

VARIAÇÃO ESTACIONAL DO TEOR DE UMIDADE EM FOLHAGEM DE *Pinus elliotii*, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia**

Regina Rosa Fernandes**
Ronaldo Viana Soares***

SUMMARY

The objective of this research was to study the seasonal changes of moisture content in the green foliage of Pinus elliotii, Pinus taeda and Araucaria angustifolia, and to determine the periods when the crowns of the trees are potentially more combustible.

Foliage sample were collected in the Rio Negro Forest Experiment Station of the Federal University of Paraná. The determination of foliage moisture content was done in the Forest School Silviculture Laboratory, of the same University.

Araucaria angustifolia presented a higher moisture content compared to the other two species, although, statistically, it only differed from Pinus taeda during the year. The three species presented a higher moisture content at the beginning of growth season, decreasing during the buds elongation period. Moisture content, expressed in terms of oven dry weight, ranged from 132.75 to 173.94% in Pinus elliotii; from 115.70 to 172.36% in Pinus taeda; and from 146.08 to 199.72% in Araucaria angustifolia.

Considering only the moisture content, the crowns of the trees of these species were potentially more combustible during the spring and middle winter, when the moisture content of the foliage was low and percentage of oleoresin was high.

1. INTRODUÇÃO

Pinus elliotii, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* são as coníferas mais utilizadas em reflorestamento no sul do Brasil.

Todavia, tais povoamentos estão periodicamente sujeitos à ação do fogo que, quando intenso, pode provocar a destruição de extensas áreas, principalmente se se desenvolvem incêndios de copa.

O teor de umidade nas folhas dessas espécies certamente influi no grau de inflamabilidade das copas, contribuindo para a variação do potencial de incêndios de copa nos povoamentos.

Tendo em vista que, até o momento nenhuma pesquisa foi feita no país neste sentido, os objetivos principais deste trabalho foram: a) estimar as variações do teor de umidade na folhagem verde das três espécies citadas, através das quatro estações do ano; b) procurar identificar as causas dessas variações; c) determinar a época em que a folhagem destas espécies são mais suscetíveis aos incêndios de copa e as condições que favorecem o aumento da combustibilidade de suas copas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O teor de umidade tem sido tradicionalmente citado como a mais importante mudança no combustível, que condiciona a inflamabilidade e o comportamento dos incêndios de copa (HOUGH⁵, PHILPOT¹⁶, PHILPOT & MUTCH¹⁷, VAN WAGNER²³), uma vez que atua como um escoadouro da energia, diluindo os voláteis e excluindo o oxigênio da zona de combustão (PHILPOT & MUTCH¹⁷).

As variações no conteúdo de umidade exercem uma influência poderosa e freqüentemente controlam significativamente o comportamento do fogo (COUNTRYMAN², REIFSNYDER¹⁸). Nas acículas de algumas coníferas, por exemplo, o teor varia bastante durante as estações de incêndio, chegando a afetar, consideravelmente, o potencial dos incêndios de copa (COUNTRYMAN², HOUGH⁵, JAMESON⁶, JOHNSON⁷, PHILPOT & MUTCH¹², VAN WAGNER²³).

GIBBS³, analisou registros de conteúdo de umidade para *Pinus strobus* no Canadá e verificou um ponto baixo de umidade no final da primavera e alto em meados de outono, sendo que *Pinus ri-*

* Trabalho baseado em dados parciais da Dissertação de Mestrado defendida pela primeira autora.

** Naturalista, M.Sc., Professora Assistente do Departamento de Botânica do Setor de Ciências Biológicas da UFPR.

*** Engenheiro Florestal, M.Sc., Ph.D., Professor Titular do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, Pesquisador do CNPq.

gida, segundo MEYER¹⁵, apresentou um conteúdo de umidade maior no verão que no inverno. HOUGH⁵ em Ocala, encontrou um ponto baixo no conteúdo de umidade nas acículas de *Pinus clausa*, no início da primavera, alcançando um máximo no verão.

