

INVENTÁRIO FLORESTAL INTENSIVO PARA OBTENÇÃO DE MEIOS E TABELAS AUXILIARES PARA ATIVIDADE FLORESTAL NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO*

Michael Prodram**

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit zeigt die Anwendungsmöglichkeit der forstlichen Inventurergebnisse als Grundlage der Forsteinrichtung.

1. INTRODUÇÃO

Uma exploração florestal pode ser planejada e executada segundo duas possibilidades:

a) A Floresta pode ser aproveitada através de corte raso, sem considerar os interesses paisagísticos, sem atender os Princípios de Rendimento Persistente e sem conservar o solo.

Neste caso pode a empresa conseguir elevadas rendas mas à custa da erosão e seca que causarão danos irreversíveis.

b) A Floresta pode ser explorada com implantação de infraestrutura permanente e o aproveitamento da madeira pode ser realizado através de planos de ordenamento observando a persistência. A população tem a chance de obter renda que elevaria o padrão de vida.

Semelhante pressuposto para exploração florestal, pode ser dado também para inventário florestal.

a) O inventário florestal pode ser realizado apenas para o propósito de exploração. Neste caso para o próximo inventário terão que ser levantados todos os dados novamente e as experiências adquiridas com os dados anteriores serão inúteis.

b) Os dados de um inventário poderiam ser, no entanto, avaliados de tal forma que os resultados sejam úteis para

todos os objetivos futuros da atividade florestal.

Eu gostaria hoje de explanar algumas idéias sobre o desenvolvimento dos cálculos de inventário florestal bem como as diversas possibilidades de avaliação.

2. DADOS A SEREM LEVANTADOS NUM INVENTÁRIO FLORESTAL

Nos projetos de inventário florestal comumente são feitos amostragem ou levantamentos estimativos (sampling inventories). Nestes casos são levantados de cada área de ensaios os seguintes dados ou unidades de amostra (última e unit):

a) Diâmetros, para cada espécie ou grupo de espécies. Tem-se então a distribuição das freqüências de diâmetros (Distribuição das freqüências em classes de diâmetro = frequency curve);

b) Alturas individuais das árvores para o cálculo de massa (= volume).

c) Para cada árvore amostrada (= árvores amostras) adicionalmente diâmetros em diferentes alturas segundo o princípio de cubagem em secções para cálculo de volume.

Ao mesmo tempo pode ser medido o diâmetro mínimo utilizável.

d) Danos e talhos de madeira para espécies valiosas (por exemplo: porções ôcas, ramificações etc...).

* Palestra proferida na Universidade Federal do Paraná.

** Professor Doutor e Doutor Honoris Causa da Universidade de Freiburg i. Br., República Federal da Alemanha.

e) O incremento através da broca de incremento ou outros meios para obtenção de crescimento.

f) Dados gerais sobre sítios e povca-mentos, que não serão tratados com profundidade nesta palestra.

Basicamente é pressuposto e também vantajoso que os levantamentos de campo sejam classificados em estratos (estratificação). Isto possibilita uma melhor avaliação "aposteriori" para diferentes pontos de vista. O agrupamento de dados individuais sempre impossibilita cálculos específicos "aposteriori".

Exemplo: Numa floresta são medidas dez unidades de amostras de 0,1 ha e foram calculados os seguintes volumes:

32m³
48m³
25m³
41m³
36m³
40m³
44m³

33m³
36m³
38m³

373m³/ha

Se forem somados todos os dados será registrado apenas o resultado final de 373, assim pode-se ter o volume por hectare mas não a variância. No entanto a variância é muito importante para avaliar o erro de amostragem.

