

# O EUCALIPTO COMO COMBUSTÍVEL

A nosso pedido, o distinto engenheiro e nosso pranteado amigo Dr. Luiz A. Wanderley, professor catedrático de Física da Escola Politécnica de São Paulo, fêz várias experiências para determinar o valor dos eucaliptos e de algumas madeiras indígenas como combustível.

Com a devida vênia transcrevemos, na íntegra, o seu magnífico trabalho, publicado em abril de 1.928, no número 4, do I volume do «Boletim da Sociedade de Química de São Paulo»:

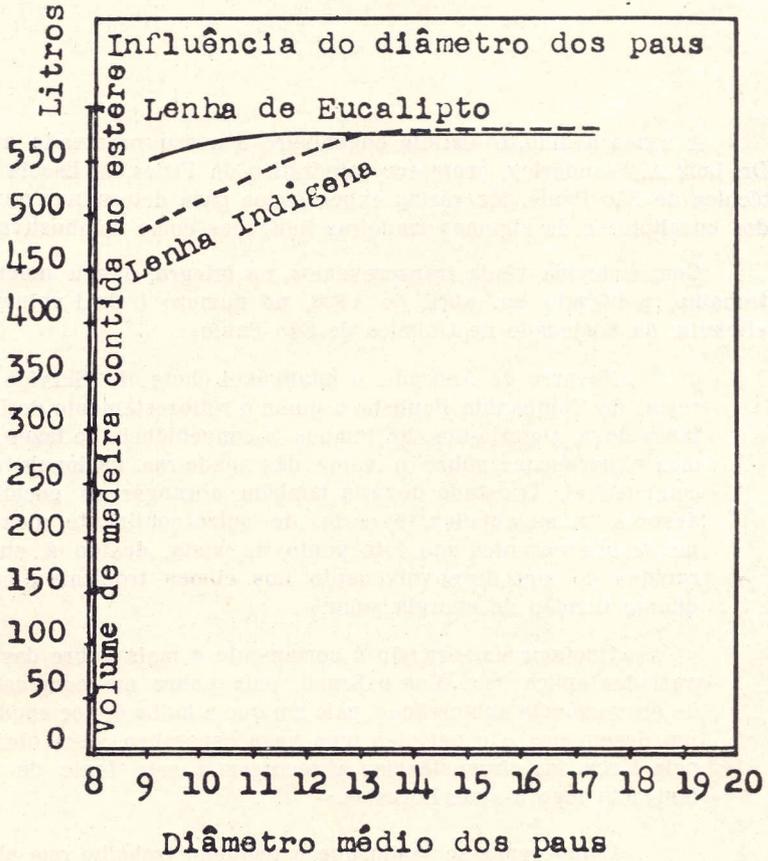
«Navarro de Andrade, o infatigável chefe do Serviço Florestal da Companhia Paulista, a quem o reflorestamento do Brasil tanto deve, sugeriu-nos, há tempos, a conveniência de fazer algumas experiências sôbre o valor das madeiras nacionais como combustível. O estudo deveria também abranger os eucaliptos, árvores transplantadas, é certo, de outro continente, mas altamente interessantes sob êste ponto de vista, devido à enorme rapidez de seu desenvolvimento nos climas tropicais e consequente fixação de energia solar.»

«Queimar madeira não é certamente a mais nobre das suas variadas aplicações. Mas o Brasil, país pobre em combustíveis de proveniência subterrânea, país em que a hulha é, por enquanto, um desengano, e o petróleo uma vaga esperança, vê-se obrigado pela força das circunstâncias a recorrer a esta fonte de calor lançando fogo a suas florestas.»

«Compreende-se assim que o pequeno trabalho que abaixo (figura 314) apresentamos, e que teria valor muito secundário num país rico em hulha ou em petróleo, possa ter algum interesse no meio em que vivemos. E por êste motivo resolvemos dar-lhe publicidade.»