Segundo KRAMER & KOZLOWSKI¹⁰, a principal causa das variações diárias ou estacionais no teor de umidade reside no atraso verificado na absorção de água relativamente à sua perda na transpiração. Por outro lado, HARMS⁴ verificou que a variação em déficit de água está associada com as mudanças na tensão de umidade do sodo, enquanto que SUDNITSYN et al.²¹ para *Pinus sylvestris* e CARTER et al.¹ para *Pinus taeda* encontraram correlações inversas marcantes entre a transpiração e as tensões de umidade do solo e de umidade das acículas.

COUNTRYMAN², estudando a umidade das folhas, concluiu também que a mesma é controlada largamente pela umidade do solo.

Vários autores (HOUGH⁵, KOZLOWSKI & CLAUSEN⁹, REIFSNEYDER¹⁸, SEROGLASOVA²⁰) observaram um decréscimo no teor de umidade das folhas com o avanço da estação de crescimento. Do mesmo modo, RUSSEL & TURNER¹⁸ verificaram que a ocorrência de incêndios de primavera se deve ao declínio do teor de umidade das acículas nesta época. Segundo LITVAK¹², como as acículas são importantes como órgãos de armazenamento, a queda aguda do teor de umidade durante o período de crescimento do broto se deve à conversão de reservas em formas móveis e ao movimento destas em direção aos pontos de crescimento. HOUGH⁵ constatou ser este um fator importante em anos de seca, pois a umidade do solo não é prontamente acessível com grande demanda nas acículas, predispondo as mesmas a uma ignição mais fácil e propagação mais rápida dos incêndios de copa.

Segundo LEROY¹¹, um incremento de matéria seca durante a estação de crescimento pode provocar um decréscimo do teor de umidade nas folhas. Observações semelhantes foram feitas por KRAMER & KOZLOWSKI¹⁰ e REIFSNEYDER¹⁸, que observaram que à medida

que os tecidos foliares ou as acículas amadurecem, o aumento em matéria sólida verificado nas paredes da célula, compensa o acréscimo de água verificado nos vacuolos, resultando então um decréscimo no teor em água.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A parte de campo da pesquisa foi desenvolvida na Estação de Pesquisas Florestais de Rio Negro, da U.F.Pr., situada a aproximadamente 26°00' de latitude sul e 49°40' de longitude oeste e 800 m de altitude. Segundo MAACK¹³, o clima local é do tipo Cfb, com precipitação média anual de 1300,5 mm e temperatura média anual de 16,4°C. O solo é areno-argiloso, com pH entre 4,5 e 5.

Os três talhões tinham na época do experimento, 11 anos de idade. As árvores dos povoamentos de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* tinham 12 a 14 m de altura e 20 a 45 cm de DAP, enquanto as de *Araucaria angustifolia* apresentavam altura entre 9 a 10 m e DAP variando de 15 a 25 cm.

Dentro de cada talhão, distribuídas em círculo, foram escolhidas cinco árvores, que apresentavam melhor forma de fuste e boa distribuição da folhagem nas copas.

As folhas foram coletadas duas vezes em cada estação do ano, no período de outubro de 1978 a agosto de 1979, entre os dias 20 e 25 dos meses de outubro e novembro (primavera), janeiro e fevereiro (verão), abril e maio (outono) e julho e agosto (inverno), sempre das mesmas árvores selecionadas.

Foram obtidas amostras dos quatro quadrantes das árvores, no terço médio das copas. Após a coleta, as folhas eram colocadas dentro de sacos de polietileno vedados e enviadas ao Laboratório de Silvicultura do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPr para determinação do teor de umidade.

Amostras para determinação da oleoresina das folhas, amostras de solo a profundidade de 20, 60 e 100 cm para determinação da umidade, assim como os dados meteorológicos obtidos durante o experimento foram coletados, a fim de

procurar identificar as causas da variação dos teores de umidade através de análises de correlação.

3.1. Determinação do teor de umidade das folhas

Para a determinação do peso úmido foi utilizada uma balança analítica. As folhas foram pesadas dentro de sacos de polietileno vedados.

Os sacos de polietileno, bem como o material destinado à vedação, foram previamente pesados e os seus respectivos pesos subtraídos do peso úmido obtido das folhas. Após a pesagem, as folhas foram colocadas em estufa a 105°C durante 24 horas. Após esta operação, as amostras ficaram dentro de dessecadores, sendo então pesadas até peso constante.

