

INVENTÁRIO DE RESÍDUOS FLORESTAIS

*Hilton Thadeu Z. do Couto**
*José Otávio Brito**

1. INTRODUÇÃO

Os altos preços e a instabilidade de fornecimento de energia proveniente de fontes tradicionais aumentaram a viabilidade de outras fontes alternativas como o carvão mineral, energia solar e nuclear. São bastante claros os benefícios, custos e riscos envolvidos na utilização dessas fontes alternativas.

As indústrias que utilizam a madeira como matéria-prima de seus produtos estão em posição invejável, pois assegurada as condições climáticas favoráveis, as árvores podem converter energia solar e estocá-la em forma de madeira, casca e resíduos florestais. Até recentemente, a maioria das atividades de exploração florestal visava apenas o produto principal, isto é, madeira para celulose, chapas, lâminas e compensados, serraria, etc., deixando os resíduos com possibilidade de conversão para energia, dispersos no local. Em algumas indústrias os resíduos muitas vezes se constituíam em problemas de deposição.

A decisão da utilização de resíduos florestais para produção de energia deve indiscutivelmente vir acompanhada da quantificação precisa dos diversos componentes envolvidos, de modo que o planejamento de abastecimento seja convenientemente ajustado à disponibilidade de matéria-prima.

O inventário, além de fornecer os rendimentos de resíduos disponíveis, fornecerá subsídios para a análise do balanço nutricional dessa exploração e possíveis implicações ecológicas.

2. CLASSIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DA ÁRVORE

A necessidade de uma nomenclatura padrão para componentes da árvore facilita a definição do que é resíduo da exploração florestal. Os seguintes termos são adaptados de CLARK (1979) e ilustrados na figura 1.

* Professores do Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP

Termo	Definição
Árvore Completa	Todas as partes que compõem a árvore, incluído raízes, touças, fuste total, ramos, folhas ou acículas e frutos.
Touça e Raízes	Touça e todas as raízes (a altura da touça depende de práticas locais de exploração).
Parte Aérea da Árvore	Todos os componentes da árvore exceto touça e raízes.
Fuste Total	Tronco da árvore com casca, da touça ao topo, exceto folhas ou acículas, ramos e frutos.
Fuste	Tronco da árvore da touça até o limite de aproveitamento (depende da utilização local), poderá ser com ou sem casca.
Ponteiro	Parte do fuste total que não é aproveitado em exploração normal.
Copa	Todos os ramos, folhas ou acículas, ponteiro e frutos.
Ramos	Todos os ramos e galhos, excluindo folhas ou acículas
Folhagem	Todas as folhas ou acículas, flores e frutos.

O resíduo florestal depende das práticas de exploração florestal e da utilização florestal. Quando se utiliza apenas do fuste sem casca, o resíduo pode ser a casca, a copa, touça e raízes.

