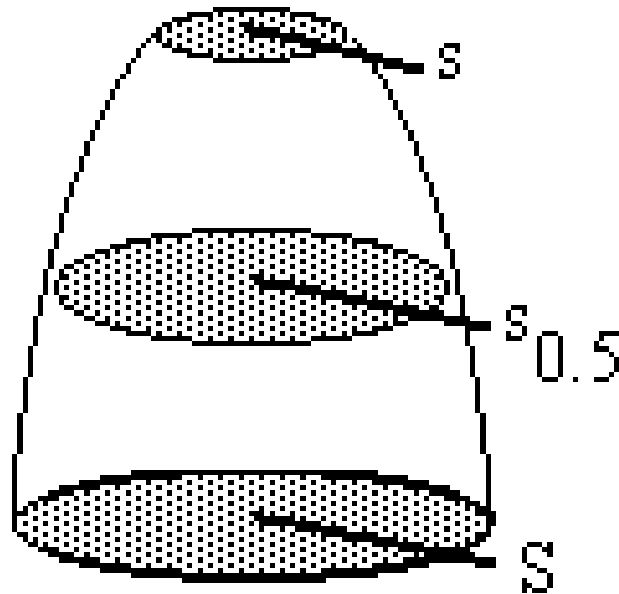


# REFERÊNCIAS: SÓLIDOS GEOMÉTRICOS - II



# REFERÊNCIAS: VOLUME DA TORA E SÓLIDOS GEOMÉTRICOS - III

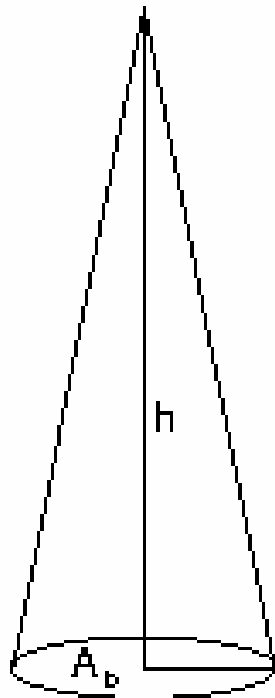
---



# REFERÊNCIAS: VOLUME DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS - III

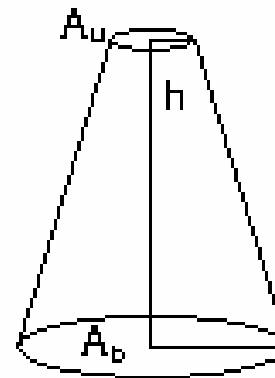
---

Cone



$$V = \frac{(A_b h)}{3}$$

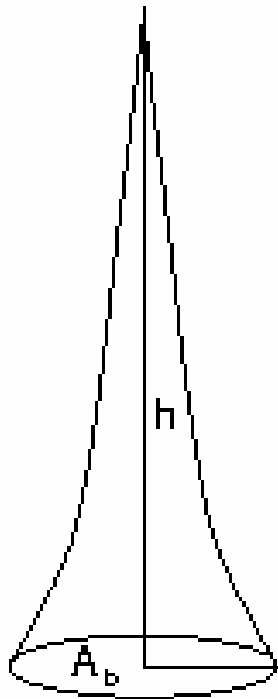
Fuste de um cone  
(cone truncado)



$$V = \frac{h}{3} \left( A_b + \sqrt{A_b A_u} + A_u \right)$$

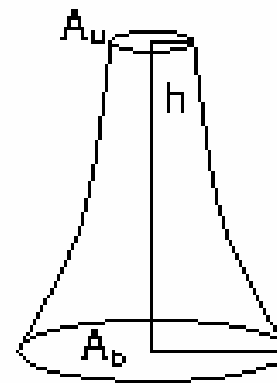
# REFERÊNCIAS: VOLUME DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS - IV

Nilóide



$$V = \frac{(A_b h)}{4}$$

Fusteforme de uma nilóide



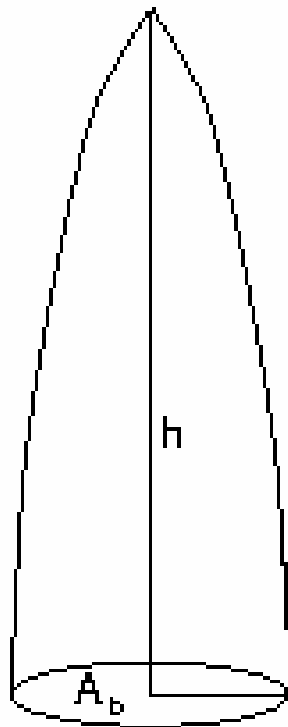
$$V = \frac{h}{4} \left( A_b + \sqrt[3]{A_b^2 A_u} + \sqrt[3]{A_b A_u^2} + A_u \right)$$



# REFERÊNCIAS: VOLUMES DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS - II

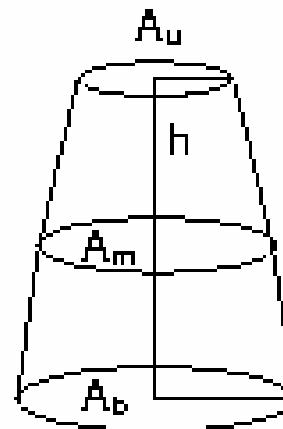
---

Parabolóide



$$V = \frac{(A_b h)}{2}$$

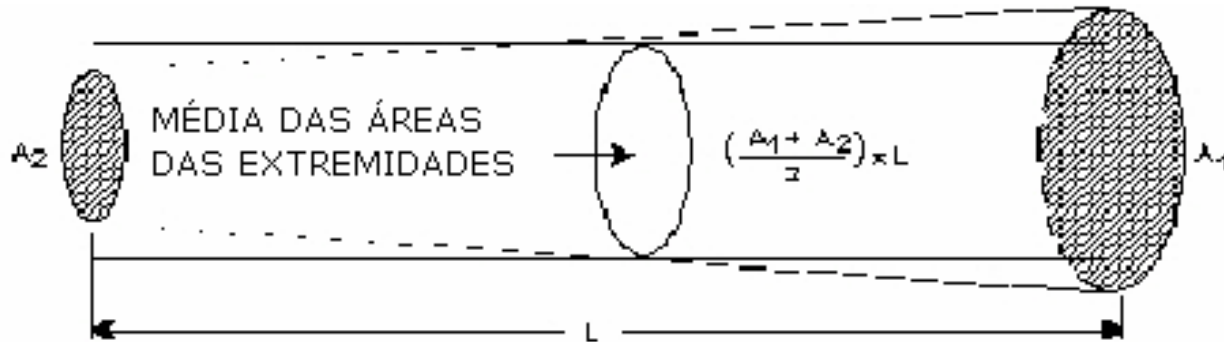
Fusteforme de uma parabolóide



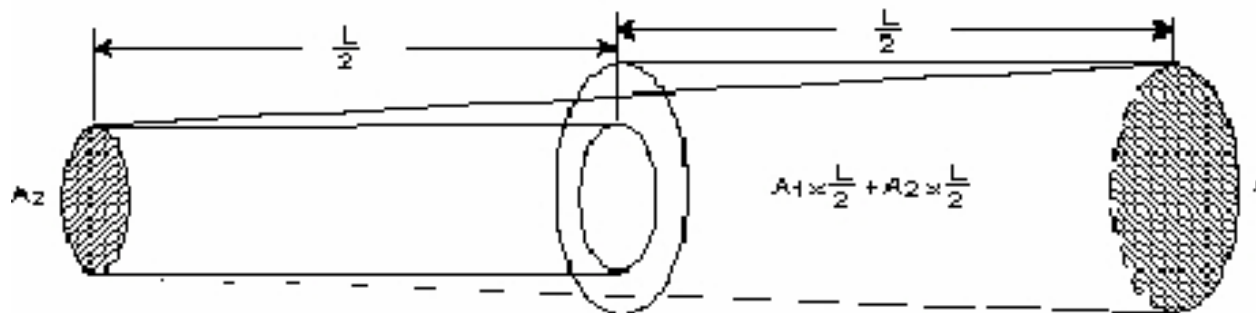
$$V = \frac{h}{2} (A_b + A_u) \quad \text{Fórmula de Smalian}$$

$$V = h (A_m) \quad \text{Fórmula de Huber}$$

# REFERÊNCIAS: SÓLIDOS GEOMÉTRICOS CLASSIFICAÇÃO - I



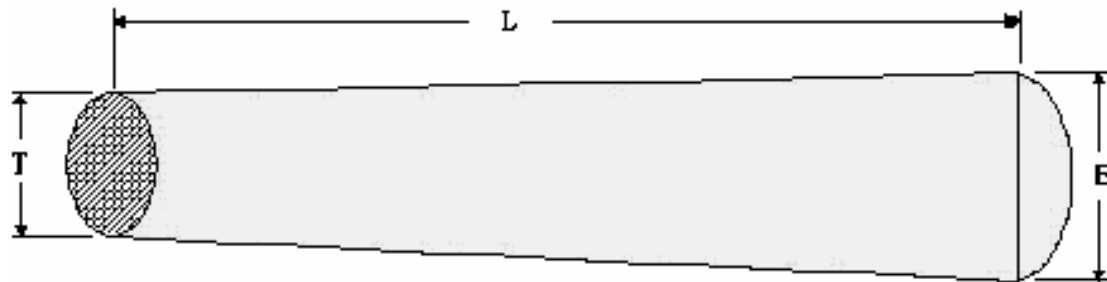
CILINDRO COM A ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL MÉDIA ENTRE O TOPO E A BASE DA ÁRVORE.



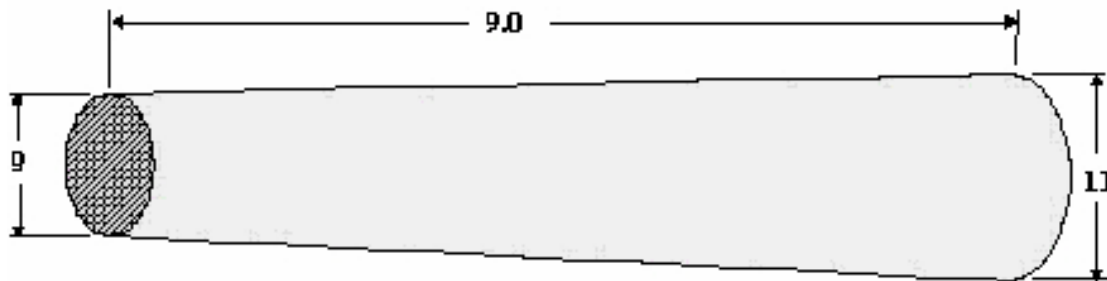
SÓLIDO INSERIDO NO PONTO MÉDIO DAS ÁREAS DA BASE E DO TOPO

# REFERÊNCIAS: MEDIDAS SMALIAN (IBAMA)

---



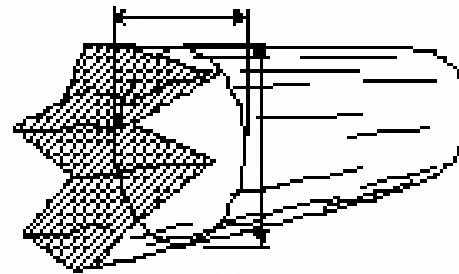
LOCALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS T, B E L



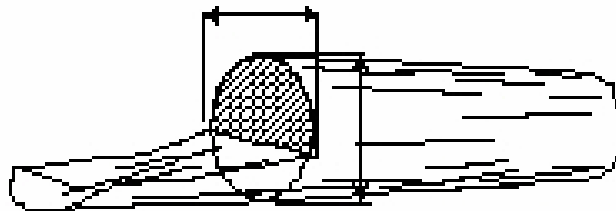
SUBSTITUIÇÃO DAS VARIÁVEIS COM OS VALORES DAS MEDIDAS