A determinação do teor de umidade foi feita, segundo a relação:

$$TU = \frac{PU - PS}{PS} \times 100$$

onde: TU = teor de umidade; PU = peso úmido e PS = peso seco.

3.2. Delineamento estatístico

Para testar a hipótese nula da não diferença entre os teores de umidade das três espécies nas diferentes estações do ano foi utilizado um delineamento completamente ao acaso, sendo as estações do ano os tratamentos e as árvores as repetições. Foi feita a média das duas coletas para representar cada estação do ano e a média dos quadrantes para cada árvore.

Os dados de porcentagem de umidade foram transformados na função angular $\arcsin \sqrt{\%}$. As diferenças entre as médias dos diversos tratamentos foram comparadas através do teste SNK, ao nível de 95% de probabilidade.

Foi feita também uma análise de variância para comparar as médias dos teores de umidade das três espécies, no decorrer do ano, onde as espécies foram os tratamentos e as coletas as repetições.

Para se determinar as possíveis causas da variação nos teores de umidade durante o ano, foram feitos testes de cor-

relação simples entre as seguintes variáveis: X_1 (teor de umidade das folhas); X_2 (teor de oleoresina das folhas); X_3 (umidade do solo a 20 cm de profundidade); X_4 (umidade do solo a 60 cm de profundidade); X_5 (umidade do solo a 100 cm de profundidade); X_6 (umidade relativa do ar); X_7 (temperatura do ar); X_8 (número de dias sem chuva). Esses testes foram desenvolvidos em duas etapas: primeiramente foram usados os valores obtidos nos dias das coletas e depois as mesmas análises foram feitas com os valores médios de cada estação do ano.

4. RESULTADOS

As porcentagens de umidade das folhas encontradas nas três espécies, em cada árvore e nas oito amostragens realizadas através do ano, encontram-se no Quadro 1.

4.1. Variação do teor de umidade durante as estações do ano

A análise de variância (Quadro 2) demonstrou haver diferença significativa no teor de umidade das acículas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* durante as estações do ano, enquanto que para *Araucaria angustifolia*, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, permanecendo o teor de umidade nas folhas desta espécie, sem mudanças significativas no decorrer do ano.

O teste SNK, para comparação de médias, indicou que em *Pinus elliottii*, o teor de umidade das folhas no inverno foi significativamente inferior aos teores das demais estações do ano e que houve diferença significativa entre as médias da primavera e verão. O teste também mostrou que as médias do outono, primavera e verão não se diferenciaram entre si.

Para *Pinus taeda*, ao se comparar as médias do teor de umidade das folhas, verificou-se que a média da primavera foi significativamente superior às médias das demais estações do ano, não ocorrendo diferença significativa entre as médias do verão, outono e inverno.

QUADRO 1 — Teores de umidade na folhagem de Pinus elliottii, Pinus taeda e Araucaria angustifolia ,nas quatro estações do ano.

Data da Coleta	ESPÉCIE	Teor de umidade em porcentagem do peso seco da folhagem				
		árvore 1	árvore 2	árvore 3	árvore 4	árvore 5
25-10-78	P.elliottii	165,59	167,21	173,94	168,69	165,63
	P.taeda	170,21	160,43	149,26	151,73	172,36
	A.angustifolia	167,01	157,77	154,80	155,18	167,32
23-11-78	P. elliotti	145,88	157,26	151,45	148,92	154,92
	P.taeda	159,62	141,11	144,85	140,75	139,49
	A.angustifolia	191,17	189,91	169,57	181,15	189,38
25-01-79	P.elliottii	143,71	164,57	159,86	149,90	146,92
	P.taeda	158,32	136,96	134,70	132,62	136,15
	A.angustifolia	199,72	181,02	165,53	170,62	179,34
22-02-79	P.elliottii	145,41	160,88	151,34	147,61	151,39
	P.taeda	156,30	139,33	127,55	130,91	133,84
	A.angustifolia	187,99	167,32	171,05	162,22	180,41
20-04-79	P.elliottii	139,66	152,34	145,38	147,34	143,35
	P.taeda	144,18	134,61	128,07	127,70	128,00
	A.angustifolia	176,18	167,23	163,69	167,71	186,89
25-05-79	P.elliottii	162,31	163,65	168,05	165,05	163,23
	P.taeda	161,77	150,70	144,95	122,09	115,70
	A.angustifolia	172,54	153,23	155,19	167,69	185,54
21-07-79	P.elliottii	133,72	148,09	136,47	132,75	133,05
	P.taeda	137,54	126,21	125,53	129,82	128,59
	A.angustifolia	171,16	155,16	146,08	154,30	170,30
22-08-79	P.elliottii	145,72	154,59	148,81	153,91	155,22
	P.taeda	144,17	137,09	136,14	139,29	138,26
	A.angustifolia	182,92	175,25	159,07	169,57	180,31