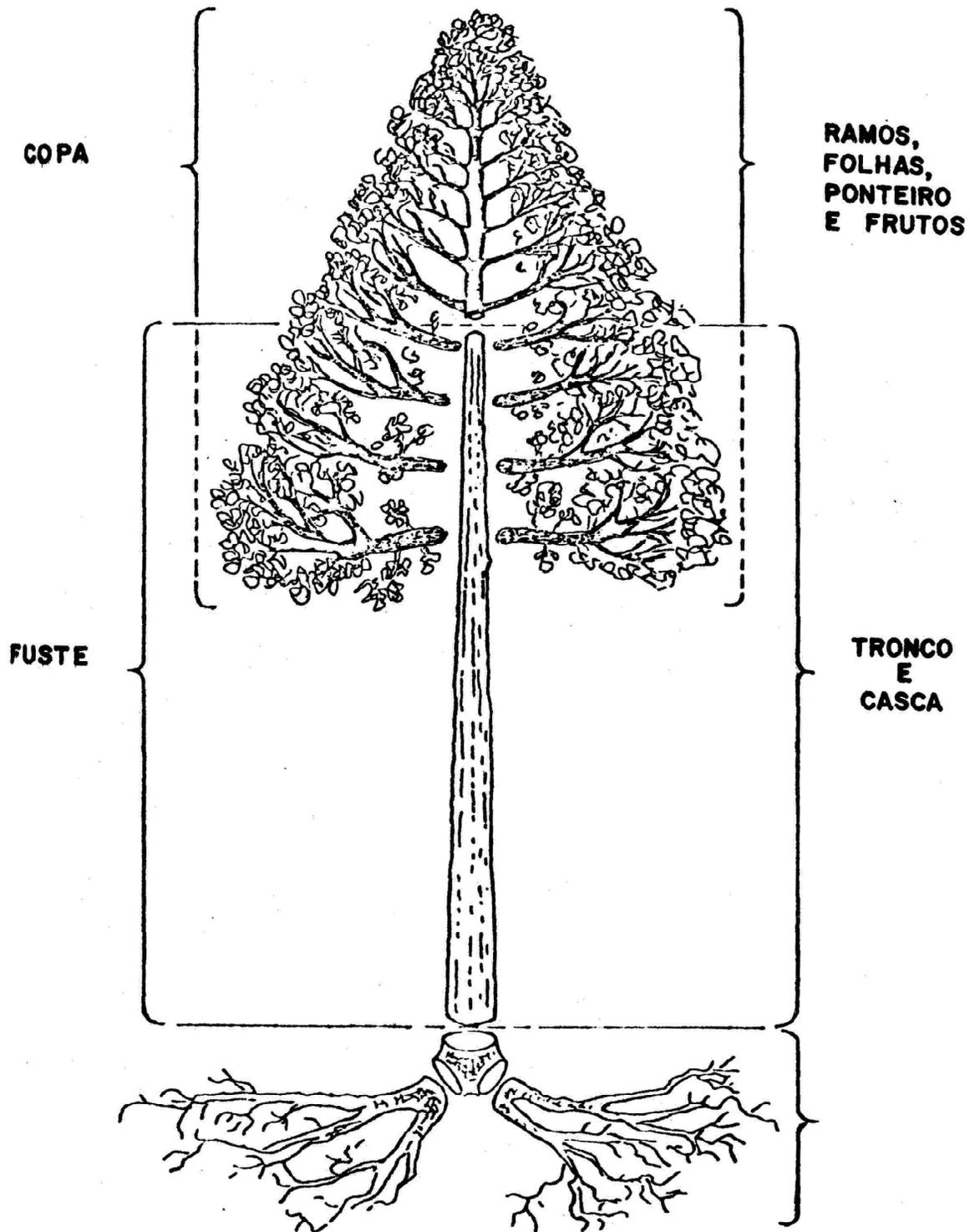


FIGURA 1: Componentes da árvores

A utilização de touça e raízes ainda é uma incógnita, pois a exploração é difícil e pode ocasionar danos ao solo. No caso específico do eucalipto cuja característica é a rebrota das touças, a sua exploração requererá o plantio toda vez que a exploração é feita.

Desse modo é muito comum considerar a copa e a casca como resíduo, quando o fuste é utilizado sem casca, e apenas a copa quando o fuste é utilizado com casca. Como a grande parte dos nutrientes está concentrada nas folhas ou acículas, estuda-se a utilização como resíduo apenas do ponteiro e ramos, deixando-se as folhas ou acículas no local de exploração. Isto pode ser feito deixando-se o material secar no campo, com o total despreendimento das folhas ou acículas.

3. INVENTÁRIO DE RESÍDUOS FLORESTAIS

Uma vez identificado os componentes da árvore que fazem parte do resíduo florestal, a fase seguinte é a realização do inventário ou qualificação desses resíduos.

Inventário florestal é o processo pelo qual se obtém informações confiáveis sobre a floresta, utilizando-se técnicas de amostragem.

Existem três tipos principais de inventários florestais, de acordo com a finalidade: o inventário nacional, o de pré-investimento e o inventário florestal industrial.

O inventário nacional, como o nome diz, compreende o levantamento dos recursos florestais a nível nacional. No Brasil ainda não existe implantado um inventário desse tipo, embora já exista no IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal uma comissão especialmente constituída para esse fim.

O inventário de pré-investimento objetiva levantar informações sobre os recursos florestais de uma região específica para planejamento da futura implantação de uma indústria que se utilizará daqueles recursos.

Por ultimo, o inventário industrial, já há algum tempo sendo praticado no Brasil por indústrias madeireiras, tem por finalidade oferecer informações para o abastecimento de uma indústria e o manejo das florestas ali estabelecidas.