# REFERÊNCIA: REGRA DE TORA - DEFEITOS DE DERRUBADA

---



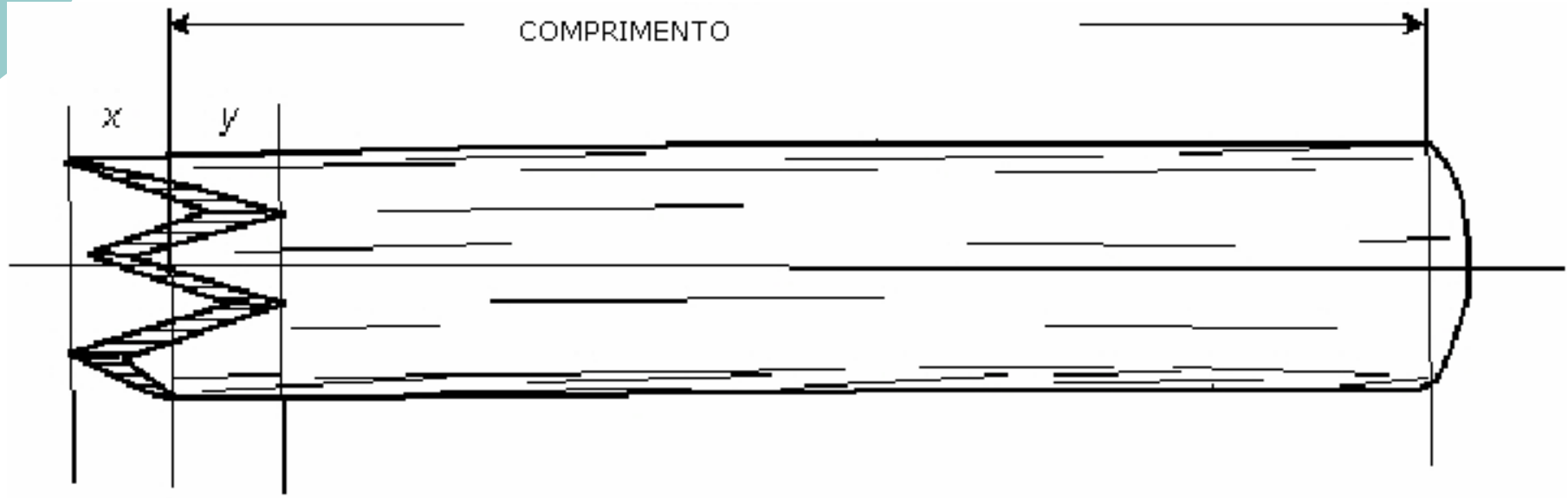
BASE QUEBRADA



BASE LASCADA DE DUAS FORMAS

# REFERÊNCIA: REGRA DE TORA – TORA QUEBRADA

---

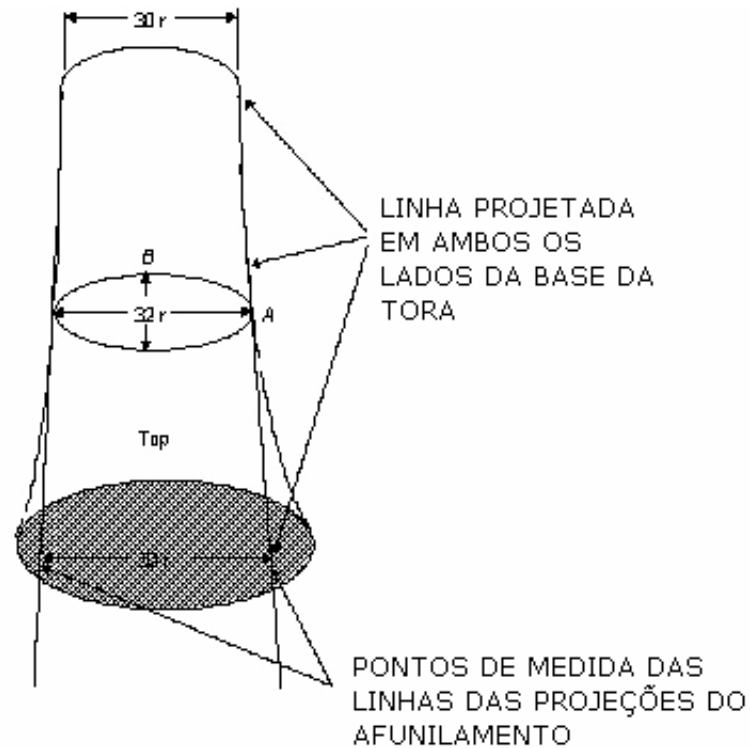


ÁREA QUEBRADA

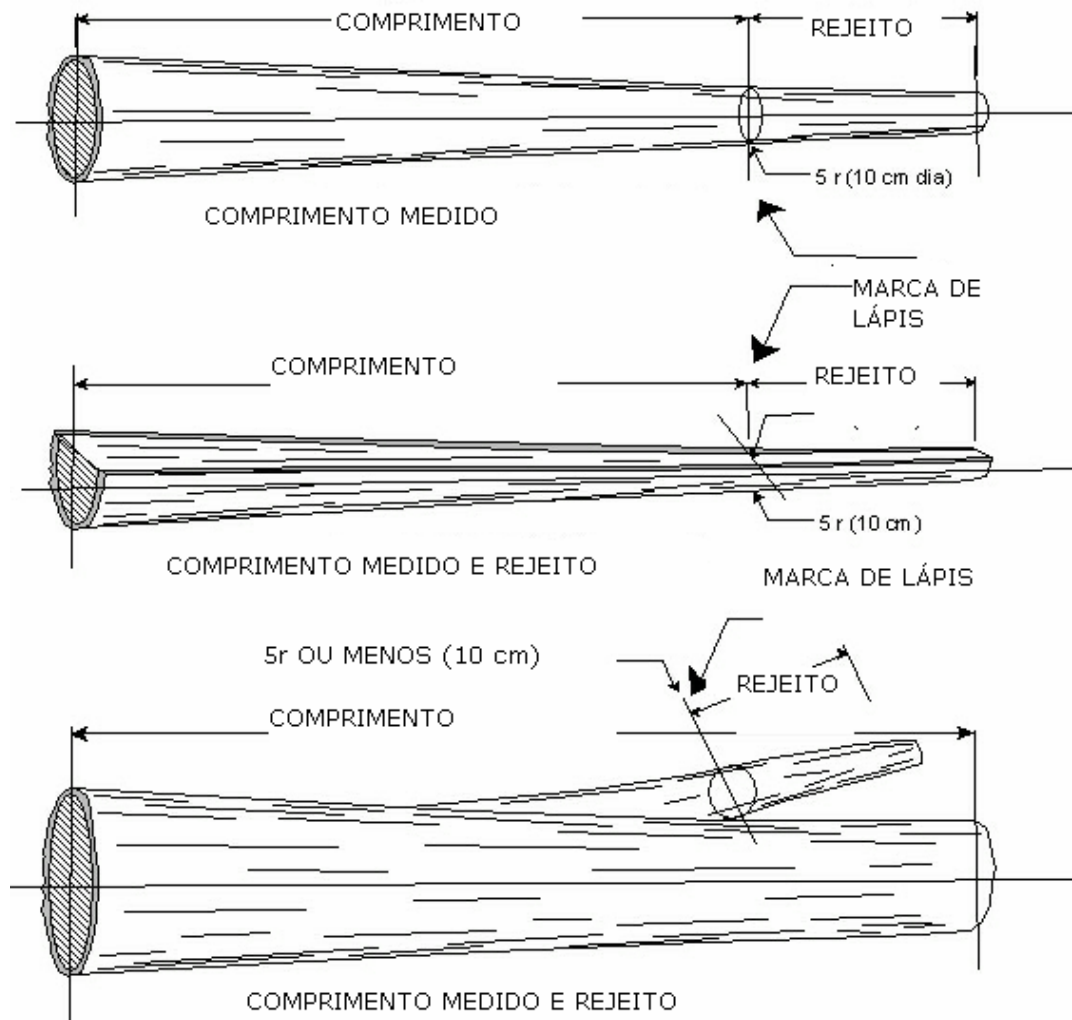
PROJEÇÕES EM X = BURACOS EM Y

# REFERÊNCIAS: REGRA DE TORA – LINHAS DE AFUNILAMENTO

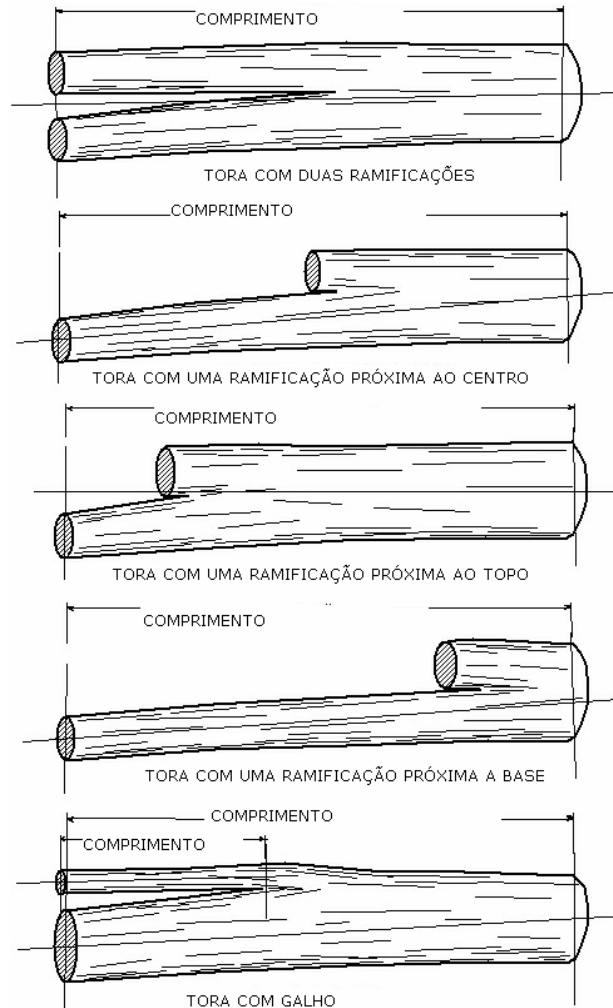
---



# REFERÊNCIA: REGRA DE TORA – COMPRIMENTO E REJEITO



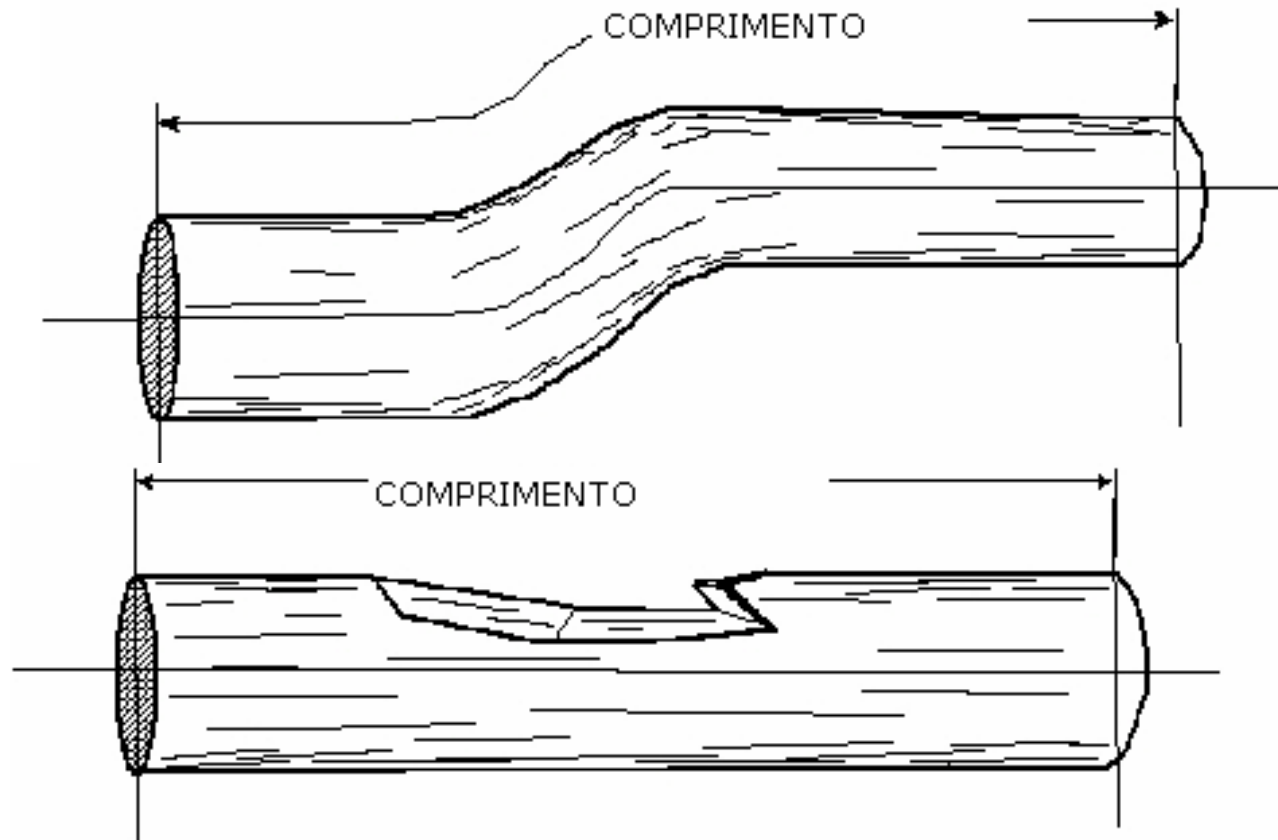
# REFERÊNCIA: REGRA DE TORA - RAMIFICAÇÕES