QUADRO 2 — Análise de variância das porcentagens de umidade nas folhagens de Pinus elliottii, Pinus taeda e Araucaria angustifolia durante as estações do ano.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		P.elliottii	P.taeda	A.angustifolia
Tratamentos	3	72,00*	127,09*	43,22 n.s
Erro	16	7,09	31,29	46,08

4.2. Comparação dos teores de umidade das três espécies

A análise de variância revelou haver diferenças estatísticas significantes entre os teores de umidade da folhagem das três espécies estudadas, no decorrer do ano. O teste SNK mostrou que o teor de umidade das folhas de *Araucaria angustifolia* foi significativamente superior ao teor de umidade das acículas de *Pinus taeda*, enquanto que a média do teor de umidade da folhagem de *Pinus elliottii* não se diferenciou das médias de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* durante o ano.

A Figura 1 mostra as tendências de umidade durante o ano para as três espécies, verificando-se que *Araucaria angustifolia*, após um máximo de umidade no final da primavera começa a decrescer gradativamente até o inverno, sofrendo novamente um acréscimo em agosto. No entanto, para as espécies de *Pinus*, em algumas estações, ocorreu exatamente o inverso. Após o decréscimo verificado em julho e o acréscimo em agosto, como em *Araucária*, observou-se um decréscimo no teor de umidade em novembro, que se estendeu até abril, verificando-se um novo acréscimo em maio. Apesar de *Pinus elliottii* apresentar um maior teor de umidade nas acículas durante o ano, em relação a *Pinus taeda*, observou-se similaridade nas variações estacionais para essas duas espécies.

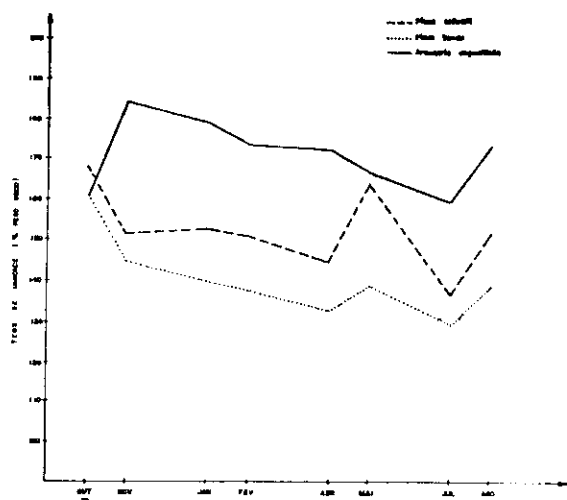


FIGURA 1. Variação do teor de umidade na folhagem das três espécies estudadas ao longo das estações do ano.

4.3. Análises das correlações

Os resultados obtidos no primeiro teste, com valores dos dias das coletas, mostraram a existência de algumas correlações importantes. *Pinus elliottii* apresentou maior coeficiente (negativo) de correlação com o teor de oleoresina ($-0,52$), enquanto *Pinus taeda* correlacionou-se (negativamente) melhor com o teor de umidade do solo a 100 cm, com coeficiente de $-0,49$. O teor de umidade na folhagem de *Araucaria angustifolia* não apresentou correlação considerada importante com nenhuma outra variável.