Todos os três tipos de inventário possuem características comuns, pois são baseados em princípios estatísticos de amostragem. Contudo, para cada tipo, deve-se adaptar sistemas e princípios de mensuração e análise, e estabelecer limites de erros.

A primeira preocupação ao se planejar um inventário florestal é a determinação correta da área, pois a amostragem oferecerá informações por unidade de área, que uma vez extrapolada para toda a área definirá os recursos florestais disponíveis. Se a Companhia possuir mapas ou plantas confiáveis das árvores reflorestadas, com todas as especificações necessárias tais como espécies plantadas, procedências das sementes, espaçamentos, idades, áreas de cada estrato, desbaste, assim como informações sobre infestação de pragas e doenças, fogo, adubação, tipo de solo, etc., não se necessitará lançar mão de outras técnicas de determinação de área, como os sensores remotos.

Sensores remotos são instrumentos utilizados para observar a distância de determinados alvos e obter informações sobre os mesmos. No Brasil são disponíveis vários sistemas de sensoriamento remoto, como as fotografias aéreas convencionais (pancromática, como as obtidas no Estado de São Paulo e infra-vermelha colorida como do Estado de Santa Catarina), as imagens de radar (projeto Radam Brasil) e as imagens do satélite Landsat.

As imagens enviadas pelo satélite Landsat são as que oferecem maior potencial para a utilização no mapeamento florestal. Periodicamente novos satélites são colocados a disposição,

possibilitando interpretação e mapeamento cada vez mais eficiente.

De posse das informações sobre área e as características do povoamento, o próximo passo é estabelecer um sistema de amostragem adequado para uma fiel representatividade da área. Existem vários sistemas de amostragem, sendo o mais utilizado o sistema estratificado, isto é, a área é subdividida em áreas menores, porém mais homogêneas.

Os trabalhos de campo são, então, estabelecidos, com o treinamento de equipes, definição do tamanho e número de parcelas.

Os dados coletados no campo são, então, enviados para computação. Se a quantidade de dados for grande, a utilização de computadores eletrônicos dará mais segurança e velocidade na obtenção dos resultados.

Para a computação dos dados, ou seja, a transformação dos dados de campo em valores ou peso, há a necessidade de antes fazer uma pesquisa de apoio para definir equações, tabelas, fator de conversão, etc. Em seguida os resultados são englobados em um relatório final apresentando-os por talhão, horto, espécie, etc. Todos esses passos aqui mencionados são esquematizados na figura 2.

Atualmente a maioria dos inventários são reportados em termos de volume do fuste comercial. Isto continua sendo adequado quando a madeira a ser utilizada se destina a serraria, confecção de lâminas e painéis compensados. Continua-se a determinar volume quando a madeira será utilizada na fabricação de celulose e papel, carvão vegetal, chapas e aglomerados, isto porque a unidade de comercialização tradicional é o volume. Contudo, sabe-se que o rendimento desses produtos é função direta do peso específico (densidade básica) da madeira, conteúdo de carbono fixo, conteúdo de celulose, etc. Portanto, o inventário seria mais realístico se se portasse diretamente nas unidades de produção do produto final, isto é, em peso de celulose, de chapas, de carvão, etc.

O inventário de resíduos florestais requer a mudança de volume para peso como unidade de medida quantitativa, pois a instabilidade dimensional desse produto é grande, tornando-se difícil a determinação do volume. Pretende-se mesmo reportar a quantidade de resíduos florestais, para utilização como fonte de energia, como poder calorífico, expresso em quilocalorias por unidade de área.

Portanto, ao invés de utilizarmos tabelas ou equações de volume, como nos inventários tradicionais, utiliza-se tabelas ou equações de peso ou de energia. Essas funções são determinadas através da pesquisa de apoio que é feita para transformar os dados de campo em informações sobre produtos para utilização final. Quando se utiliza peso ou outra unidade de utilização, uma variável bastante importante e a umidade contida nos componentes da árvore.