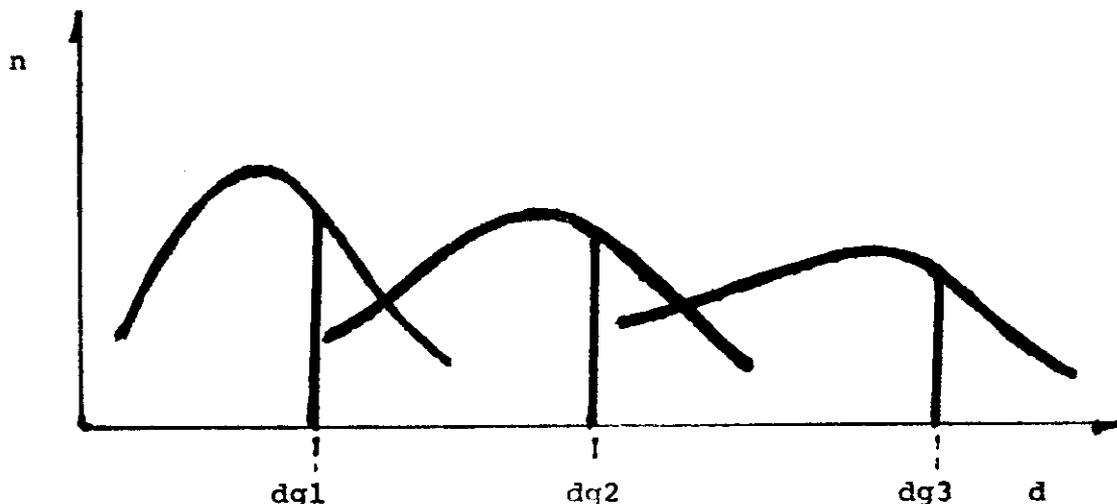
3. EXEMPLO DE AVALIAÇÃO INTENSIVA DE INVENTÁRIO FLORESTAL

3.1. Determinação de estrutura em florestas nativas

Inúmeras pesquisas têm comprovado que a distribuição de diâmetros de povoa-mentos florestais é regido por leis.

Assim temos em florestas equianeas do mundo inteiro (Reflorestamentos, Florestamentos, etc.) uma distribuição com vértices únicos.

Figura 1



Florestas naturais bem como florestas de freqüências decrescentes "plenter" ou "femel" — (francês: sapinières — futaies jardinées, inglês: selected forests) — demonstram uma distribuição hipérbolica decrescente.

PIERLOT constatou a mesma lei para florestas tropicais assim como BRUN para florestas na Província de Valdivia de Chile. Esta lei é válida para cada espécie ou grupo de espécies.

Eu gostaria de apresentar aqui os resultados de BRUN(2) que constam na tese defendida em Freiburg.

BRUN escolheu 225 áreas de ensaios típicas de 0,1 ha, de um levantamento representativo de "CORFO" (Corporacion de Fomento de la Produccion) 1952 na Provincia de Valdivia.

As diferentes espécies foram classificadas em escalas sociológicas e depois distribuídas em classes diamétricas conforme as espécies tolerantes e intolerantes quanto à luz.

Sem entrar em detalhes, apresento na tabela 1, exemplo de avaliação ecológica através de amostragem.

TABELA 1

PRESENÇA AGRUPADA DE ESPÉCIES

Tipo: PRESENÇA AGRUPADA EM PERCENTAGEM COM:

	Ar	Le	Ra	Ro	Co	Te	Ol	Ma
Ar = Araucaria	—	100	0	0	0	0	0	0
Le = Lenga	75	—	0	0	25	0	0	0
Ra = Rauli	0	12	—	8	98	45	1	26
Ro = Roble	0	0	19	—	52	55	46	0
Co = Coigue	0	15	34	4	—	44	3	36
Te = Tapa	0	0	8	12	62	—	16	42
Ol = Olivillo	0	0	6	30	29	60	—	15
Ma = Manio	0	0	18	0	46	93	14	—
Ul = Ulmo	0	0	0	64	6	27	60	29
Ti = Tinlo	0	0	11	20	14	27	44	21
Tr = Trevo	0	0	3	8	12	29	11	7

Para cada tipo florestal foram construídas através dos dados de área de ensaio a distribuição da frequência diamétrica para espécies tolerantes e intolerantes.

Para a floresta de "Ulmo" foi calculada a regressão de frequência total:

$$y_a = \frac{26,72}{x} - 25,84$$

(y_a = número de árvores/ha, x = classe de diâmetro a altura do peito em m).