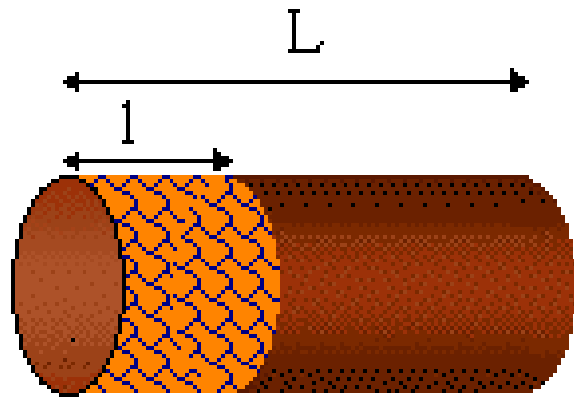
# REFERÊNCIA: REGRA DE TORA - DEFEITOS

---

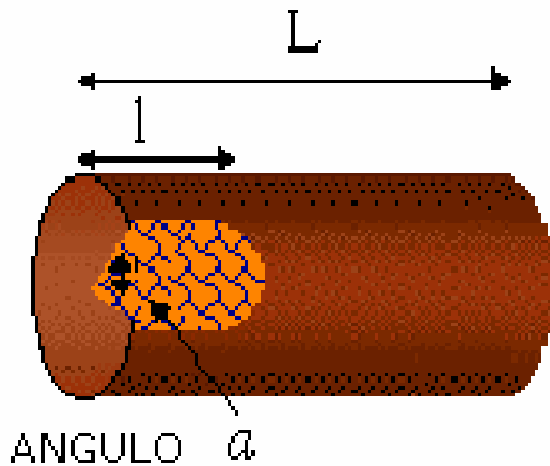


# REFERÊNCIAS: REGRA DE TORA – PERCENTUAL DEFEITOS

---



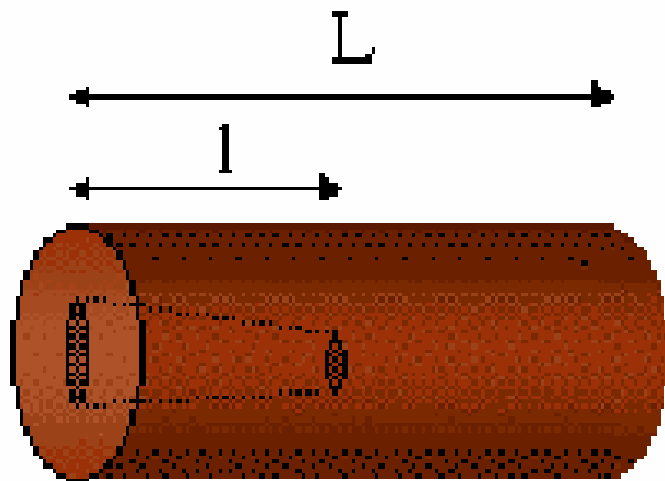
$$C\% = 100 * \frac{l}{L}$$



$$C\% = 100 * \frac{l}{L} * \frac{a}{360}$$

# REFERÊNCIAS: REGRA DE TORA – MEDIDA DEFEITO INTERNO

---

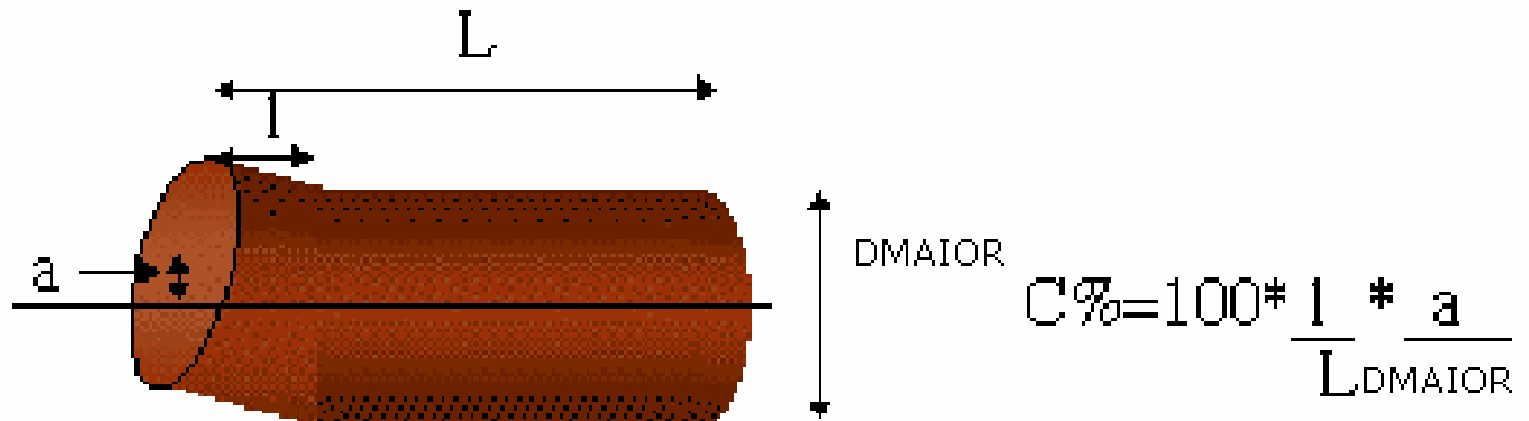


DMAIOR

$$C\% = 100 \cdot \frac{l \cdot (a \cdot b)}{L \cdot \left(\frac{DM - 2}{2}\right)^2}$$

# REFEÊNCIA: REGRA DE TORA MEDIDA TORA TORTA

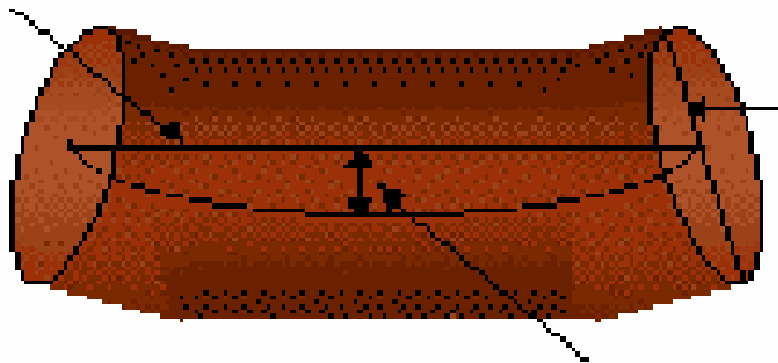
---



# REFERÊNCIA: REGRA DE TORA – DEFEITOS – MEDIDA TORA CURVA

---

CORDA UNINDO OS CENTROS DOS TOPOS DA TORA



M - FLEXA MÁXIMA

DMAIOR

$$C\% = 100 \times \frac{(M - 5\text{cm})}{DMAIOR}$$

# REFERÊNCIAS: SCALING (RENDIMENTO E CLASSIFICAÇÃO)

% desejado fabricante =  
((volume bruto – redução  
da classificação) /  
volume bruto) \* 100



# REFERÊNCIA; FÓRMULA DA SMALIAN ADOTADA PELO IBAMA

- $V = ((A1 + A2) / 2) * L$

- Onde:

- V - é o volume da tora em m<sup>3</sup>.

- A1 - é a área da extremidade menor da tora em m<sup>2</sup>.

- A2 - é área da extremidade maior da tora.

- L - é o comprimento da tora em metro (m).

# REFERÊNCIA: REGRA DE DOYLE – CUBAGEM DA TORA EM PÉS DE TÁBUA (MADEIRA SERRADA)

- $V ( FBM ) = 0,0476 * ( D - 1,5 ) * L$

- Onde:

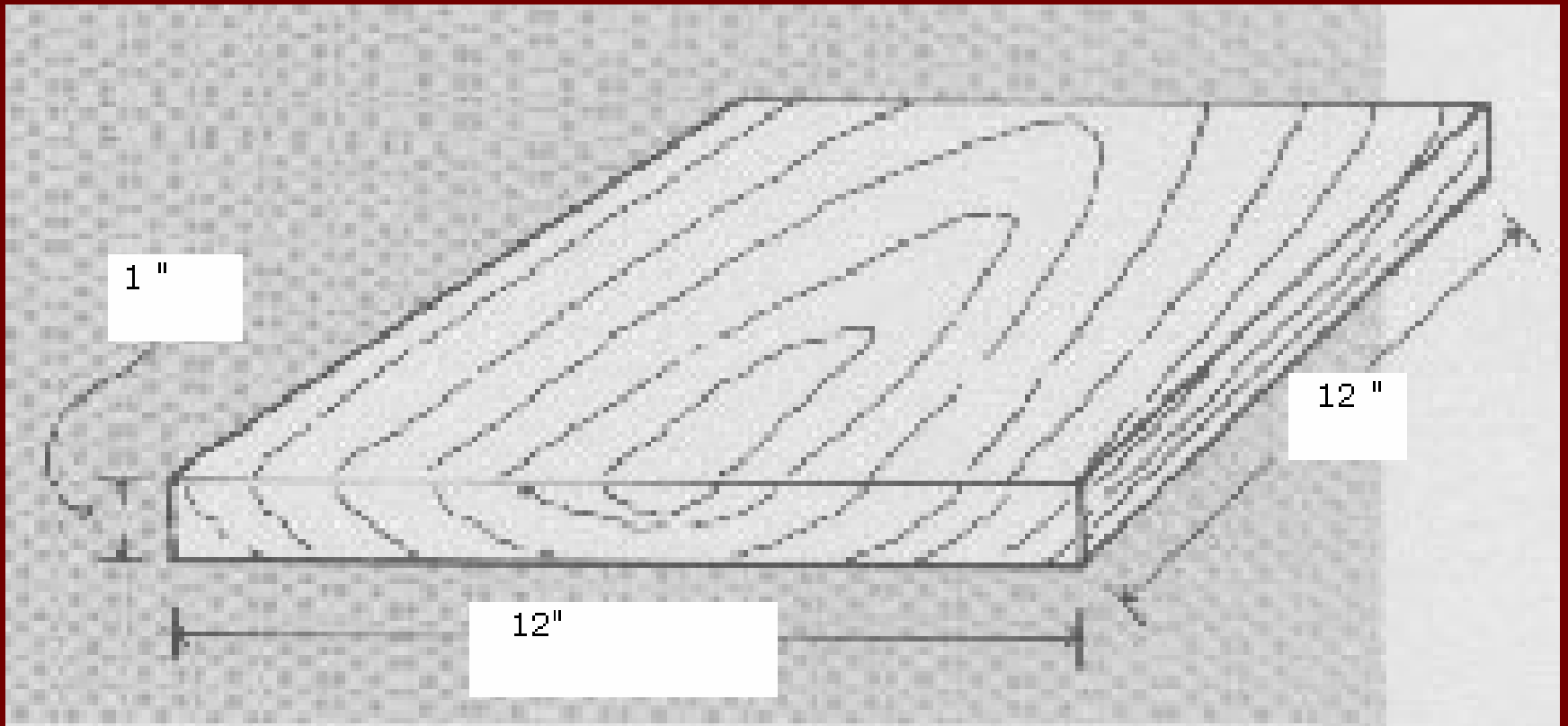
- $V ( FBM )$  - volume medido em pés de tábuas ( pé de tábuas ).

- $D$  - diâmetro da extremidade menor da tora em polegadas e,

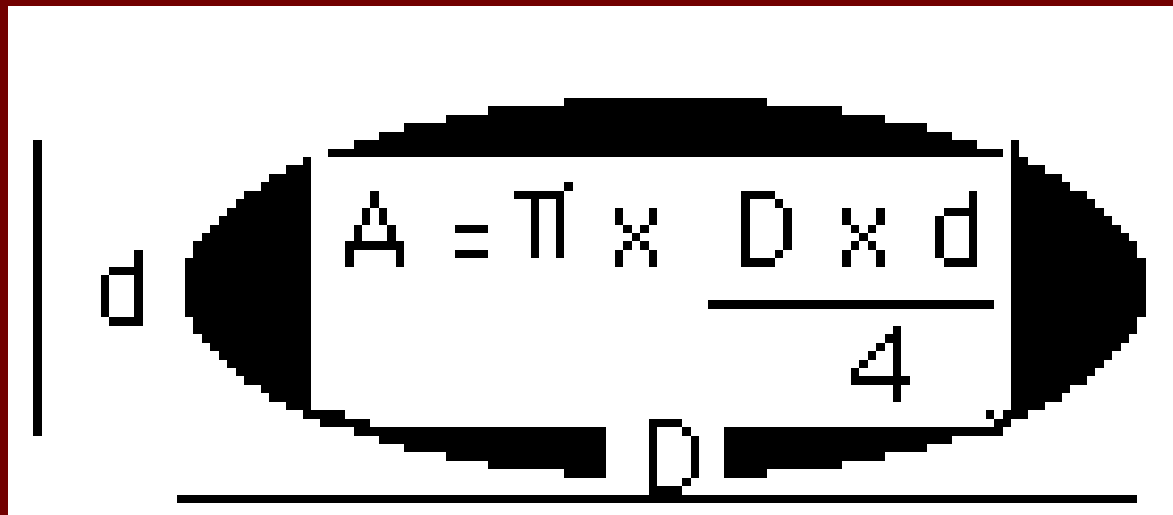
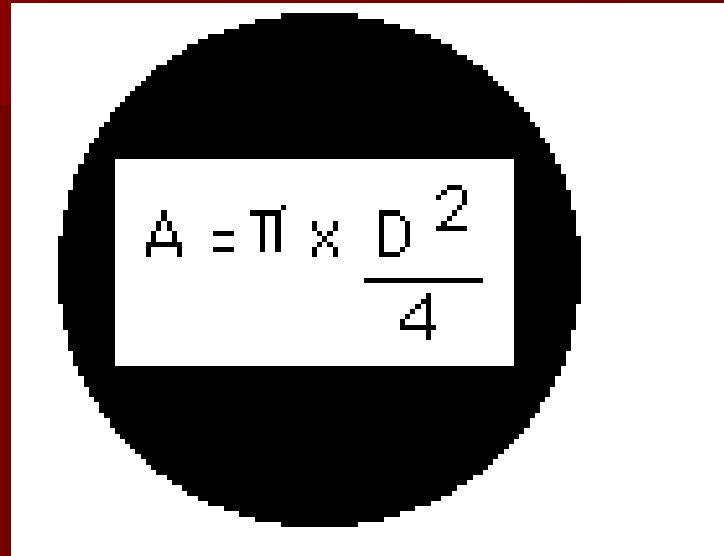
- $L$  - comprimento da tora em pés.