A influência das práticas de manejo, das condições de produtividade do sítio, da idade, da espécie e procedência de sementes sobre os componentes da árvore são claros. Sabe-se, por exemplo, que o maior espaçamento aumenta o volume ou peso da copa; que algumas espécies apresentam maior densidade básica que outras, etc. A pesquisa de apoio visa determinar equações ou fatores de conversão para cada condição encontrada no campo e, se possível, agrupar povoamentos com mesmas características, facilitando os trabalhos de computação. A figura 3 ilustra os passos para a obtenção das equações e fatores de conversão.

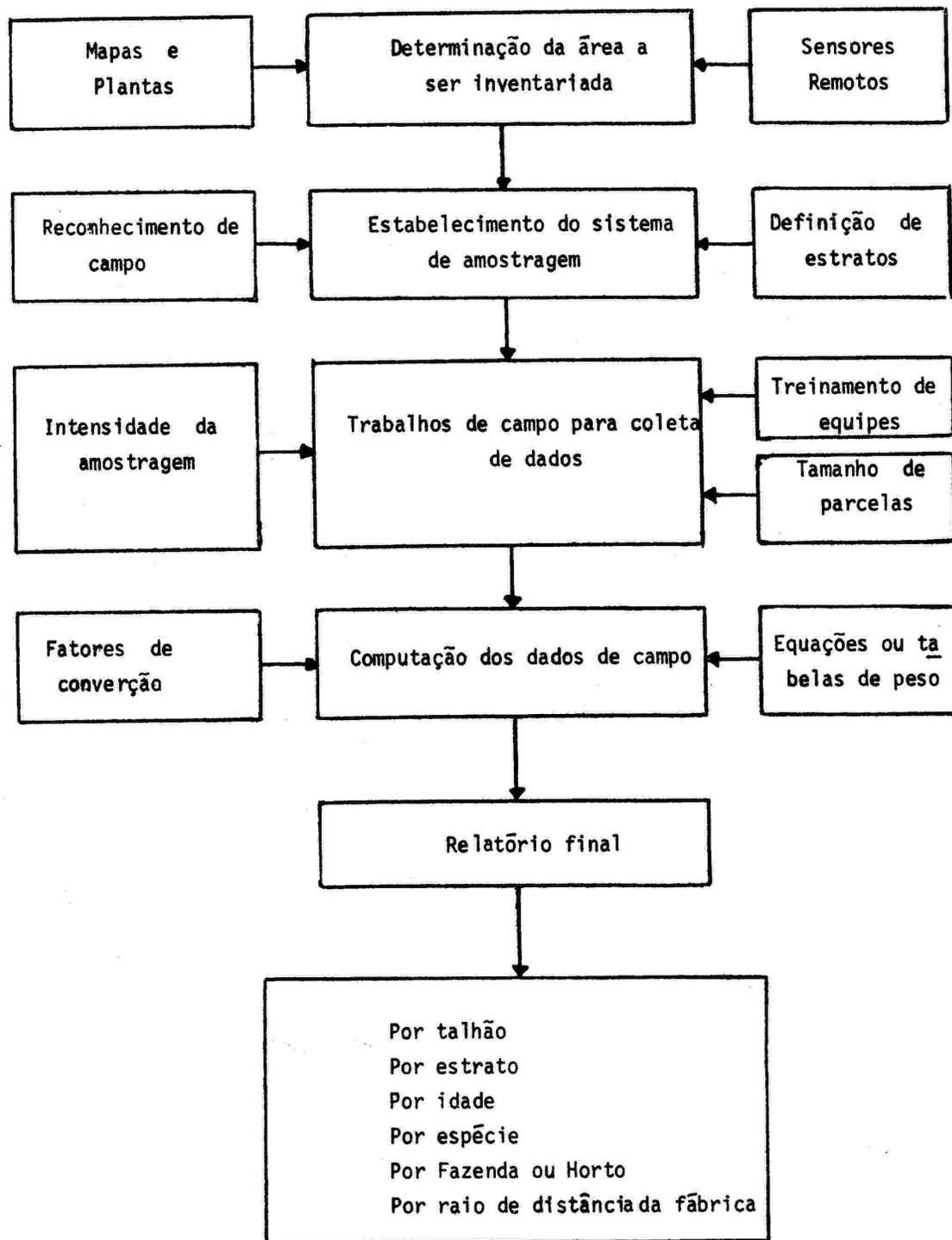


FIGURA 2. Esquema operacional de um inventário florestal.