«*A escolha e o preparo dos corpos de prova* — As primeiras hesitações que tivemos ao iniciar as nossas experiências resultaram do modo de preparar e escolher os corpos de prova.»

FIG. 314



«Deveriam os ensaios limitarem-se ao tronco, exclusivamente? Deveria ser a madeira secada por completo ou queimada nas condições em que a empregam as locomotivas da Paulista, por exemplo? Isto é, quando abandonada por cerca de dois meses ao ar e ao sol, perde 25% de sua água higroscópica?»

«Quanto ao ponto escolhido para extração do corpo de prova, resolvemos circunscrevê-lo ao tronco. Para imitar o modo habitual de utilização do combustível na Paulista, acima descrito, decidimos experimentá-lo depois de tirar-lhe, por secagem num dessecador de vácuo e ácido sulfúrico, 25% de sua água higroscópica; evitando, portanto, empregar o aquecimento na secagem.»

«Os corpos de prova, pesando cerca de uma grama cada um, eram extraídos da região do tronco, geralmente contígua ao eixo da mesma e mais rica, *aparentemente* pelo menos, em umidade. De cada essência preparamos três corpos de prova, dois para as experiências calorimétricas, depois de secados até perderem 25% de sua umidade, o terceiro para dosagem da água higroscópica total.»

«Fizemos uma primeira série de cerca de sessenta determinações calorimétricas sobre vinte e cinco essências diferentes, principalmente eucaliptos. Os resultados obtidos foram medíocres, razão porque achamos preferível não publicá-los na íntegra.»

«A razão deste insucesso explica-se atendendo ao fato que a madeira, na ocasião do corte, pode ter percentagem de umidade variando segundo as nossas experiências, entre 20 e mais de 60%. Além disso, o teor de água higroscópica não é o mesmo para dois pontos diferentes do mesmo tronco; tirando dois pequenos corpos de prova situados no tronco a distância relativamente pequena, cada um deles pode acusar pesos bem diferentes de água. Eliminando 25% de água higroscópica numa amostra que continha 60%, restam ainda na mesma, 35% de umidade; ao passo que noutras amostras a madeira já está por completo seca com uma perda em peso de 20%.»

«Por outro lado, a determinação da potência calorífica é feita usando dois corpos de prova, dos três preparados; o terceiro fornece a percentagem total de água higroscópica. Mas como acima explicamos, é possível que as três amostras tenham, ainda que provindo do mesmo tronco, quantidades diferentes de umidade. De tudo isto resulta:

- 1º.) — que os números determinados para exprimir o poder calorífico não são comparáveis entre si;

2º.) — que freqüentemente não há correlação entre o número que exprime o poder calorífico e o que mede a quantidade de água higroscópica.»

«Abaixo vai um extrato dos resultados obtidos na nossa primeira série de experiências.»

«Cada dado é a média de duas ou três determinações sensivelmente concordantes.»

**Tabela 1**

Nome da essência de que provém a madeira	Poder calorífico da madeira tendo perdido 25% de umidade	Porcentagem de água higroscópica total
Eucalipto maideni . .	3100	50,5
Leiteiro . . . . .	3426	44,0
Eucalipto alba . . . .	3756	38,5
Guaraiúva . . . . .	4088	32,4
Eucalipto punctata . .	4702	25,8

«O poder está expresso em quilocalorias (ou grandes calorias) por quilograma de madeira; trata-se do poder calorífico chamado *superior*, a água proveniente da combustão condensando-se, isto é, ficando no estado líquido dentro da bomba, terminada a combustão. O aparelho empregado foi a bomba calorimétrica de Berthelot-Mahler (sistema do dr. K. Kroeker); neste aparelho a combustão realiza-se numa atmosfera de oxigênio comprimido a 25 quilos por centímetro quadrado.»

«*Experiências realizadas com a madeira completamente sêca* — Esta primeira série de ensaios levou-nos a mudar o nosso método de trabalho. Decidimos não continuar as nossas experiências sobre amostras que tinham apenas perdido 25% da sua água higroscópica, mas sim determinar o poder calorífico da madeira completamente sêca. Assim obtivemos resultados comparáveis entre si e permitindo verificar qual das essências dava realmente mais calor na combustão.»