Os resultados são apresentados na tabela 2, onde y = número de árvores reais, y_a = número de árvores calculadas.

TABELA 2

X	Y	Y _a
0,15	153	153
25	77	81
35	54	52
45	26	34
55	50	23
65	3	16
75	0	10
85	5	6
95	5	2
1,05	2	0

O incremento diamétrico y pode ser representado através da equação:

$$Y = 0,00202 - 0,0001 x$$

Através da união das duas equações pode ser calculado o incremento de área basal:

$$z = \frac{r}{s} \sum x \left(\frac{26,72 - 25,84}{x} (0,00202 - 0,001 x) \right)$$

Através da fórmula:

$$z_v \cong z_g \cdot h_f$$

Pode ser calculado então o incremento em volume.

Os resultados podem ser comparados com os obtidos através de outros métodos.

Desta forma é possível obter preciosas bases para futura atividade florestal. Estes resultados podem eventualmente também ser aplicados em outras regiões.

3.2. MEDIÇÃO RACIONAL DE ÁRVORES AMOSTRAS E CÁLCULOS

Dentro de levantamentos por amostragem são também medidas as árvores provas para calcular o volume total e eventualmente o volume até um certo diâmetro mínimo.

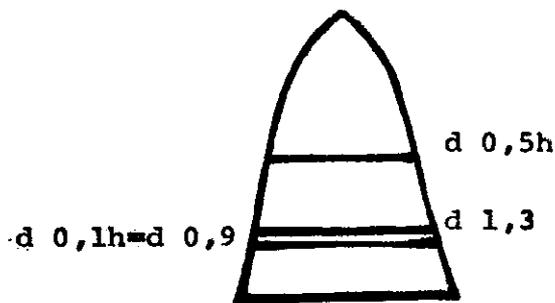
Frequentemente são utilizados os dados de árvores amostras apenas para calcular o volume inventariado.

Com estes dados podem ser construídos, por exemplo, tabelas de volume e curvas da forma de fuste. Estes meios auxiliares têm grande significado para planejamento e para a prática de atividade florestal.

Pesquisas demonstraram que é vantajoso medir da base para o ápice cerca de 1/3 das árvores amostras, diâmetros na altura do peito (1,3m); 0,1h; 0,3h; 0,5h; 0,7h; e 0,9h.

Para os restantes 2/3 das árvores amostras serão necessários medir apenas 3 diâmetros: diâmetro à altura do peito, diâmetro a 0,1h e diâmetro a 0,5h.

FIGURA 3:



É bastante significativo para o nosso trabalho que as leis constadas através dos cálculos têm validade em toda a parte do mundo.

Na tabela 3 são apresentados alguns dados.

O incremento diamétrico y pode ser representado através da equação:

$$Y = 0,00202 - 0,0001 x$$

Através da união das duas equações pode ser calculado o incremento de área basal:

$$z = \frac{r}{s} \sum x \left(\frac{26,72 - 25,84}{x} (0,00202 - 0,001 x) \right)$$

Através da fórmula:

$$z_v \cong z_g \cdot \frac{h}{f}$$

Pode ser calculado então o incremento em volume.

Os resultados podem ser comparados com os obtidos através de outros métodos.

Desta forma é possível obter preciosas bases para futura atividade florestal. Estes resultados podem eventualmente também ser aplicados em outras regiões.

3.2. MEDIÇÃO RACIONAL DE ÁRVORES AMOSTRAS E CÁLCULOS

Dentro de levantamentos por amostragem são também medidas as árvores provas para calcular o volume total e eventualmente o volume até um certo diâmetro mínimo.

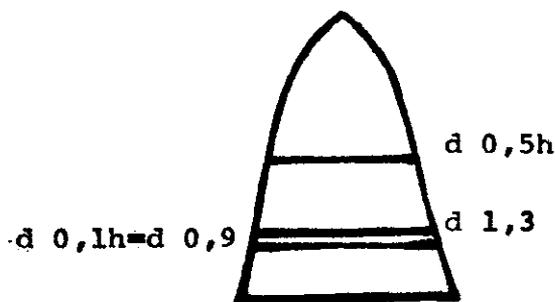
Frequentemente são utilizados os dados de árvores amostras apenas para calcular o volume inventariado.