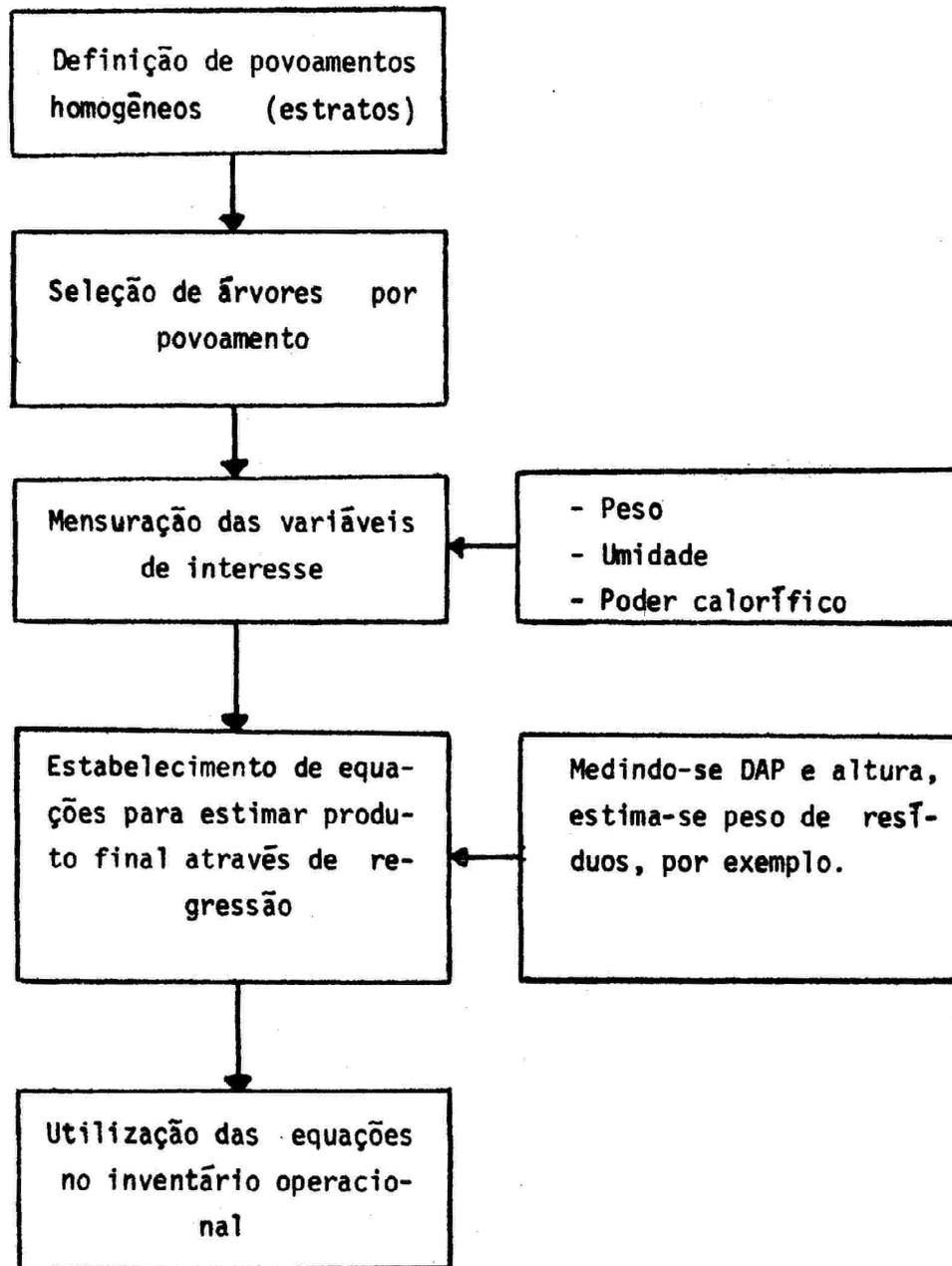


FIGURA 3. Pesquisa de apoio para o inventário

4. RESULTADOS

Diversos estudos estão sendo realizados pelo IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais e Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, com resíduos de *Pinus* e *Eucalyptus*. Esses estudos iniciaram-se com *Pinus oocarpa* com 8, 14 e 18 anos e com *Eucalyptus saligna*, com 8 anos de idade. Atualmente, está-se colhendo dados para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, e *Eucalyptus saligna* com 8 anos, porém em outro sítio de qualidade inferior. Os estudos com *Pinus* estão sendo desenvolvidos em colaboração com a Cia. Agro Florestal Monte Alegre e com *Eucalyptus* na Cia. Guataparã Florestal S/A. Planejamento e Reflorestamento. Nas figuras 4 e 5 são apresentados alguns resultados de peso de componentes para *Pinus* e *Eucalyptus* respectivamente, e o equivalente em óleo combustível.