«Como por outro lado há ligeiras diferenças na constituição da madeira, conforme o ponto de que se extraem do tronco os corpos de prova, resolvemos tirar os mesmos de modo tal que tôdas as camadas relativas às várias fases da vida do vegetal fôsem interessadas nas experiências. Cortamos fatias mais ou menos circulares, perpendiculares ao eixo do tronco, e com poucos

milímetros de espessura; estas fatias foram pesadas, secadas durante 24 horas numa estufa elétrica a 100° C, deixadas em seguida a esfriar num dessecador de vácuo e ácido sulfúrico durante 48 horas e, finalmente pesadas de novo. Assim se obteve a água higroscópica total; como a mesma varia geralmente, como acima dissemos, de camada em camada cilíndrica, o número obtido exprime portanto um valor médio.»

«Os corpos de prova para as experiências calorimétricas foram preparados cortando das fatias acima descritas setores circulares pesando cêrca de duas gramas; êstes setores foram novamente secados pelo método acima exposto e pesados rigorosamente. A forma do corpo de prova em setor dá uma idéia muito mais exata do valor médio da madeira como combustível, visto o setor abranger tôdas as camadas cilíndricas do tronco.»

«As experiências foram realizadas sôbre dez espécies de eucaliptos, cujos nomes estão abaixo indicados, e com 8 anos de idade exatamente. As árvores foram cortadas no mesmo dia, 30 de outubro de 1.927, e foram remetidas do Hôrto Florestal da Companhia Paulista, situado em Rio Claro, pelo dr. Navarro de Andrade. Os ensaios foram realizados no mês de janeiro de 1.928.»

«Seguem-se os resultados obtidos :

**Tabela 2**

Espécie do eucalipto	Potência calorífica superior em quilocalorias por quilograma de madeira completamente sêca	Porcentagem de água higroscópica
Rostrata . . . . .	4670	32,3
Tereticornis . . . . .	4661	43,3
Saligna . . . . .	4655	30,6
Longifolia . . . . .	4690	47,6
Botryoides . . . . .	4692	42,0
Robusta . . . . .	4744	38,9
Resinifera . . . . .	4658	41,7
Viminalis . . . . .	4678	38,0
Kirtoniana . . . . .	4696	38,2
Alba . . . . .	4657	31,4
Média . . . . .	4680	—

«A conclusão a tirar é que a madeira das dez espécies de eucaliptos remetidas, quando completamente sêca, tem sensivelmente o mesmo poder de combustão, em média 4648 grandes calorias por quilograma.»

«Em seguida fizemos, com o fito de comparar resultados, algumas experiências com árvores genuinamente brasileiras. Eis o que obtivemos:

**Tabela 3**

Nome comum da essência donde provém a madeira	Nome científico da mesma	Idade em anos	Porcentagem de água higroscópica total	Poder calorífico da madeira completamente seca em quilocalorias por quilo
Peroba	Aspidosperma polyneuron, Mull. e Arg. —	11	30,0%	4750
Jacaré	Piptadenia communis, Benth. — . . .	11	26,0%	4622
Araribá	Centrolobium tomentosum, Benth. — .	11	29,0%	4550
Angico	Piptadenia macrocarpa, Benth. — . .	11	28,6%	4620
Pinheiro nacional	Araucaria brasiliana, A. Rich. Lamb. —	18	60,8%	4756
Média	. . . . .	—	—	4660

«Como conclusão dos dados contidos nas tabelas 2 e 3, podemos dizer que a madeira completamente seca, seja qual for sua proveniência, tem, sob o ponto de vista prático, sempre a mesma potência calorífica por unidade de peso.»