No segundo teste, com as médias das estações, as melhores correlações para *Pinus elliottii* foram com o teor de oleoresina ($-0,32$) e com a temperatura do ar ($0,35$), sendo todas as demais correlações apresentadas consideradas de pouca importância. Para *Pinus taeda*, o teor de umidade da folhagem manteve uma boa correlação principalmente com o teor de umidade do solo a 100 cm ($-0,72$), umidade relativa do ar ($-0,54$) e temperatura do ar ($0,57$). Com o teor de oleoresina, a correlação foi baixa ($-0,20$). Para *Araucaria angustifolia* ocorreram correlações muito importantes entre a umidade da folhagem e os respectivos teores de umidade do solo, a 20 cm ($-0,84$), a 60 cm ($-0,62$) e a 100 cm ($-0,65$). Também apresentou excelentes correlações com a umidade relativa do ar ($-0,90$) e temperatura do ar ($0,96$). Um fato a considerar, foi que a correlação entre a umidade das folhas e o teor de oleoresina nesta espécie, além de ter sido bastante alta ($0,97$), foi positiva, ao contrário do que ocorreu com as espécies de *Pinus*, cujas correlações foram baixas e negativas.

5. DISCUSSÃO e CONCLUSÕES

Apesar de se observar, segundo a Figura 1, uma maior umidade durante o ano para *Araucaria angustifolia* em relação às espécies de *Pinus*, a mesma apenas se diferenciou estatisticamente, de *Pinus taeda*. Por outro lado, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* apresentaram tendências de umidade similares, apesar do baixo teor de umidade na folhagem de *Pinus*

taeda durante quase todo o ano, verificando-se um aumento de umidade apenas no início da primavera, ao contrário da folhagem de **Pinus elliotii**, que apresentou maiores quantitativos de umidade durante todo o ano, em comparação com **Pinus taeda**. Os picos de umidade também foram mais altos para **Pinus elliotii**, no final do outono (maio), observando-se um leve aumento no verão e uma queda brusca no inverno (julho), enquanto que na folhagem de **Pinus taeda**, o decréscimo a partir do final da primavera se deu gradualmente até o outono (abril) e a queda de umidade no inverno foi mais suave. Todavia, verifica-se tanto para **Pinus elliotii** como para **Pinus taeda**, um aumento do teor de umidade com a quebra de dormência dos botões, no início da estação de crescimento (set./out.) e um decréscimo na umidade das acículas no período do alongamento dos brotos (nov./abr.).

Tais resultados também foram encontrados por diversos autores, como GIBBS³, para **Pinus strobus**, no Canadá, REIFSNYDER¹⁸, ao analisar folhas verdes de **Kalmia latifolia**, em Connecticut, JAMESON⁶ em estudos sobre o teor de umidade nas acículas de **Pinus edulis**, no Arizona, VAN WAGNER²³ em estudos de cinco coníferas do leste do Canadá e WENDEL & STOREY²⁴, na Carolina do Norte.

HOUGH⁵ informa que a água pode ser deslocada juntamente com o fósforo, na época do alongamento dos brotos, das acículas mais velhas para os centros ativos de crescimento, a fim de satisfazer as necessidades dos tecidos, tornando as acículas nesta época, potencialmente mais suscetíveis aos incêndios de copa. Segundo TRUJILLO²² uma redução destes compostos pode afetar bastante o índice de propagação de um incêndio.

Nota-se também, observando-se a Figura 1, um pico de umidade mais acentuado para **Pinus elliotii** do que para **Pinus taeda**, em meados de outono (maio), o qual se deve, provavelmente, ao fato de ser essa a época em que as acículas do final da primavera se aproximam do seu crescimento máximo.

Com relação à **Araucária angustifolia**, de acordo com o Quadro 2, não existem diferenças estatísticas significantes com relação ao teor de umidade das folhas durante as estações do ano, isto porque as folhas dessa espécie são persistentes, verificando-se uma derramagem natural apenas dos ramos inferiores, devido à diminuição da luz nos povoamentos densos de pinheiros (MATTOS¹⁴). Dessa forma, apesar do teor de umidade apresentar algumas variações, com alguns decréscimos em certas épocas, ele é relativamente alto durante todo o ano. Ao se observar as tendências de umidade para essa espécie, na Figura 1, nota-se um aumento da umidade em agosto, proveniente certamente, do novo brotamento que se verifica nesta época. A seguir, no período do alongamento dos brotos, verifica-se um decréscimo da umidade (outubro). Nesta época se dá, segundo MATTOS¹⁴, a maturação dos cones masculinos e a formação dos cones femininos, o que contribuiria para o decréscimo da umidade. De dezembro a maio, segue-se o período destinado ao desenvolvimento da semente (MATTOS¹⁴), sendo esta, provavelmente, a razão dos decréscimos ocorridos neste período.