Com estes dados podem ser construídos, por exemplo, tabelas de volume e curvas da forma de fuste. Estes meios auxiliares têm grande significado para planejamento e para a prática de atividade florestal.

Pesquisas demonstraram que é vantajoso medir da base para o ápice cerca de 1/3 das árvores amostras, diâmetros na altura do peito (1,3m); 0,1h; 0,3h; 0,5h; 0,7h; e 0,9h.

Para os restantes 2/3 das árvores amostras serão necessários medir apenas 3 diâmetros: diâmetro à altura do peito, diâmetro a 0,1h e diâmetro a 0,5h.

FIGURA 3:



É bastante significativo para o nosso trabalho que as leis constadas através dos cálculos têm validade em toda a parte do mundo.

Na tabela 3 são apresentados alguns dados.

TABELA 3:

Dados de árvores amostras. Resultados médios

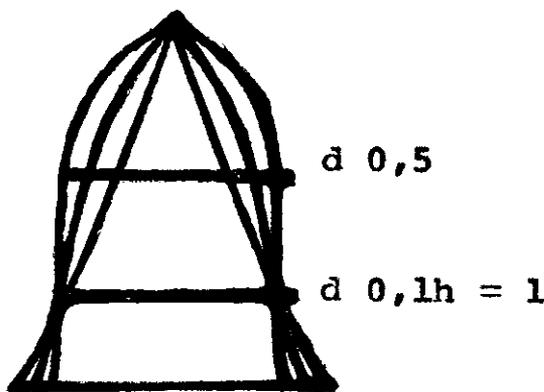
Espécie	Autor	País	K _{0,5h/0,1h}	Fat./Forma Méd. p/Fuste
1	2	3	4	5
Araucaria	Peters	Chile	0,620-0,926-0,785	0,567
Pinus apustris u.P.elliottii	Enghardt	USA	0,600-0,830-0,714	0,515
Picea	Prodan	BRD	0,600-0,900-0,750	0,550
Abies pindrow	Das-Lomba	Índia	0,500-0,900-0,708	0,508
Picea	Giurgiu	Romania	0,604-0,796-0,730	0,530
Chamae cyparis	Tezawa	Japão	0,400-0,900-0,700	0,517

Na tabela 3 são apresentados os conhecidos quocientes de forma “verdadeiro”

$$K_{0,5h/0,1h} = \frac{d_{0,5h}}{d_{0,1h}}$$

Estes valores caracterizam muito bem a forma total do fuste.

FIGURA 4:



Em função deste quociente de forma poderão ser deduzidos outros quocientes de forma e a forma do fuste poderá ser tabelarizado.

A tabela 4 mostra que a lei regente para cada espécie e região é muito semelhante. Apenas a Araucaria varia um pouco. Semelhante resultado de outras literaturas como ANUTSCHIN(1), DITTMAR(5) foi dispensado.

TABELA 4

Quociente de forma comparável

Espécie	K 0,1h	K 0,3h	K 0,5h	K 0,7h	K 0,9h	Fator/forma do fuste
Araucaria	1,000	0,867	0,713	0,570	0,245	0,529
Pinus palustris	1,000	0,856	0,710	0,525	0,222	0,513
Picea (Prodan)	1,000	0,862	0,710	0,516	0,233	0,514
Abies pindrow	1,000	0,875	0,710	0,490	0,209	0,510
Picea (Giurgiu)	1,000	0,865	0,710	0,501	0,209	0,514
Chamaecyparis	1,000	0,868	0,710	0,502	0,221	0,523

Pode ser notado na tabela que para quocientes de forma K_{0,5h} são iguais a outros quocientes de forma também iguais. Especialmente sob o quociente de forma K_{0,3h} que representa a parte mais valiosa do fuste, ocorrem pouca variação.