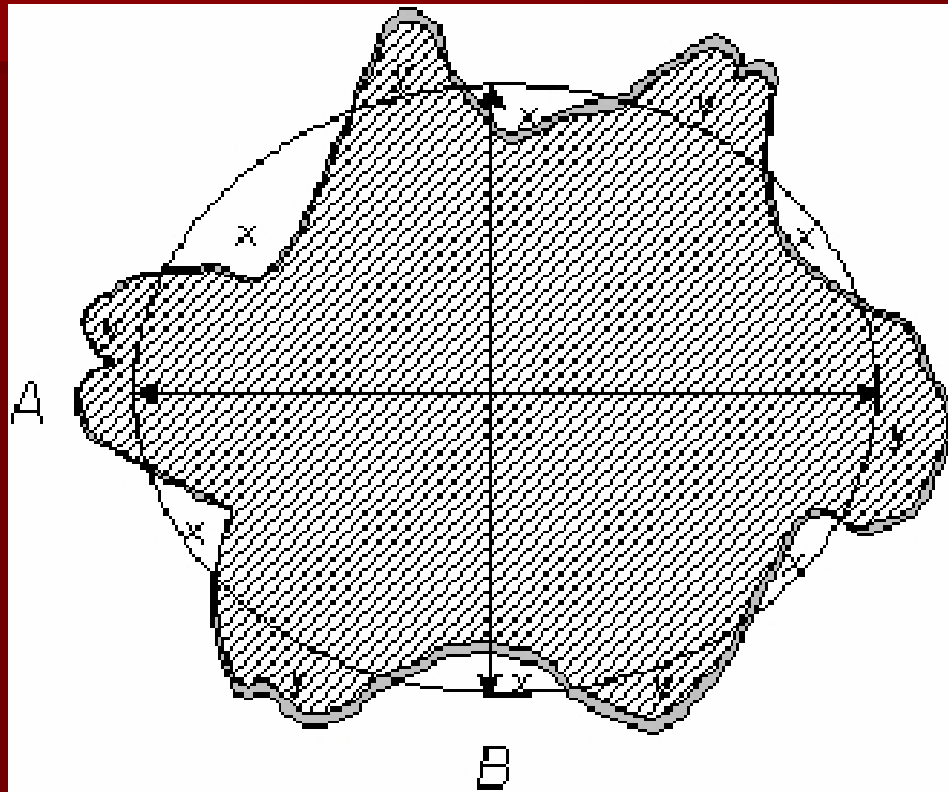
# REFERÊNCIA: PÉ DE TÁBUA - FBM



# REFERÊNCIAS: FORMAS DO TOPO

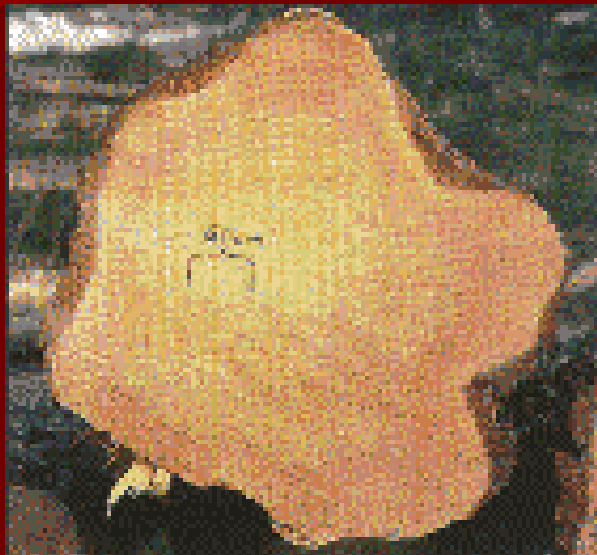


# REFERÊNCIA: FORMA IRREGULAR DO TOPO



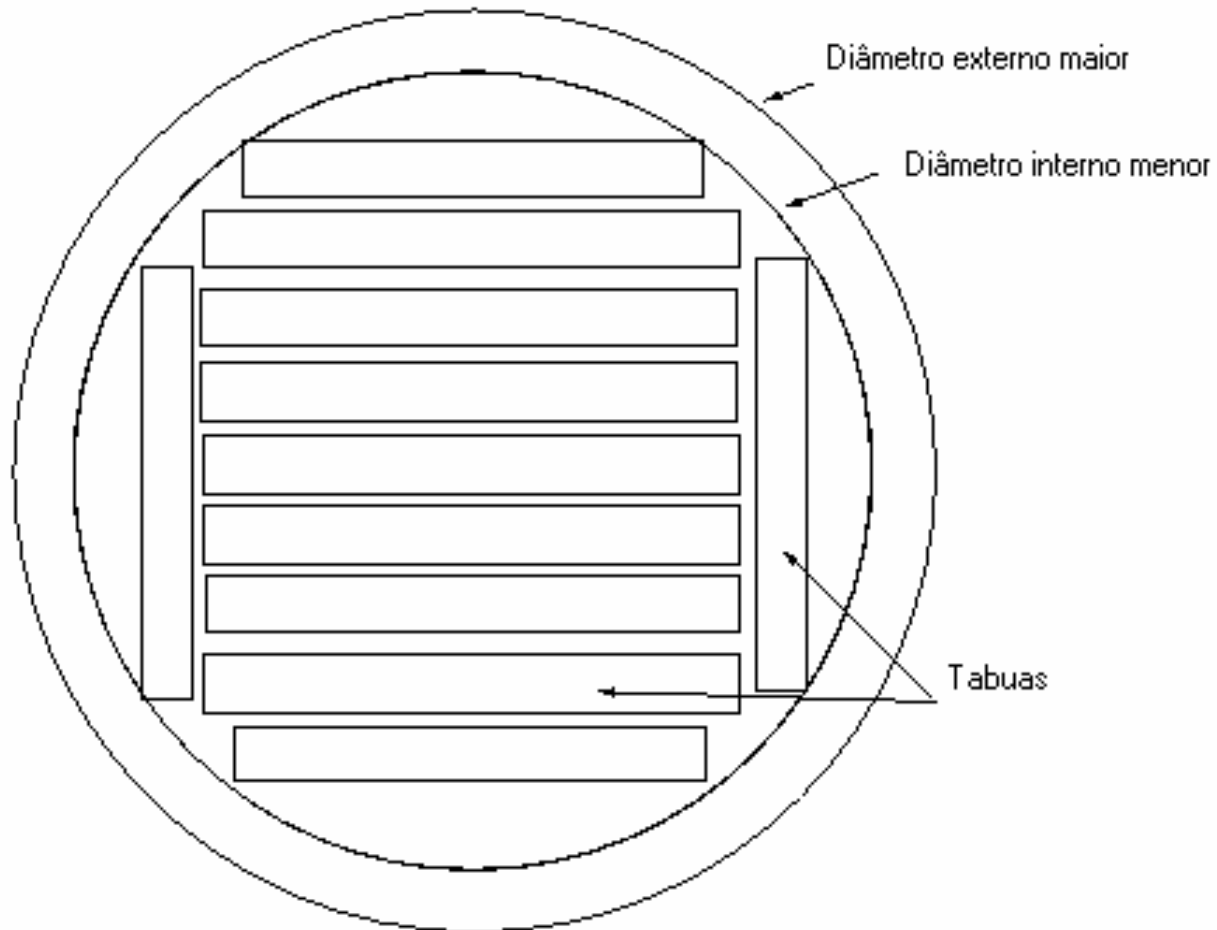
VAZIOS = PROTUBERÂNCIAS  
OU  
SOMA DAS ÁREAS DE X =  
SOMA DAS ÁREAS DE Y

# REFERÊNCIA: FOTOS DIÂMETRO

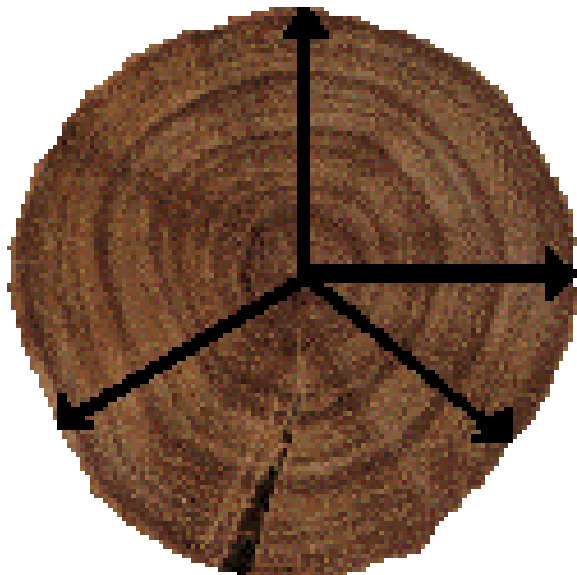


# REFERÊNCIAS: REGRA DE TORA

---



# REFERÊNCIA: MEDIDAS RAIO E DIÂMETRO DA TORA



Área da seção transversal (ST) de uma seção elíptica estimada de várias maneiras. As figuras estão baseadas em dois valores de diâmetro máximo (d1) e diâmetro mínimo (d2)

	d1=66 cm d2=60 cm	d1= 26 cm		d2=20 cm
Parâmetro	Fórmula	ST (m <sup>2</sup> )	Erro %	ST (m <sup>2</sup> ) Erro %
Circunferência	$ST=c^2/4\pi$	0,3121	+0,34	0,0414 +2,70
Média aritmética	$ST=\pi/16(d1+d2)^2$	0,31217	+0,23	0,0415 +1,72
Média geométrica	$ST=\pi/4(d1*d2)$	0,3110	+0	0,0408 +0
Média quadrática	$ST=\pi/8(d1^2+d2^2)$	0,3124	+0,45	0,0423 +3,68
Somente d1	$ST=\pi/4 d2^2$	0,2817	-9,09	0,0314 -23,04
Somente d2	$ST=\pi/4 d2^2$	0,2817	-9,09	0,314 -23,04

# QUOCIENTE DE FORMA (DMENOR / D MAIOR)

- 0.325 - 0.375 (35) sugere nieloide
- 0.475 - 0.525 (50) sugere conóide
- 0.675 - 0.725 (70) sugere parabolóide de 2nd grau
- 0.775 - 0.825 (80) sugere parabolóide de 3rd grau



# Valores de b da equação geral de volume $Y=k*x^b$

Forma	Valor de b	Fórmula
Cilindro	0	$Y^2=kx$ , onde $y=k$
3 grau parabolóide	$2/3$	$Y^2=kx^{2/3}$ ou $y^3=kx$ e $y=kx^{1/3}$
2 graus (quadrática) parabolóide	1	$Y^2=kx$ e, $y=kx^{1/2}$
Conóide	2	$Y^2=kx^2$ e, $y=kx$
Nilóide	3	$Y^2=kx^3$ e, $y=kx^{3/2}$

**Tabela 4.3 - Efeito da distância da seção no erro da estimativa de volume utilizando varias fórmulas.**

Fórmula	Material	Comprimento da seção (m)	Erro %	Referência
Huber	tora	1,2	-3,5	1
		4,9	-3,6 a -5,1	
Huber	arvore	1,2	-0,4	2
		3,0	-2,0	
		6,1	-2,9	
Smalian	tora	1,2	-4,6	1
		4,9	+8,7 tp +10	
Smalian	arvore	0,9	Descartado	5
		1,2	+1,5	2
		1,6	Descartado	5
		3,0	+6,1	2
		5,0	8+	4
		6,1	+14,7	2
Newton	arvore	1,2	+0,2	2
		6,1	+3,0	2

## Fatores de conversão de unidades de medida

Unidade	Metro cúbico	Pé cúbico	Boadr foot (pé tábua)
Metro cúbico	1	35,315	423,8
Pé cúbico	0,02832	1	12
Board foot (pé tábua)	0,00236	0,08333	1

# REFERÊNCIA: MEDIDAS

- um pé de tábua = 144 polegadas cúbicas = 0,002359737216 m<sup>3</sup>
- um pé de tábua = 12" x 12" x 1 = 144 polegadas cúbicas ou
- um pé de tábua = 0,348 m x 0,348 m x 0,0254 m
- um pé de tábua = 3" x 4" x 12" = 2" x 6" x 12" = qualquer combinação de espessura que dê 144 polegadas cúbicas.



## Volume da árvore em pés de tábua – Regra de Doyle\*

Classe de Forma 78

Altura mercantil em número de toras de 16 pés

DAP** (pol.)	1	1-1/2	2	2-1/2	3	3-1/2	4	4-1/2	5	5-1/2	6
	Volume em pés de tábua										
10	14	17	20	21	22						
11	22	27	32	35	38						
12	29	36	43	48	53	54	56				
13	38	48	59	66	73	76	80				
14	48	62	75	84	93	98	103				
15	60	78	96	108	121	128	136				
16	72	94	116	132	149	160	170				
17	86	113	140	161	182	196	209				
18	100	132	164	190	215	232	248				
19	118	156	195	225	256	276	297				
20	135	180	225	261	297	322	346	364	383		
21	154	207	260	302	344	374	404	428	452		
22	174	234	295	344	392	427	462	492	521		
23	195	264	332	388	444	483	522	558	594		
24	216	293	370	433	496	539	582	625	668		

(\*\*)DAP Diâmetro à altura do peito ( ou diâmetro na ponta grossa de tora no pátio)

(\*)Fonte: William, David L. and William C. Hopkins, Converting Factors for Southern Pine Products, Louisiana Agricultural Experiment Station Bulletin No. 626, 1968.

**Volume da árvore em pés de tábua – Regra Internacional de ¼ e polegada\*. Volume bruto das árvores, pela escala de toras de Scribner**

Classe de Forma de 78

Altura mercantil em número de toras de 16 pés

DAP* * (pol.)	1	1-1/2	2	2-1/2	3	3-1/2	4	4-1/2	5	5-1/2	6
---------------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---

Volume em pés de tábua

10	28	36	44	48	52						
11	38	49	60	67	74						
12	47	61	75	85	95	100	106				
13	58	76	94	107	120	128	136				
14	69	92	114	130	146	156	166				
15	82	109	136	157	178	192	206				
16	95	127	159	185	211	229	247				
17	109	146	184	215	246	268	289				
18	123	166	209	244	280	306	331				
19	140	190	240	281	322	352	382				
20	157	214	270	317	364	398	432	459	486		
21	176	240	304	358	411	450	490	523	556		
22	194	266	338	398	458	504	549	588	626		

(\*\*)DAP Diâmetro à altura do peito ( ou diâmetro na ponta grossa de tora no pátio)

(\*)Fonte: William, David L. and William C. Hopkins, Converting Factors for Southern Pine Products, Louisiana Agricultural Experiment Station Bulletin No. 626, 1968.