Algumas equações para *Pinus* e *Eucalyptus* são apresentadas na tabela 1.

Estudos preliminares para *Pinus oocarpa* indicam que pode-se confeccionar uma única equação para estimar peso de resíduos, englobando as 3 idades estudadas, ou seja, 8, 14 e 18 anos. Ainda na tabela 1, são apresentadas equações para *Pinus oocarpa* feitas com dados daquelas 3 idades.

TABELA 1. Algumas equações para estimar peso seco de resíduo (copa), casca e tronco sem casca para *Pinus* e *Eucalyptus*

Peso	Coefficiente de determinação R ²
<i>Pinus oocarpa</i>	
PCO = 2,8456 + 0,0031 D ² H	0,9055
LPCA = 5,1648 + 0,9084 LD ² H	0,9660
PTR = 5,2268 + 0,0159 D ² H	0,9744
<i>Eucalyptus saligna</i>	
LPCO = 13,1988 + 0,36222 D – 21,7097 – 5,3764 LD	0,8086
LPCA = 6,4219 – 34,7410 ID – 0,5030 LAC	0,8401
LPTR = 7,0065 – 34,9969 ID	0,8915

PCO = peso seco da copa
LPCO = 1n (PCO)
PCA = peso seco da casca
LPCA = 1n (PCA)

PTR = peso seco do tronco sem casca
LPTR = 1n(PTR)
D²H = (DAP)².altura total
D = DAP

ID = 1/DAP
LD = 1n (DAP)
AC = altura da copa
LAC = 1n (AC)

**Pinus oocarpa (8 anos)
Peso verde (50 % de umidade)**

**.A.11.
EQUIVALENTE
EM ÓLEO
COMBUSTIVEL**

RESÍDUO:
(21,17%)
17,4 Kg/árv.

RESÍDUO:
4,16 l/árv.

**FUSTE SEM
CASCA:**
(64,42%)
52,95 Kg/árv.

**FUSTE SEM
CASCA :**
12,62 l/árv.

CASCA:
(14,41%)
11,85 Kg/árv.

CASCA:
2,83 l/árv.

TOTAL:
82,20 Kg/árv.

TOTAL :
19,61 l/árv.