As três espécies atingiram um mínimo no inverno (julho), quando o teor de oleoresina foi alto, o que predispõe a copa aos incêndios, devido a alta combustibilidade da folhagem (HOUGH⁵, PHILPOT & MUTCH¹⁷).

As correlações negativas ocorridas entre o teor de umidade na folhagem e o teor de oleoresina para **Pinus elliotii** e **Pinus taeda** vem comprovar a hipótese de que o aumento da secreção da oleoresina está em função do decréscimo da umidade, enquanto que a boa correlação positiva apresentada por **Araucaria angustifolia** entre essas variáveis, no segundo teste, vem confirmar o fato de que o processo de secreção da oleoresina está ligado à disponibilidade hídrica das folhas.

Por outro lado, embora possam parecer ilógicas as correlações negativas entre o teor de umidade das folhas e os teores de umidade do solo, para **Pinus taeda** e **Araucaria angustifolia**, uma vez

que, segundo COUNTRYMAN², as variações no conteúdo das folhas são atribuídas à atividade fisiológica das plantas, sendo esta atividade largamente controlada pela umidade do solo, JOHNSTON³ verificou que *Pinus radiata* é capaz de manter a turgescência moderada em suas acículas, mesmo sob condições de solo muito seco. Tais correlações podem ter ocorrido, em virtude da disponibilidade hídrica do solo à disposição das raízes.

A umidade das folhas apresentou uma correlação negativa com a umidade relativa do ar e positiva com a temperatura do ar. Em *Pinus elliottii* e em *Pinus taeda* esses fatores meteorológicos apresentaram maior correlação negativa com o teor de oleoresina do que com o teor de umidade das folhas, o que indica que o decréscimo da umidade relativa e o aumento da temperatura podem vir acompanhados por um acréscimo da oleoresina maior do que o acréscimo da umidade, o que poderia predispor a copa a uma maior inflamabilidade.

O número de dias sem chuva não apresentou correlações consideradas importantes com o teor de umidade na folhagem.

5.1. Conclusões

Os resultados apresentados levam às seguintes conclusões:

a) O teor de umidade das folhas de *Araucaria angustifolia* foi significativamente maior que o de *Pinus taeda*, não havendo diferença significativa entre o teor de umidade na folhagem de *Pinus elliotti* e as outras duas espécies.

b) Todas as três espécies estudadas apresentaram um alto teor de umidade no início da estação de crescimento.

c) O potencial de incêndios de copa foi maior no final da primavera, no período de alongamento dos brotos, devido a queda do teor de umidade nas folhas, em meados do inverno (julho), quando o

teor de umidade também foi baixo e o de oleoresina alto e no verão, quando o teor de oleoresina foi alto, apesar da umidade também ter se mantido elevada.

d) O teor de umidade na folhagem apresentou correlações importantes com o teor de oleoresina, a umidade do solo, umidade relativa do ar (negativa) e temperatura do ar (positiva).

6. RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a variação do teor de umidade na folhagem verde de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* através das quatro estações do ano, determinando portanto, a(s) época(s) em que a folhagem dessas espécies, considerando apenas este fator, estaria potencialmente mais combustível.

As amostras de folhagem foram colhidas na Estação de Pesquisas Florestais de Rio Negro, da Universidade Federal do Paraná e processadas no Laboratório de Silvicultura, da mesma Universidade.

Os resultados mostraram que, *Araucaria angustifolia* apresenta maior teor de umidade na folhagem em relação às outras duas espécies, apesar de que, estatisticamente, ela só diferiu de *Pinus taeda* durante o ano. Todas as três espécies estudadas apresentaram um alto teor de umidade no início da estação de crescimento e um decréscimo da umidade no período de alongamento dos brotos. Em valores absolutos, os teores de umidade, em porcentagem do peso seco da folhagem, variaram de 132,75 a 173,94% em *Pinus elliottii*, de 115,70 a 172,36% em *Pinus taeda* e de 146,08 a 199,72% em *Araucaria angustifolia*.

Os períodos de maior combustibilidade potencial das copas, considerando-se apenas o fator umidade, foram observados na primavera e meados de inverno, quando se verificaram baixos teores de umidade acompanhados de altos teores de oleoresina.