«O resultado a que chegamos não é surpreendente. É desde muito tempo conhecido que a composição química elementar da madeira de tôdas as árvores afasta-se muito pouco dos seguintes números médios:

Carbono. . . . . 50%  
 Hidrogênio. . . . . 6%  
 Oxigênio . . . . . 44%

abstração feita do Azoto e das cinzas.»

«Experiências feitas na Europa e noutros continentes, com madeiras completamente secas, forneceram os resultados seguintes:

- 1 -- *Madeiras não resinosas* — A potência calorífica fica compreendida entre 4620 (Carvalho) e 4780 (Faia): média 4700 calorias por quilograma;
- 2 -- *Madeiras resinosas* — (Abeto, Pinheiro, certas espécies de eucaliptos da Austrália): média 5100.»

«O excedente em média de 400 calorias a favor das madeiras resinosas não provém de uma constituição diferente destas últimas, mas sim por conter a seiva das árvores que lhe dão origem, uma certa quantidade de resinas, das quais fica a madeira embebida.»

«*Influência da idade sobre o poder calorífico das madeiras secas* — Para verificar se a idade tem qualquer influência sobre o valor da madeira como lenha, fizemos alguns ensaios suplementares. Estão êles resumidos na tabela seguinte :

**Tabela 4**

Eucaliptos	Potência calorífica em quilocalorias por quilograma de madeira seca	Porcentagem de água higroscópica
Rostrata . . . . .	4660	20,6
Tereticornis . . . . .	4660	21,7
Saligna . . . . .	4660	20,3
Longifolia . . . . .	4767	22,1
Botryoides . . . . .	4738	18,5
Média . . . . .	4697	—

**Tabela 5**

Árvores	Potência calorífica em quilocalorias por quilograma de madeira seca	Porcentagem de água higroscópica
Peroba . . . . .	4770	13,2
Araribá . . . . .	4532	40,5
Jacaré . . . . .	4660	17,7
Óleo . . . . .	4790	25,8
Média . . . . .	4690	—

«Os eucaliptos tinham todos, 15 anos. A idade das outras árvores era indeterminável; deviam ser indivíduos muitas vezes seculares.»

**Resumo**

«Como conclusão de tôdas as nossas experiências tira-se que qualquer madeira seca, seja qual fôr a sua *procedência* ou *idade*, tem sensivelmente a mesma potência calorífica *por unidade de*

*pêso*. A média dos valores que obtivemos fica muito próxima do valor indicado (4700) para as madeiras européias, na obra de Le Chatelier «Le chauffage Industriel» (página 183 da 2ª. edição).»

«Não se deduza do nosso trabalho, porém, que tôdas as madeiras dão a mesma lenha; isto é, lenha com o mesmo poder de combustão por metro cúbico. Na prática a lenha não é utilizada *em pêso* mas sim *em volume*, e a quantidade de calor produzida por um estere de lenha depende realmente de dois fatôres, visto serem de fato, êles e não o poder de combustão por unidade de pêso, que decidem do valor de uma lenha como combustível. São êsses fatôres:

1º.) O teor de umidade da madeira.

2º.) O pêso específico da mesma.»

«Êstes dois dados, determináveis sem o emprêgo de aparelhos complicados, permitem fazer um juízo do combustível que nos interessa.»

Em trabalho publicado em julho de 1.933, no Boletim do Instituto de Engenharia de São Paulo, intitulado «Nota sôbre o poder calorífico das madeiras», o engenheiro Frederico A. Brotero veio corroborar os resultados obtidos pelo professor Wanderley com as conclusões finais que, com a devida vênia, transcrevemos:

«a) Para o comum das espécies, não resinosas, empregadas como combustível, o poder calorífico *por unidade de pêso de madeira completamente sêca* é praticamente o mesmo.»

«b) Como na prática, a lenha é vendida em metro cúbico, isto é, em medidas de volume, o primeiro critério a seguir para escolha de lenha é o do pêso específico.»

«c) A umidade da madeira é outro fator de importância, visto que o aumento do teor de umidade baixa o número de calorías aproveitável, devido ao calor absorvido para aquecer e vaporizar a água.»