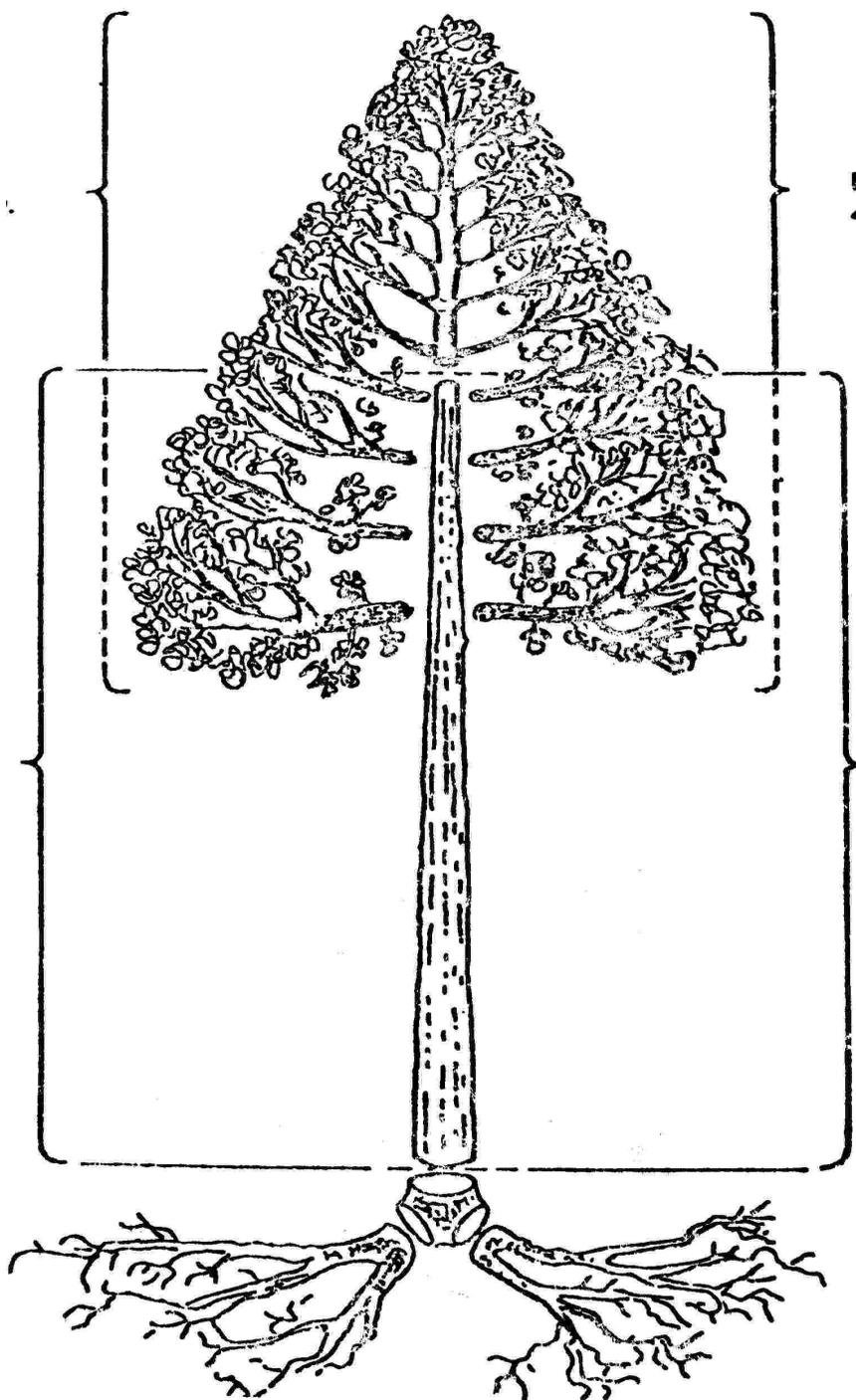


FIGURA 4. *Pinus oocarpa* com 8 anos de idade: peso verde e equivalente em óleo combustível dos componentes da árvores.