# REFERÊNCIA: Regra de toras de Doyle

- Possui um grande uso e, é uma das regras de toras mais antigas. A regra foi desenvolvida por Edward Doyle em 1825. A regra estabelece:
- *Deduzindo 4 polegadas do diâmetro de uma tora DMENOR, em polegadas, para costaneiras, esquadrejando um quarto do remanescente e, multiplicando-se pelo comprimento da tora CTOREAL em pés.*

# Isto equivale a esquadrear a tora e calcular os pés de tábuas.

- Doyle assumiu 25 % de redução para a largura da tora e lascas. A regra pode ser estabelecida como na EQUAÇÃO:
- $$VDOYLE = (((DMENORPL - 4)^2)/12) * CTOREALPES * 12 * (1 - 0,25) =$$
- $$VDOYLE = ((DMENORPL - 4)/4)^2 * CTOREALPES$$
- Onde:
- VDOYLE = é o volume em pés de tábuas
- DMENORPL = é o diâmetro na extremidade menor em polegadas
- CTOREALPES = é o comprimento da tora em pés.



# REGRA DE DOYLE; PROPRIEDADES CONHECIDAS

- A fórmula é muito simples
- A regra funciona melhor para toras entre 26 e 36 polegadas de diâmetro.
- As toras grandes produzem subestimativas.
- As toras pequenas produzem subestimativas.

# Regra internacional de toras

- Uma das regras de toras matemáticas mais precisas foi proposta por J. F. Clark (1906).
- A regra de toras foi desenvolvida para seções de toras de 4 pés.
- Ela assume  $\frac{1}{8}$  de polegada para a largura para o corte da serra e  $\frac{1}{16}$  de polegada de lascas.
- Clark sugere  $\frac{1}{2}$  polegada de afunilamento por seções de tora de 4 pés

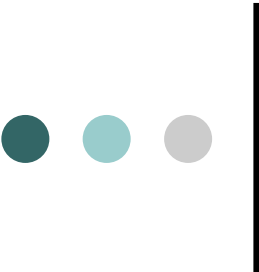


# Regra internacional – EQUAÇÕES DE CLARK

- $VINTER4$  (toras de 4 pés) =  $0,22 * (DMENORPL)^2 - 0,71 * (DMENORPL)$
- $VINTER8$  (toras de 8 pés) =  $0,44 * (DMENORPL)^2 - 1,20 * (DMENORPL) - 0,30$
- $VINTER12$  (toras de 12 pés) =  $0,66 * (DMENORPL)^2 - 1,47 * (DMENORPL) - 0,79$
- $VINTER16$  (toras de 16 pés) =  $0,88 * (DMENORPL)^2 - 1,52 * (DMENORPL) - 1,36$
- $VINTER20$  (toras de 20 pés) =  $1,10 * (DMENORPL)^2 - 1,35 * (DMENORPL) - 1,90$
- Clark sugere que as toras maiores que 20 pés sejam medidas como múltiplas de um destes comprimentos.

# Estatística descritiva cubagem em board foot

	Média	Mediana	Soma	Mínimo	Maxi	Desv. Padr.
• DMENORPL	25,74	24,40	13646	12,99	53,54	6,85
• DMAIORPL	29,45	27,55	15610	16,53	61,41	7,40
• DMEDIOPL	27,60	26,18	14628	16,33	56,69	7,00
• CREALPES	20,69	19,84	10965	6,72	36,58	5,91
• VDOYLE	660,63	527,54	350137	95,83	3557,5	477,09
• VIPTFBM	1088,5	910,79	576943	178,32	4573,54	658,26
• VIPTCAM3	2,56	2,14	1361	0,42	10,79	1,553504
• VCAM3	1,45	1,19	769	0,25	7,07	0,954416
• VSCRIBNE	643,20	531,22	340897	110,99	3131,8	422,9121



# Transformação da cubagem em board foot para metros cúbicos

	Média	Fator transf.	Média m3	Soma FB	Soma m3
VDOYLE	660,63	0,00236	1,5591	350137	826,32
VSCRIBNE	643,20	0,00236	1,5179	340897	804,51



# FREQÜÊNCIA DOS DEFEITOS DA TORA

○ Defeito	Freqüência
○ trincada	83
○ boa	240
○ oca	43
○ podre	36
○ rachada	109
○ torta	16
○ cupim	3
○ <b>Total</b>	<b>530</b>

# Freqüência de toras por classe

• Classificação da tora	Freqüência
• I II	1
• I III	10
• II I	45
• II II	124
• II III	71
• III I	54
• III II	157
• III III	53
• IV	15
• <b>Total</b>	<b>530</b>

# Frequência por classe do quociente de forma (QFORMA)

Intervalos	Count	Acumul. Percentual	Acumul. Percent
,563123<x<=,608306	1	1	,18
,608306<x<=,653489	1	2	,37
,653490<x<=,698673	9	11	2,07
,698673<x<=,743856	30	41	7,73
,743857<x<=,789040	50	91	17,16
,789040<x<=,834223	62	153	28,86
,834224<x<=,879407	93	246	46,41
,879407<x<=,924591	118	364	68,67
,924591<x<=,969774	93	457	86,22
,969775<x<=1,01495	73	530	100,00
Missing	0	530	100,00