Por isso é suficiente desde que as relações sejam previamente calculadas, somente a medição de 3 diâmetros. Com auxílio do diâmetro à altura do peito pode ser deduzido o fator de forma do diâmetro à altura do peito .

$$f_{1,3} = f_{0,1h} \cdot \frac{d_{0,1h}^2}{d_{1,3h}^2}$$

Com o conhecimento do fator de forma é possível também construir tabelas de volume em função do diâmetro à altura do peito e altura da árvore.

Esta tabela poderá ser utilizada para próximos inventários e também será de grande valia para planejamento florestal.

Um exemplo para cooperação internacional neste campo é a pesquisa de *Abies pindrow* (fir) em KASHMIR (Índia).

Um colega senhor DAS da Índia, levantou dados de árvores-amostras no "Preinvestment Inventory" e me enviou para serem realizados os cálculos. Um jovem colega — senhor LOMBA de Kongo-Kinshava, calculou sob a orientação matemática e estatística do meu assistente senhor Dr KO de Koréia, a forma de fuste desta espécie. O senhor KO construiu também as tabelas de volume.

Infelizmente não posso me aprofundar aqui sobre muitas partes teóricas e práticas do método, mas pode ser verificado no meu livro de dendrometria 1965.

3.3. CONSTRUÇÃO DE TARIFAS DO FUSTE DE POVOAMENTOS CONFORME O MÉTODO DE KRENN

(Mean stand volume Tariffe).

Com a tabela de volume podem ser determinados os volumes de cada unidade amostrada (áreas de ensaio). Para racionalizar a obtenção de dados podem ser construídas tabelas de tarifas do fuste médio de povoamento.

Professor LOETSCH de Reinbek teve esta idéia herdada do Professor KRENN e aplicou na Indonésia e Tailândia. KRENN desenvolveu este método entre 1946 e 1948. Ele partiu do seguinte raciocínio:

Para cada área de ensaio são determinados diretamente ou através de cálculos simples N: número de árvores.

d : Diâmetro da árvore com área transversal média correspondente à área transversal média.

$$g = \frac{1}{N} \sum \frac{\bar{n}}{4} d^2$$

h_m = Altura média

v = o volume da área de ensaio

v_m = volume médio por árvore

$$v_m = \frac{v}{N}$$

Com os dados obtidos de cada área de ensaio são construídas duas curvas.

FIGURA 5.A

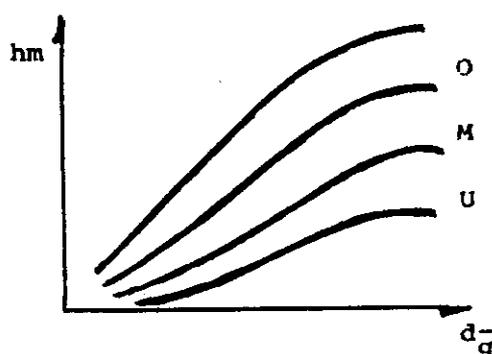
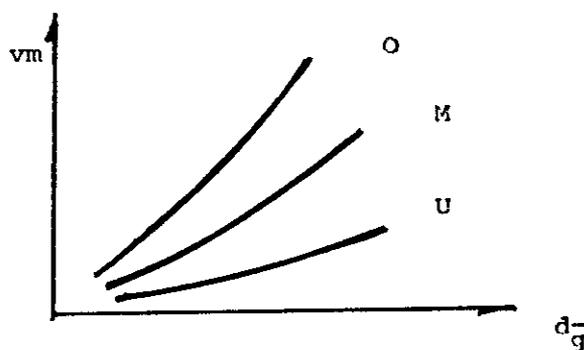


FIGURA 5.B



Na figura 5.A temos uma faixa de curvas de altura que corresponde a uma determinada Tarifa de figura 5.B.

LOETSCH empregou para estas curvas uma equação logarítmica. Se estas tarifas forem construídas, seria suficiente:

- avaliar a faixa de curvas da altura
- calcular o diâmetro médio d_g
- a leitura do valor de v_m e um cálculo simples do volume de povoamentos conforme a fórmula:

$$V = N.v$$

Cabe aqui especificar que a faixa de curvas é relativamente fácil de avaliar.