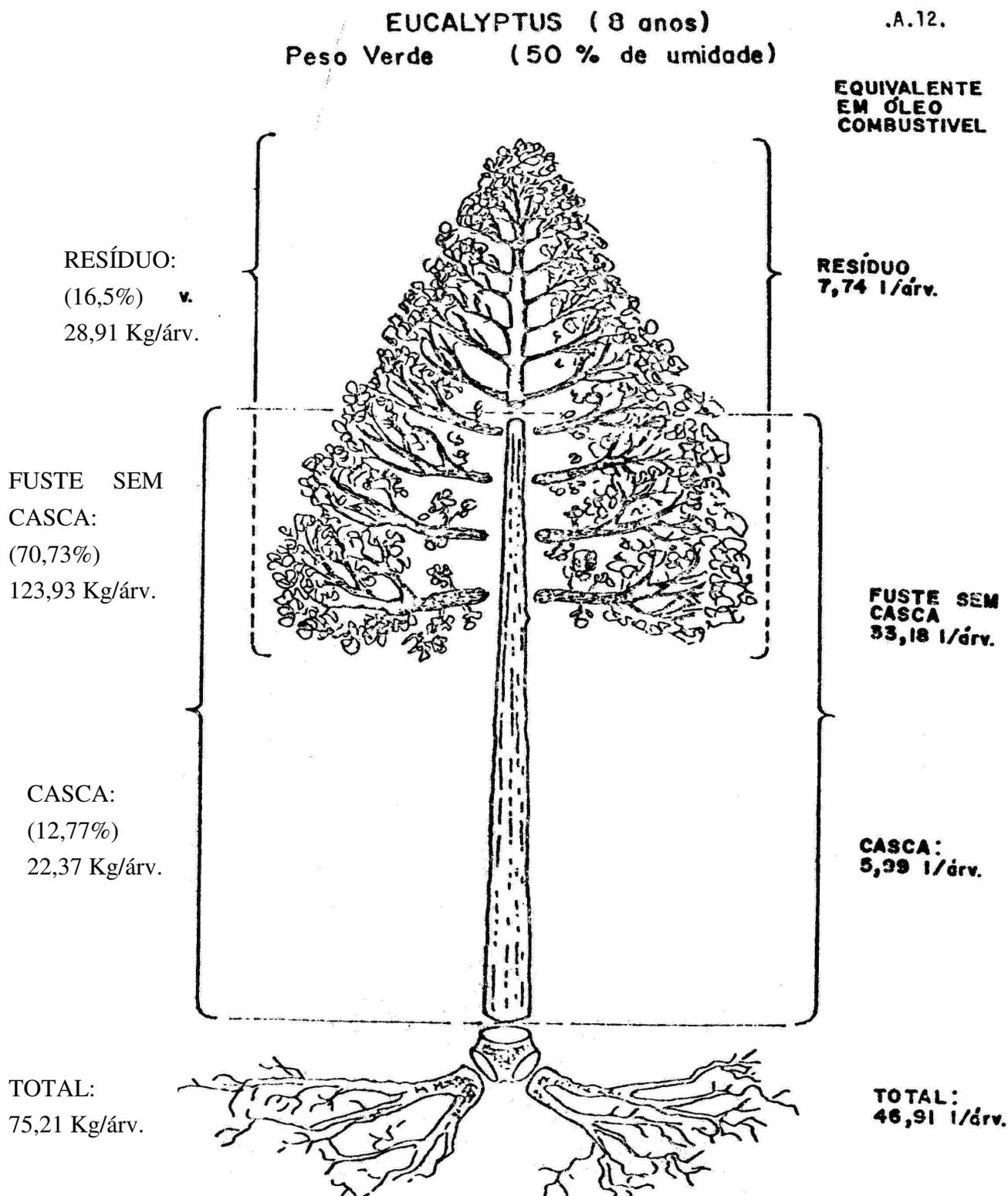


FIGURA 5. *Eucalyptus saligna* com 8 anos de idade: peso verde e equivalente em óleo combustível dos componentes da árvore.

5. CONCLUSÃO

Com as condições de clima e solos favoráveis ao crescimento de árvores, pode-se produzir diferentes produtos da madeira, como celulose, chapas, aglomerado, madeira para serraria etc., e utilizar os resíduos dessa produção pra geração de energia.

Um aspecto importante da utilização de resíduos é a quantificação ou inventário do mesmo, visando estabelecer normas e planos de utilização eficazes.

Diversos estudos estão em andamento e visam determinar equações e fatores de conversão para o inventário operacional em Companhias que pretendem utilizar resíduos de exploração florestal.

Ao mesmo tempo, a utilização de técnicas de sensoriamento remoto, amostragem e utilização de computadores eletrônicos fazem do inventário de resíduos uma operação precisa, segura e rápida.

6. LITERATURA CONSULTADA

CLARK, A. – Suggested procedures for measuring tree biomass and reporting tree prediction equations. In: *Forest resources inventories*. Denver, Colorado State University, 1979. p.615-28.

CONFERENCE ON CAPTURING THE SUN THROUGH BIOCONVERSION, Washington, march 10-12, 1976. Washington, Washington Center for Metropolitan Studies, 1976.

ELLIS, T.J. – Should wood be a source of commercial power? *Forest products journal*, Madison, 25(10): 13-6, out.1975.

MEETINGS ON WOOD RESIDUE AS AN ENERGY SOURCE, Denver, 1975. Atlanta, Forest Products Research Society, 1976.

PRESIDENT'S ADVISORY PANEL ON TIMBER AND THE ENVIRONMENT – Report 1973. Washington, U.S. Government Printing Office, 1973.

USDA. Forest Service – *The feasibility of utilizing forest residues for energy and chemicals*. Washington, 1976.

USDA. Forest Service – The outlook for timber in the United States. *Forest research report*, Washington (20): 1-367, 1973.