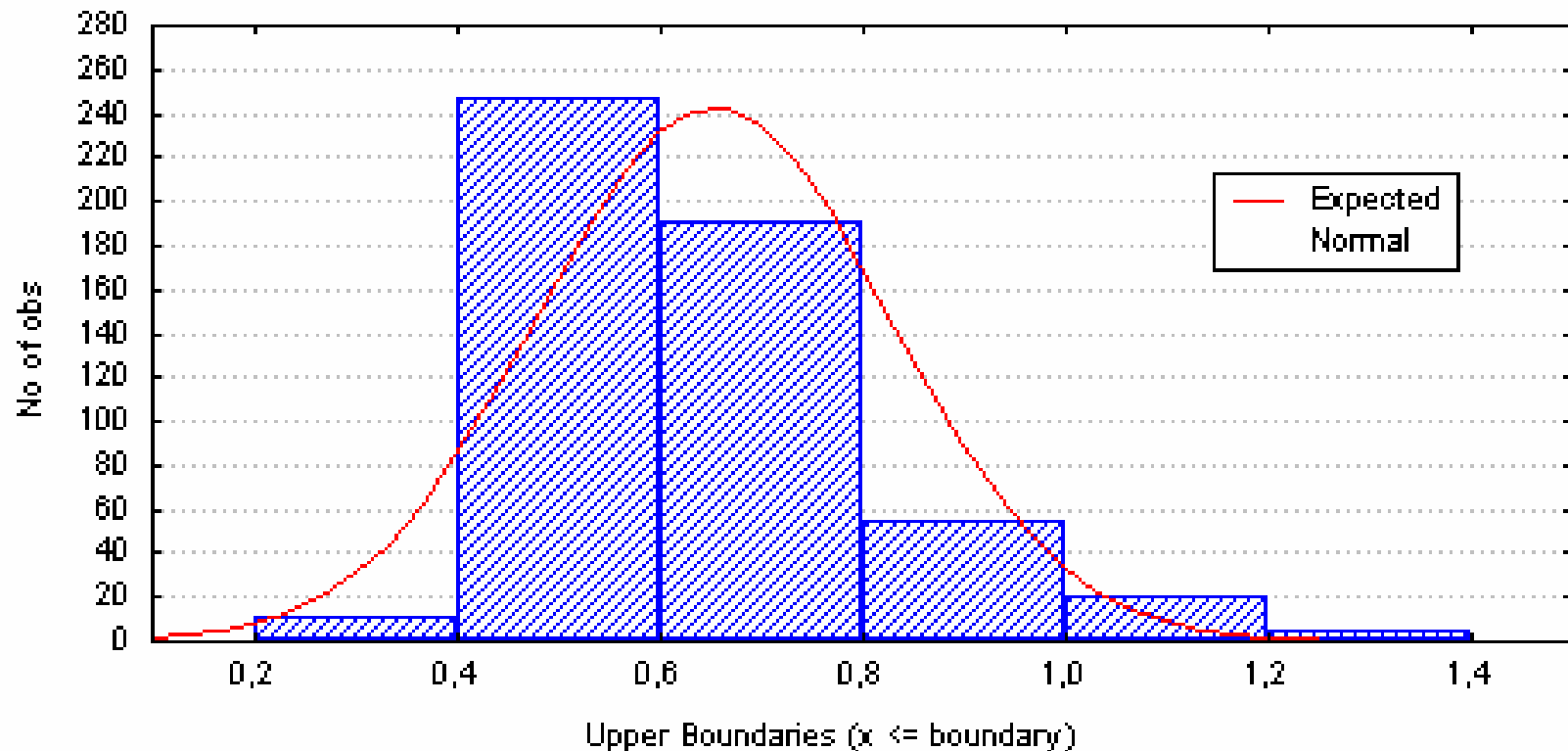


# RESULTADOS: HISTOGRAMA DO DIÂMETRO MENOR (DMENOR)

## HISTOGRAMA DMENOR

K-S  $d=,10920$ ,  $p<,01$  ; Lilliefors  $p<,01$

Shapiro-Wilk  $W=,92771$ ,  $p<,0000$

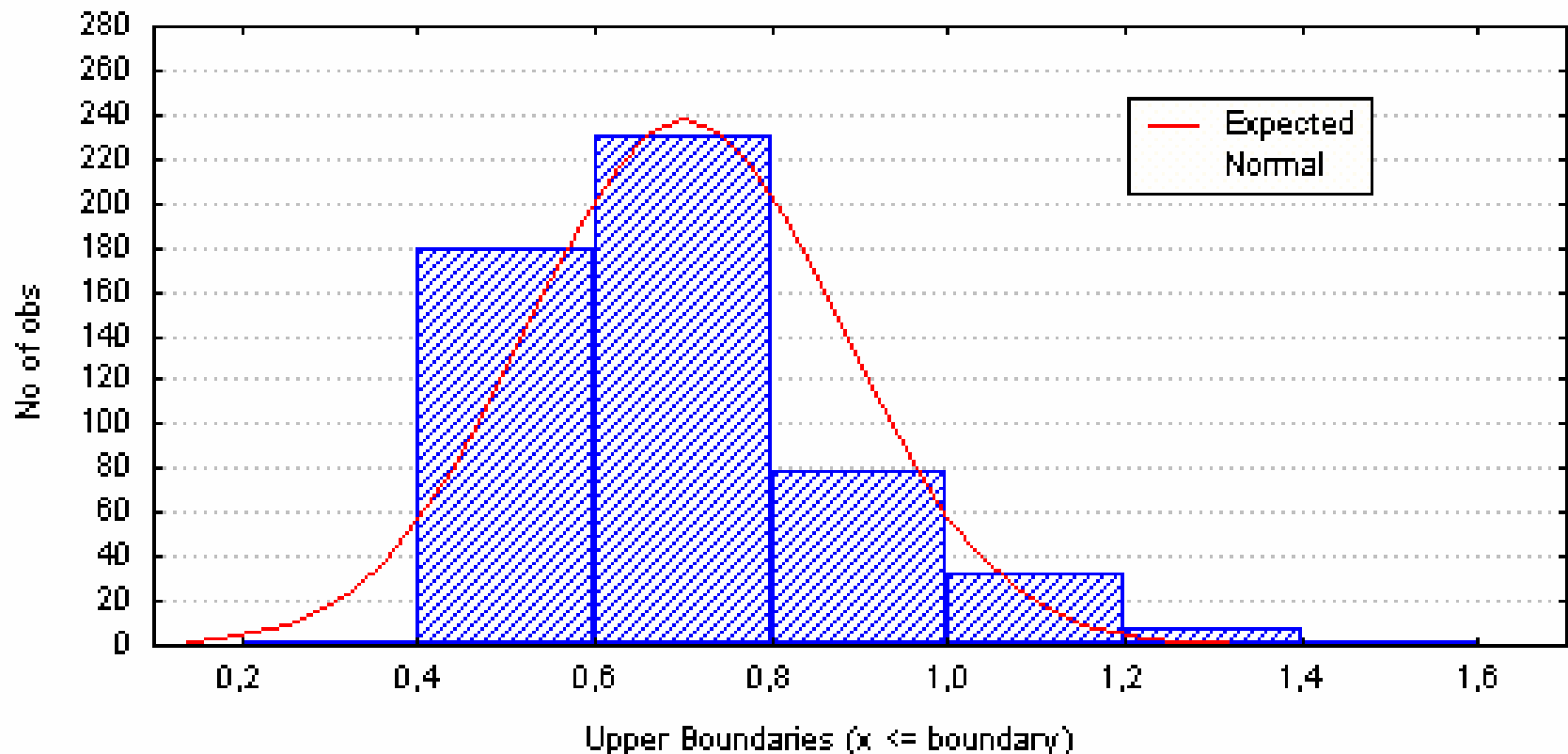


# RESULTADOS: HISTOGRAMA DO DIÂMETRO MÉDIO (DMÉDIO)

## HISTOGRAMA DMEDIO

K-S d=,08804, p<,01 ; Lilliefors p<,01

Shapiro-Wilk W=,92446, p<,0000

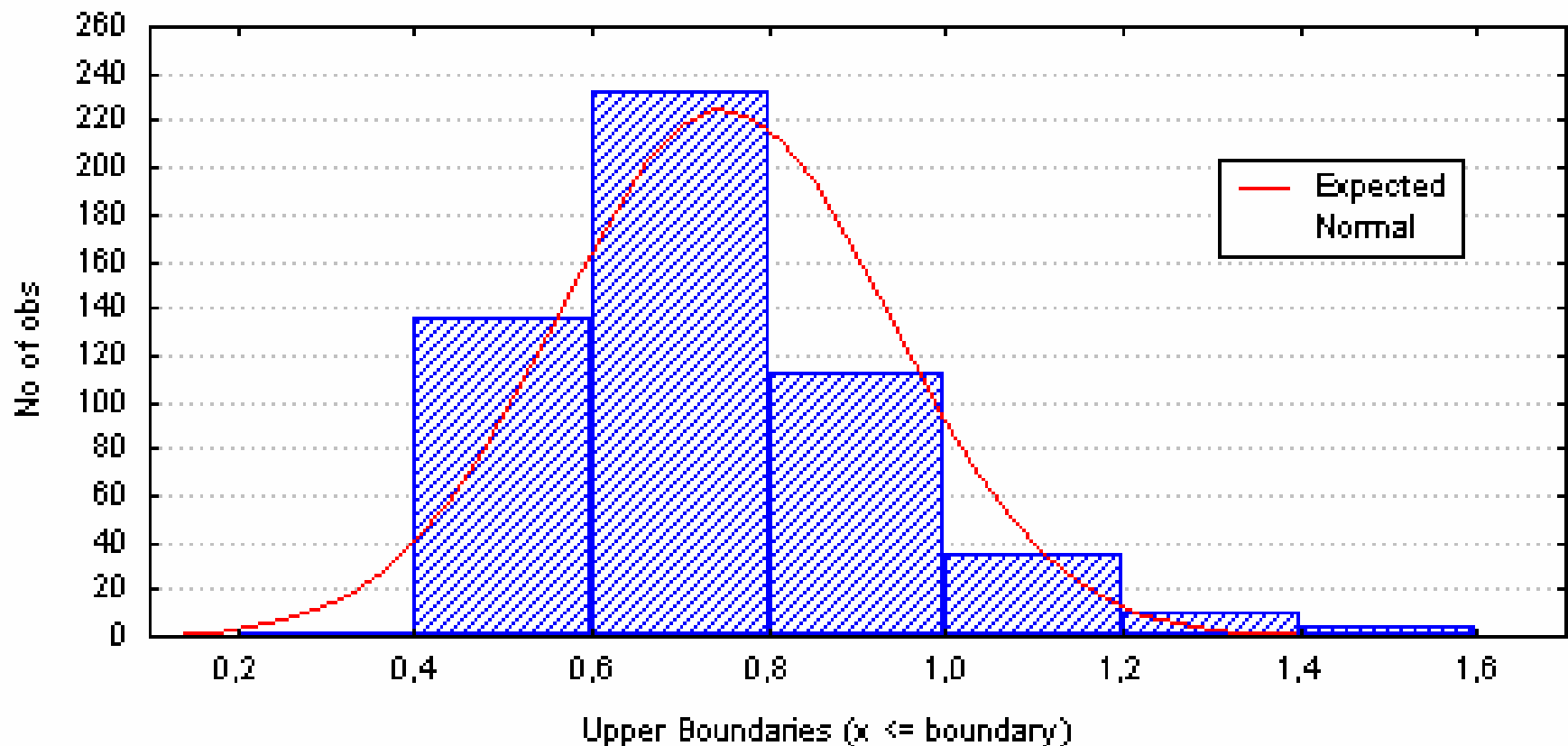


# RESULTADOS: HISTOGRAMA DO DIÂMETRO MAIOR (DMAIOR)

## HISTOGRAMA DMAIOR

K-S  $d=,10478$ ,  $p<,01$  ; Lilliefors  $p<,01$

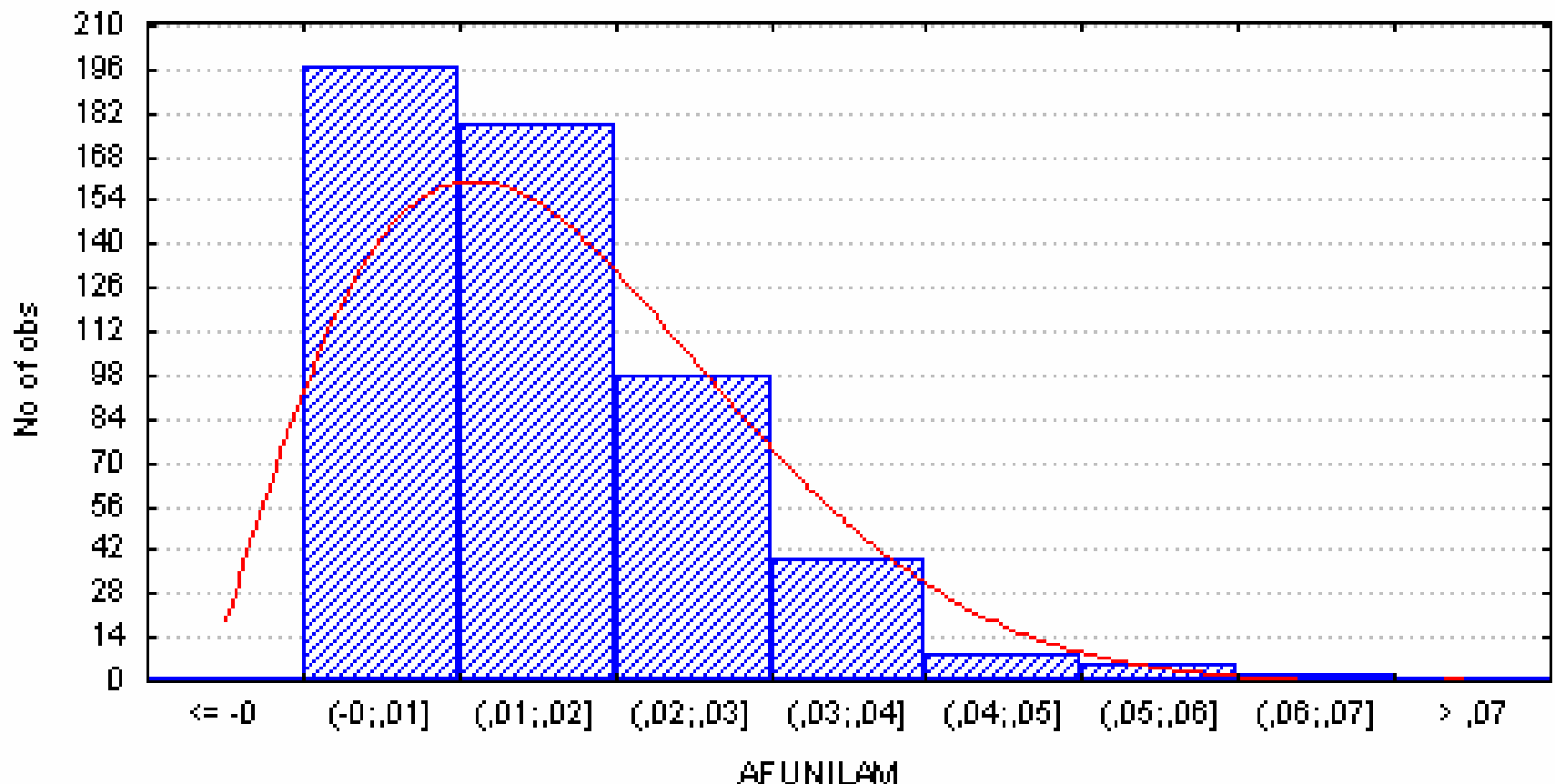
Shapiro-Wilk  $W=,92597$ ,  $p<,0000$



# RESULTADOS: HISTOGRAMA DO AFUNILAMENTO (AFUNILAM)

HISTOGRAMA AFUNILAM

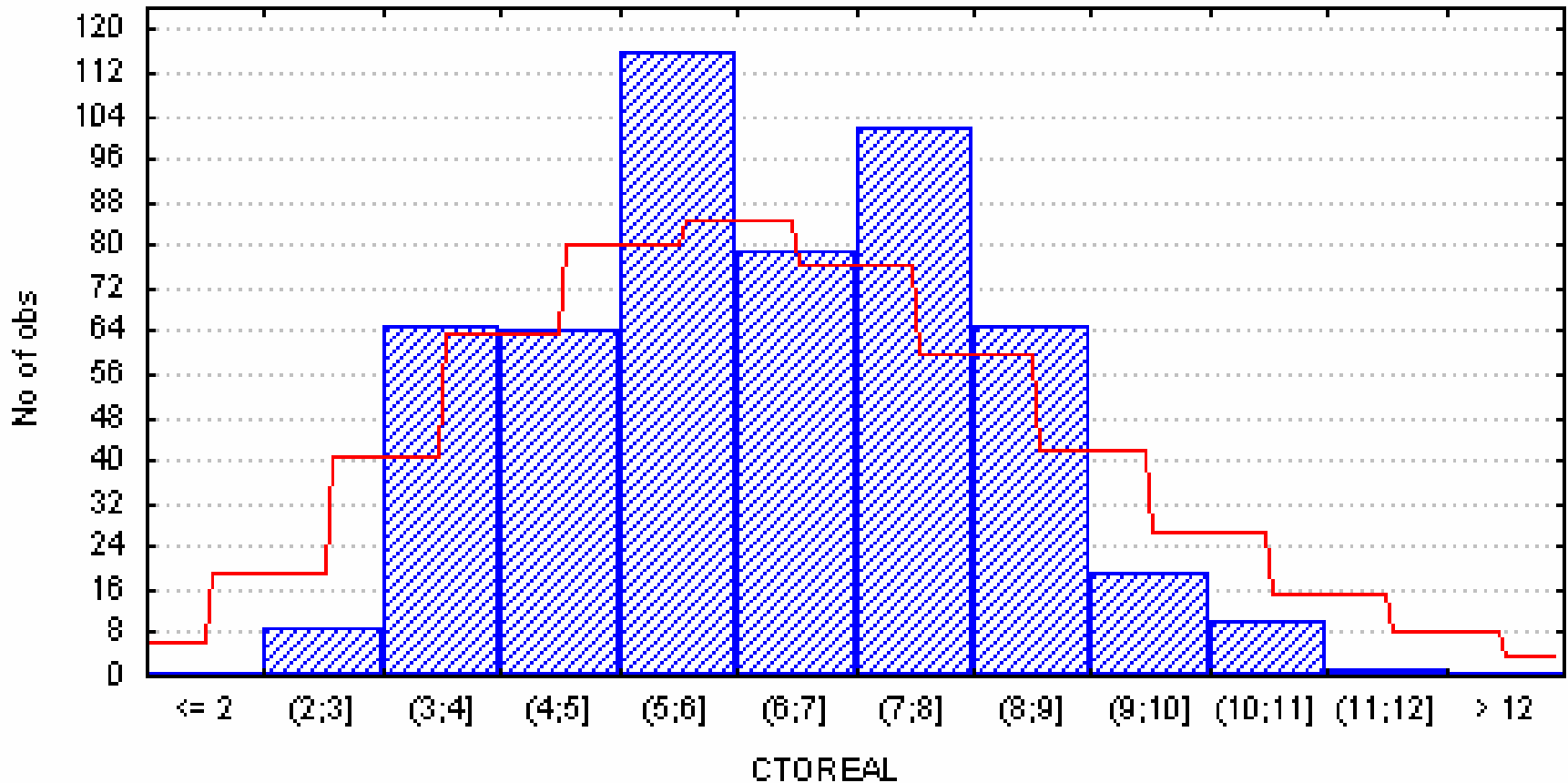
$y = \text{Distance Weighted Least Squares} + \text{eps}$