Na tabela 5 temos um exemplo de tarifas segundo KRENN.

TABELA 5

Fichte (Picca) Tarifa média conforme KRENN:

dm em cm	Faixa da curva de altura	UT	MT	OT
10	11,0-9,0	0,0318	0,0361	0,0404
20	21,5-19,0	0,390	0,330	0,370
30	29,5-26,0	0,834	0,947	0,061
40	36,0-31,5	1,683	1,912	2,141
50	40,5-35,5	2,833	3,219	3,605
60	43,5-38,5	4,243	4,822	5,401
70	45,5-40,0	5,781	6,569	7,357

A aplicação de semelhante tabela é simples. Se a altura estiver dentro da faixa de curvas de altura, será utilizada a tarifa média. Caso contrário será empregada a tarifa superior ou inferior respectivamente.

O volume precisa ser interpolado em mm conforme o diâmetro médio dm.

Do volume pode-se também calcular a altura formal do povoamento.

$$FH = \frac{v_m}{g}$$

e o volume segundo a forma:

$$v = G.FH$$

Da figura 5 é compreensível que no cálculo deverão estar presentes povoamentos de todas as idades.

Por isso é possível calcular facilmente os incrementos volumétricos de povoamentos através de medições periódicas ou através de brocas de incremento. Semelhantes tarifas podem ser construídas também para grupos de espécies como CONN demonstrou em Panamá.

3.4. CONSTRUÇÃO DE TABELAS DE RENDIMENTO

O processamento das áreas de ensaio com tarifas do fuste médio possibilita juntamente com medições periódicas ou com brocas de incremento a obtenção de dados de incremento.

Através disto podem ser construídas tabelas de rendimento e de incremento.

4. RESUMO

O presente trabalho versa sobre o inventário florestal como meio para fornecer informações para a confecção de instrumentais básicos de manejo florestal.

5. LITERATURA CITADA

1. ANUTSCHIN, F. **Lesnaja taksacija**. Moscow, Goslesbumizdat, 1970. 350 p.
2. BATTI, F. **Ertragstafel und Leistungspotential der Kiefer (*Pinus silvestris*) in der Türkei**. Freiburg, 1971. (Dissertation)
3. BRUN, R. **Strukturstudien im gemässigten Regenwald Südchiles als Grundlage für Zustandserhebungen und Forstbetriebsplanung**. Freiburg, 1969. (Dissertation)
4. CONN, G. **Konstruktion eines Mittelstammtarifes für natürliche Laubholzmischbestände (GELAMMAT)**. Freiburg, 1971. (Dissertation)
5. DITTMAR, O. Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen der Hohenadl'schen echten Schaftholzformzahl und dem echten Formquotienten und echter Ausbau: Chungsreihe un mittel und nordostdeutschen Waldbeständen. **Arch. Fortw.**, 7(1): 1-26, 1958.
6. ENGHARDT, H. **Schffformuntersuchungen. Anwendung europäischer Messergebnisse auf nordamerikanische Messverfahren**. Freiburg, 1971. (Dissertation)
7. GIURGIU, V. **Dendrometrie**. Bucuresti, Agrosilvica, 1969. 481 p.
8. HOSOKAWA, R. **Betriebswirtschaftliche Kriterien zur Wahl der Umtriebszeit von *Araucaria angustifolia* in Brasilien**. Freiburg, 1976. (Dissertation)
9. KREN, K. Tarife zur Massenberechnung von Beständen. (**Schr Reibe bad. forstl. Vers. Anstalt**, n.6, 1948. 47 p.
10. OGAYA, N. **Kubierungsformeln und Bestandesmassenformeln**. Freiburg, 1968. (Dissertation)
11. PETER, R. **Konstruktion eines Massentafelmodells, dargestellt am Beispiel der Baumart *Araucaria araucana* (Mol.) C. Kock**. Freiburg, 1971. ((Dissertation)
12. PRODAN, M. **Holzmesslehre**. Frankfurt, Sauerländer, 1965. 644 p.