# RESULTADOS: HISTOGRAMA DO COMPRIMENTO REAL (CTOREAL)

HISTOGRAMA CTOREAL

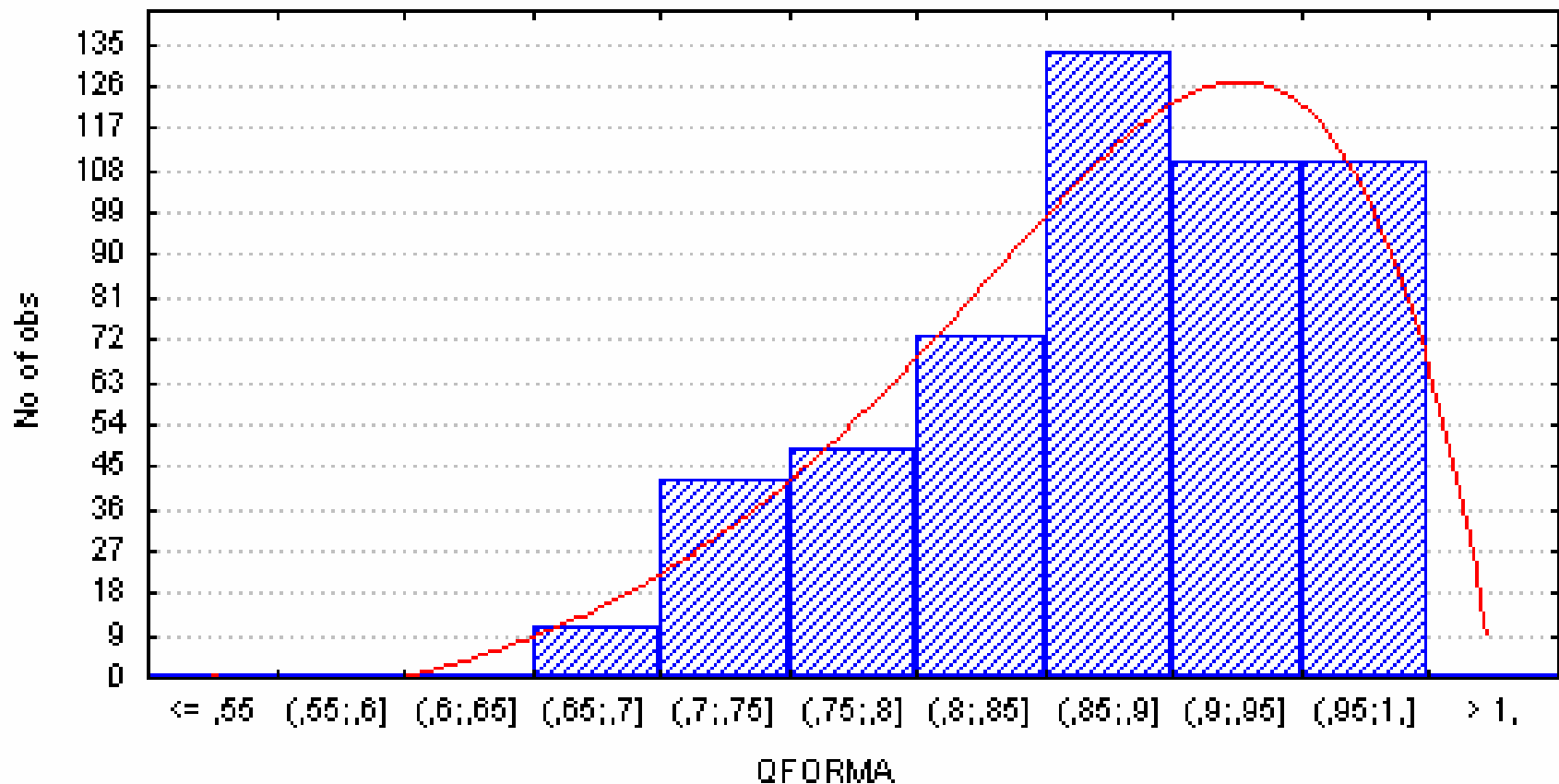
$$y = 530 * 1 * \text{poisson}(x; 6,30634)$$



# RESULTADOS:HISTOGRAMA DO QUOCIENTE DE FORMA (QFORMA)

## HISTOGRAMA QFORMA

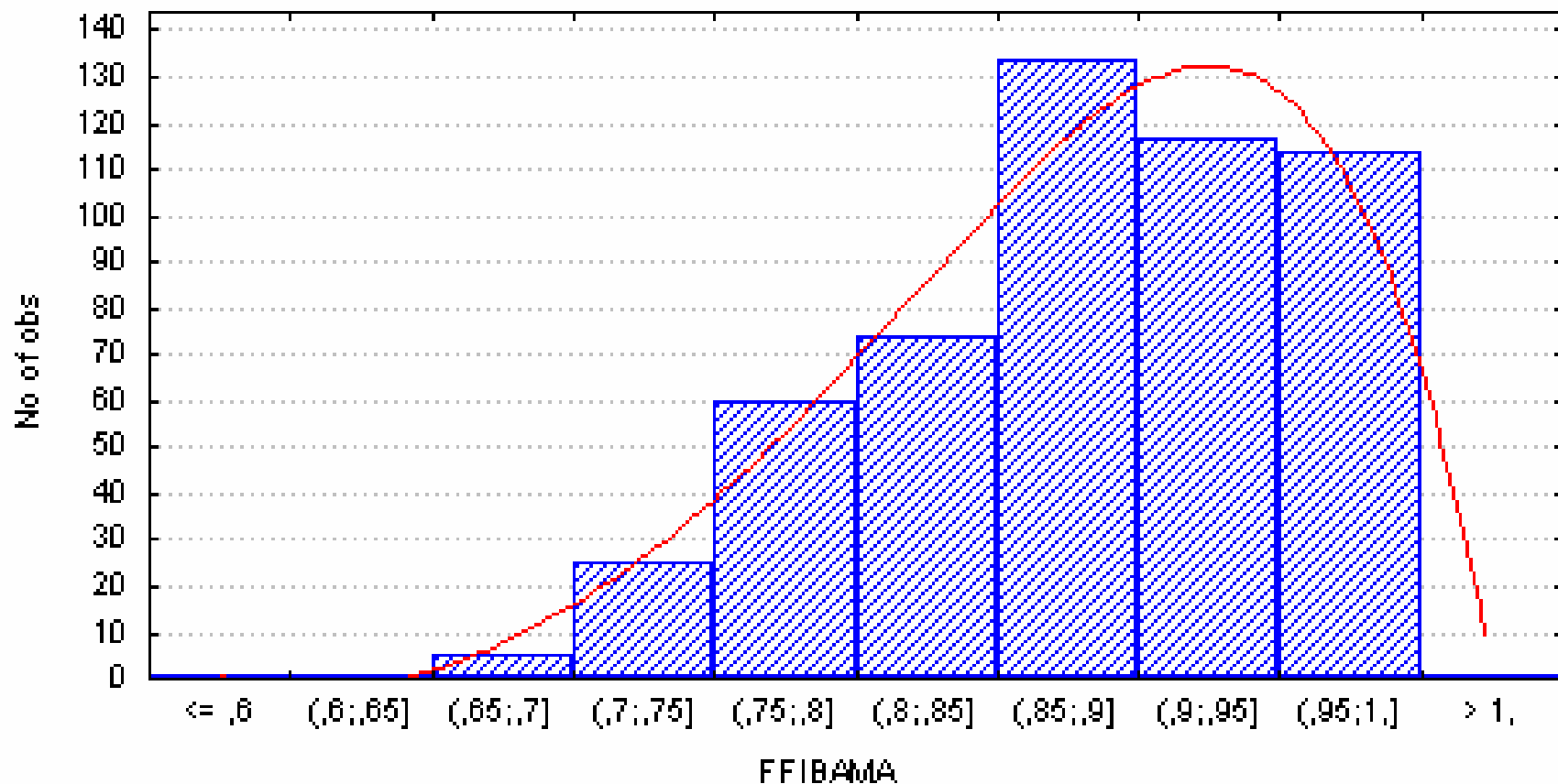
$$y=11597,1-84978,65x+2,489e5x^2-3,644e5x^3+2,664e5x^4-77435,55x^5+eps$$



# RESULTADOS: HISTOGRAMA DO FATOR DE FORMA DO IBAMA (SMALIAN)

## HISTOGRAMA FFIBAMA

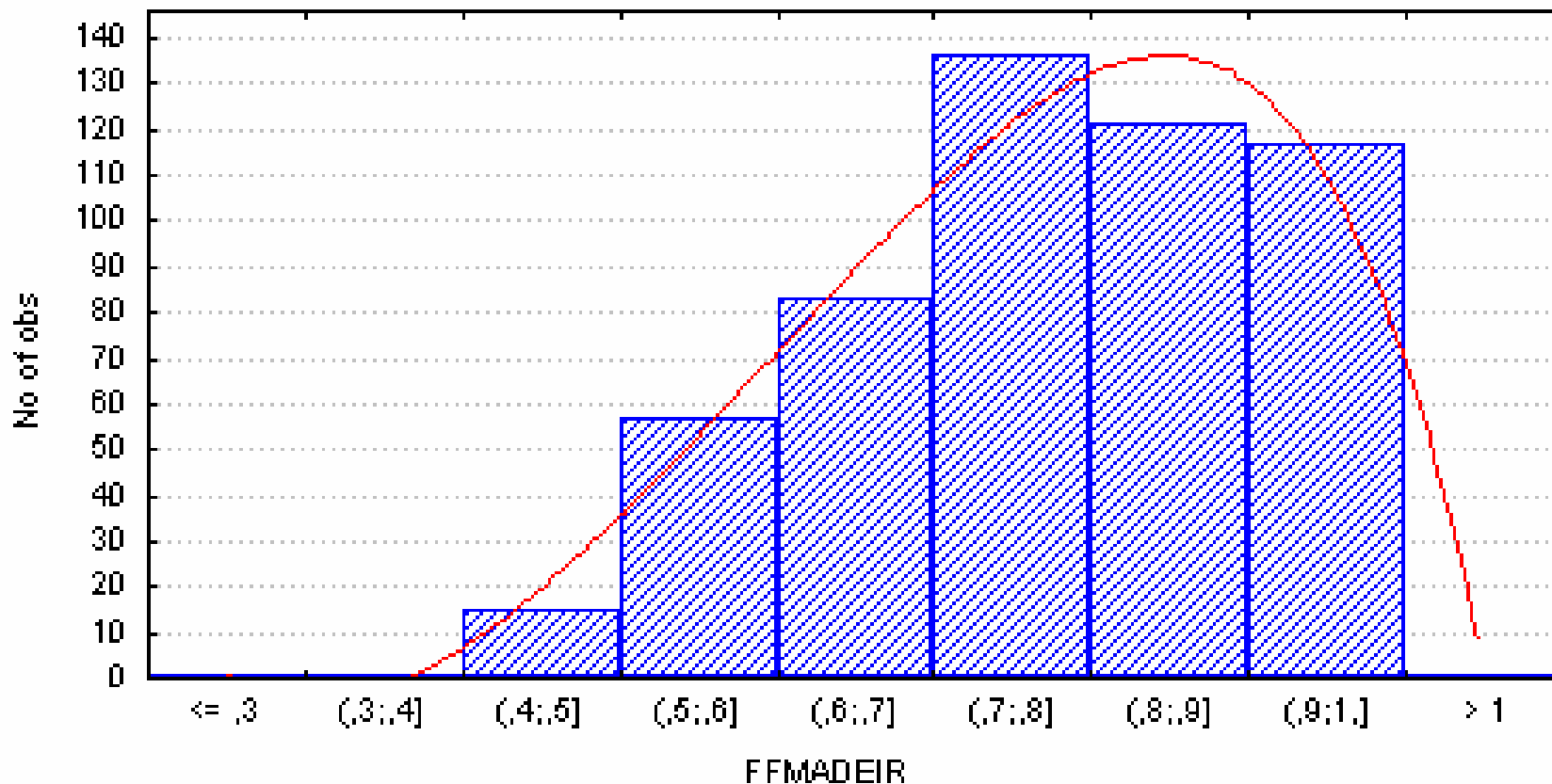
$$y = 13402,6 - 93156,05^*x + 2,618e5^*x^2 - 3,722e5^*x^3 + 2,669e5^*x^4 - 76717,35^*x^5 + \text{eps}$$



# RESULTADOS: HISTOGRAMA DO FATOR DE FORMA DO VOLUME DOS MADEIREIROS (FFMADEIR)

## HISTOGRAMA FFMADEIR

$$y = 322,368 - 2944,73x + 9665,756x^2 - 14978x^3 + 12522,63x^4 - 4519,25x^5 + \text{eps}$$

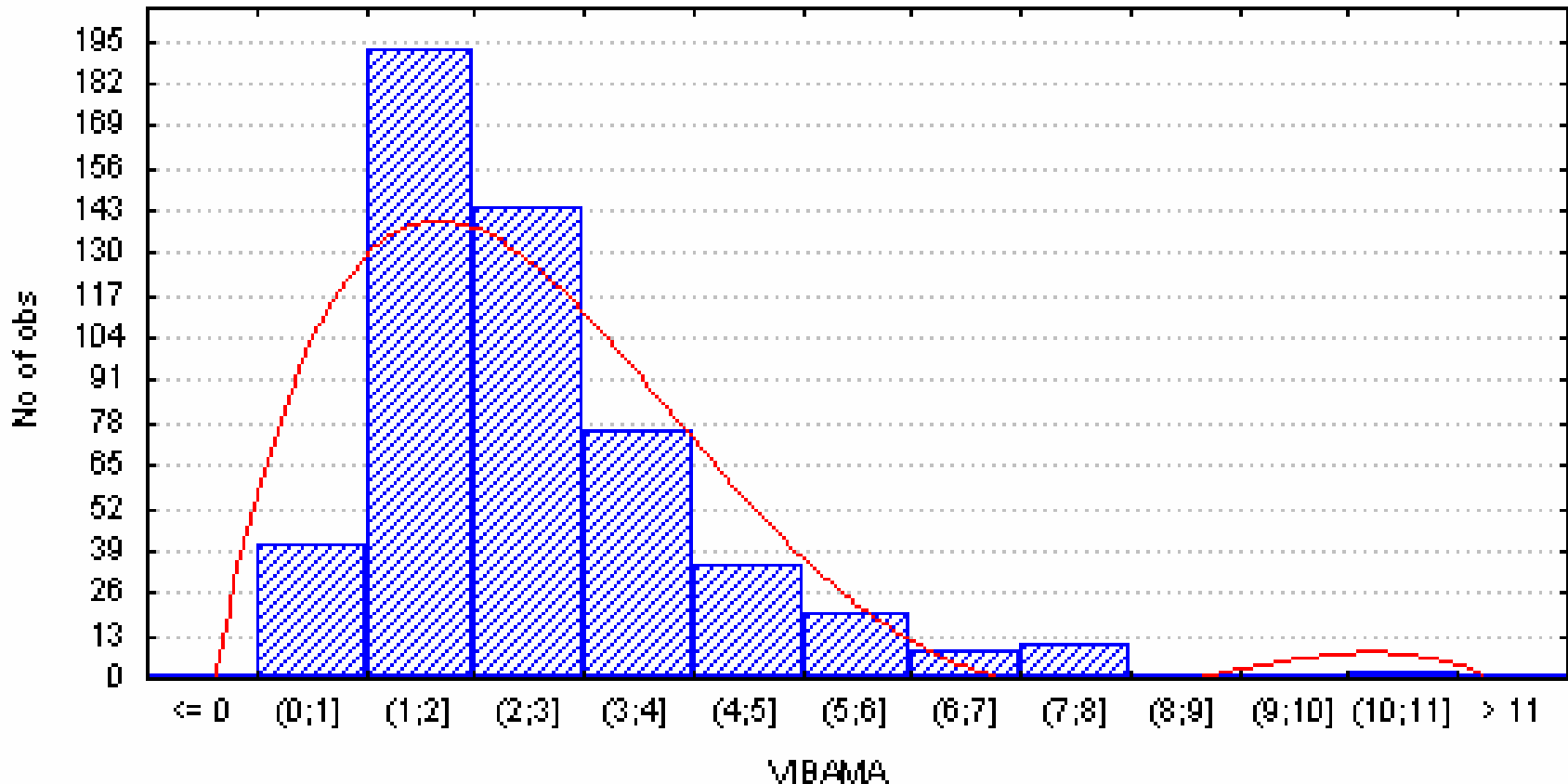




# RESULTADOS: HISTOGRAMA DO VOLUME DO IBAMA OU SMALIAN (VIBAMA)

## HISTOGRAMA VIBAMA

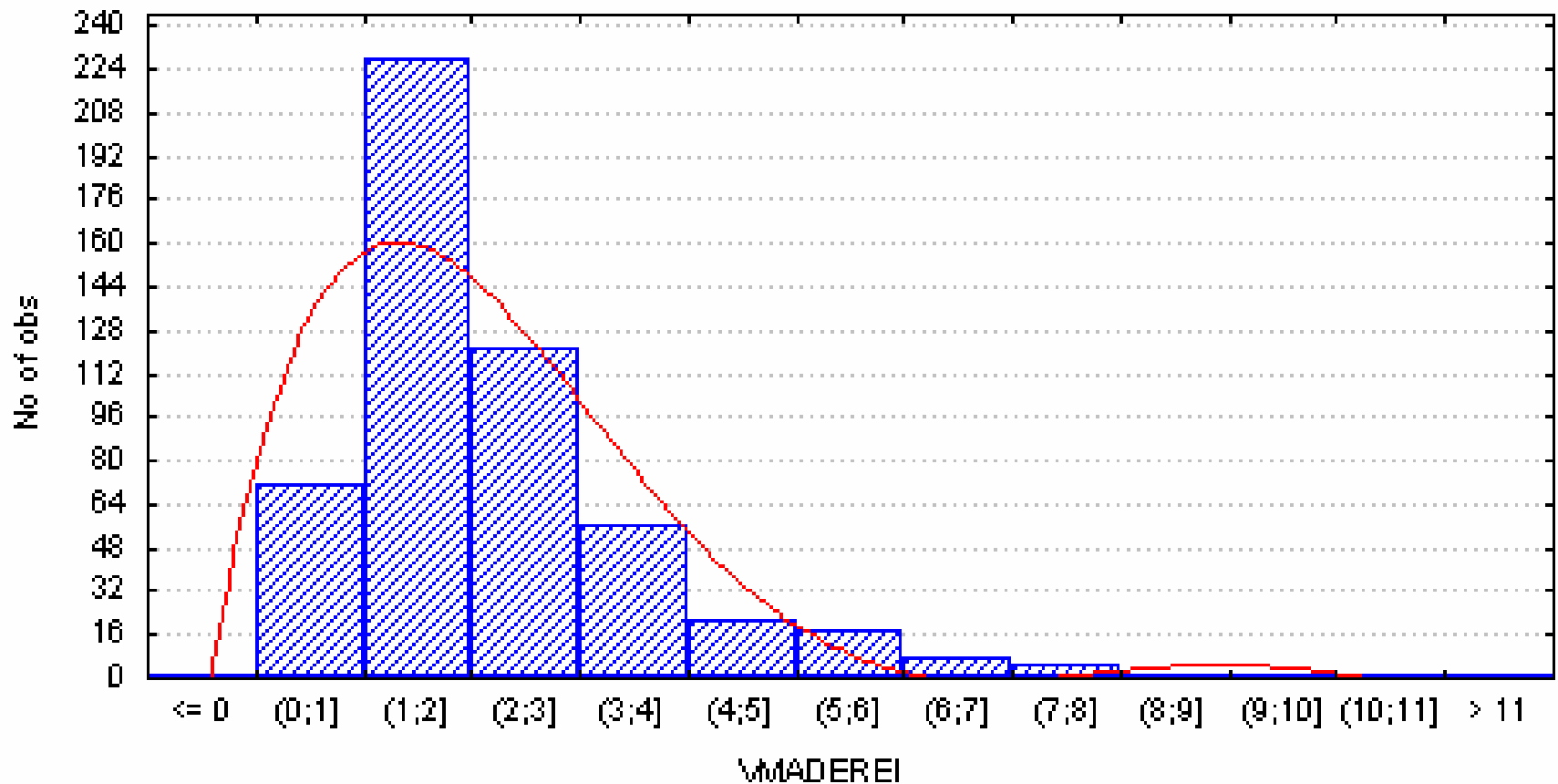
$$y=55,31+119,069x-52,407x^2+7,585x^3-0,447x^4+0,009x^5+eps$$



# RESULTADOS: HISTOGRAMA DO VOLUME DOS MADEIREIROS (VMUDEIR) – CONSIDERA DMENOR

## HISTOGRAMA VMUDEIR

$$y = 78,675 + 145,178x - 80,847x^2 + 14,876x^3 - 1,164x^4 + 0,033x^5 + \text{eps}$$

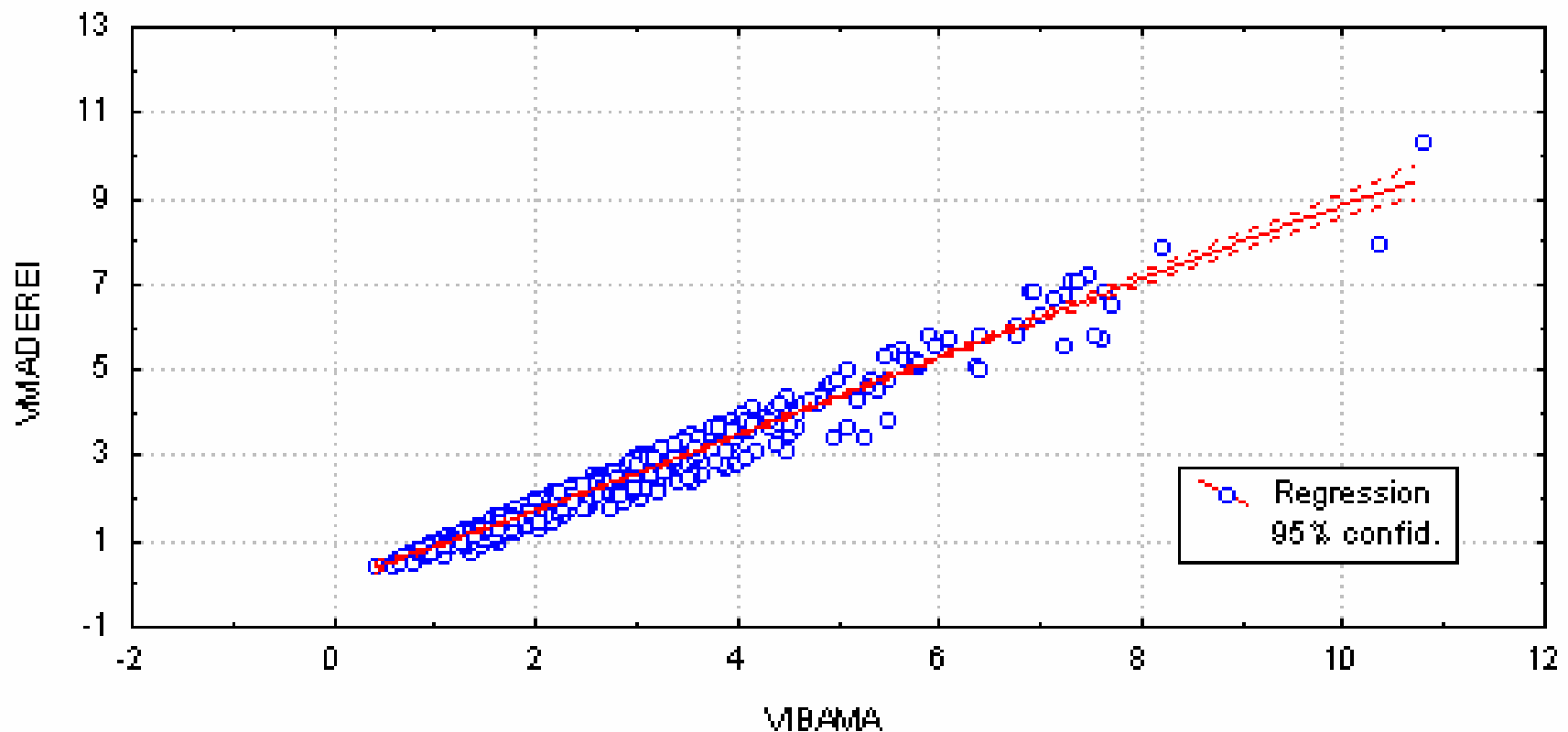


# RESULTADOS: SCATTERPLOT 2D VOLUME DO IBAMA E VOLUME DOS MADEIREIROS

SCATTERPLOT 2D VIBAMA vs. VMADEREI

$$VMADEREI = -,0311 + ,88213 * VIBAMA$$

Correlation:  $r = ,98211$



# RESULTADOS: VOLUMES DE 530 TORAS DE MOGNO

VOLUME CALCULADO PELO PROCESSO DO IBAMA (SMALIAN)	1361 m <sup>3</sup>
VOLUME CALCULADO PELO PROCESSO DOS MADEIREIROS	1184 m <sup>3</sup>
QUOCIENTE DE FORMA (DMENOR / DMAIOR)	0,874983
FATOR DE FORMA (V. CILINDRO DMÉDIO (VIBAMA) / V. CILINDRO DO DMAIOR)	0,880532
FATOR DE FORMA (V. C. DMENOR (VMADEREI) / VCILINDRO DO DMAIOR)	0,772161

# RESULTADOS CUBAGEM DE 530 TORAS - SANIDADE

- TRINCAS NOS TOPOS E NA SUPERFÍCIE DO CILINDRO
- TODAS AS TORAS JÁ PERDERAM A CASCA
- O ALBURNO (BRANCAL) ESTÁ MAIS DETERIORADO MAS O CERNE ESTÁ APARENTEMENTE BOM
- É INSIGNIFICANTE A PRESENÇA DE CUPINS, BROCAS E PODRIDÃO (3 + 36 = 39)
- DE MANEIRA GERAL A MADEIRA INDUSTRIAL ESTÁ APARENTEMENTE BOA

# RECOMENDAÇÃO

- UTILIZAR AS TORAS O MAIS RÁPIDO POSSÍVEL PARA SE EVITAR PERDAS POR ATAQUES DE FUNGOS, INSETOS E TRICAS DEVIDO AO SOL, CHUVA E UMIDADE

# CONCLUSÕES I

- DIVULGAR UM SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE TORAS PARA VALORIZAR A MADEIRA EM TORA E VIABILIZAR OS PLANOS DE MANEJO NA FLORESTA
- PROCEDER O INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO, COM O RESGATE DAS MEDIÇÕES DA MADEIRA EM TORA.
- DETERMINAR O VOLUME REAL DAS TORAS DE DIFERENTES ESPÉCIES
- É URGENTE A DETERMINAÇÃO DO ERRO DO VOLUME OBTIDO PELO MÉTODO DE SMALIAN (VIBAMA) PARA AS DIFERENTES ESPÉCIES DE MADEIRA COMERCIALIZADA.
- O MERCADO NÃO É HONESTO EM TERMOS DE MENSURAÇÃO FLORESTAL.



# CONCLUSÕES II

- RECOMENDA-SE ADOTAR O SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE TORAS
- DEVE-SE DE ESTUDAR MÉTODOS MAIS EXPEDITOS DE CÁLCULO DE VOLUMES COMO POR PESO E DE INSTRUMENTOS MODERNOS DE LEITURA ÓTICA POR LASER PARA MENSURAR O DIÂMETRO E O COMPRIMENTO DA TORA.
- OS PROCEDIMENTOS MAIS EXPEDITOS DE MEDIÇÃO DO VOLUME SE VIABILIZAM QUANDO SE CONHECE O ERRO DA MEDIÇÃO, DAÍ A IMPORTÂNCIA DA DETERMINAÇÃO DO VOLUME REAL DA TORA.



# CONCLUSÕES III

- A ADOÇÃO DA NORMA INTERNACIONAL PARA ESTIMAR O VOLUME DE MADEIRA SERRADA A PARTIR DA TORA PODERÁ SUBSTITUIR COM ÊXITO OS ATUAIS CÁLCULOS DE RENDIMENTO COM O FATOR 1,8 ADOTADO PELO IBAMA.

# GERSON HENRIQUE STERNADT

- Engenheiro Florestal (MS)
- IBAMA no Laboratório de Produtos Florestais
- SAIN Av. L-4 Lote 4 CEP 70818-900  
Brasília – DF
- Fone 0xx-613161532 – cel 99728202
- E-mail: [gerson@lpf.ibama.gov.br](mailto:gerson@lpf.ibama.gov.br)
- FIM