7. LITERATURA CITADA

1. CARTER, H.B.; HOGEN, C.T. & BILAN, M.V. Stomatal opening transpiration and needle moisture in loblolly pine seedling from two Texas seed sources. *For.Sci.*, 23(4): 457-62, 1977.
2. COUNTRYMAN, C.M. Moisture in living fuels affects fire behavior. *Fire Management*, 35(2): 10-14, 1974.
3. GIBBS, R.D. Studies in tree physiology. I. General introduction: water contents of certain canadian trees. *Can. J. Res.*, c17: 460-82, 1939.
4. HARMS, W.R. Leaf water deficits of tree seedlings in relation to soil moisture. *For. Sci.*, 15(1):58-63, 1969.
5. HOUGH, W.A. Fuel and weather influence wildfires in sand pine forests. *U.S. For. Serv. Res. Paper SE-106*, 1973. 11 p.
6. JAMESON, D.A. Diurnal and seasonal fluctuations in moisture content of Pinyon and Juniper. *U.S. For. Serv. Res. Note RM* — 67, 1966. 7 p.
7. JOHNSON, V.J. Seasonal fluctuation in moisture of pine foliage. *U.S. For. Serv. Res. Note NC-11*, 1966. 4 p.
8. JOHNSTON, R.D. Water relations of "Pinus radiata" under plantation conditions. *Aust. J. Bot.*, 12(2): 111-24, 1964.
9. KOZŁOWSKI, T.T. & CLAUSEN, J.J. Water relations and dry weight changes of buds and leaves of forest trees. *Abstr. in Bull. Ecol. Soc. Amer.*, 45(3): 90-1, 1964.
10. KRAMER, P.J. & KOZŁOWSKI, T.T. *Fisiologia das árvores*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.
11. LEROY, P. Seasonal changes in the water content and mineral composition of leaves of "Quercus robur". *Ann. Sci. For.*, Paris, 25(2): 83-117, 1968.
12. LITVAK, P.V. Seasonal changes in the moisture content and N content of needles of "Pinus sylvestris". *Lesnoi Zhurnal*, 1:29-32, 1975. /Resumo/
13. MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. Curitiba, CODEPAR, 1968. 350 p.
14. MATTOS, J.R. *O pinheiro brasileiro*. São Paulo, Grêmio Politécnico, 1972. 620 p.
15. MEYER, B.S. Seasonal variations in the physical and chemical properties of the leaves of the pitch pine, with especial reference to cold resistance. *Amer. J. Bot.*, 15:449-72, 1928.
16. PHILPOT, C.W. The moisture content of ponderosa pine and white leaf manzanita foliage in the central Sierra Nevada. *U.S. For. Serv. Res. Note PSW-39* 1963. 7 p.
17. PHILPOT, C.W. & MUTCH, R.W. The seasonal trends in moisture content, ether extractives, and energy of ponderosa pine and Douglas fir needles. *U.S. For. Serv. Res. Paper INT-102*, 1971. 21 p.
18. REIFSNYDER, W.E. Seasonal variation in the moisture content of green leaves of Mountain Lavrel ("Kalmia latifolia"). *For. Sci.*, 7(1): 16-23, 1961.
19. RUSSEL, R.N. & TURNER, J.A. Foliar moisture trends during bud swelling and needle flush in British Columbia. *Bi-Monthly Res. Notes*, 31(4): 24-25, 1975.
20. SEROGLASOVA, L.M. Dynamics of the accumulation of dry matter and variation of moisture content in neerles and shoots of "Pseudotsuga menziesii". *Lesovedenie I. Les. Kh-vo*, n. 11: 114-120, 1976. /Resumo/
21. SUDNITZYN, I.I.; GAEL, A.G. et al. The water regime of Scots pine plantations on sandy soil in the dry steppe. *Lesovedenie*, 2: 38-47, 1971.
22. TRUJILLO, D.P. Chemical properties of chaparral fuels change during preheating before flaming. *U.S. For. Serv. Res. Note RM* — 320, 1976. 2 p.
23. VAN WAGNER, C.E. Seasonal variation in moisture content of eastern Canadian tree foliage and the possible effect on crown fires. *Can. Dep. For. and Rural Dev. Publ.*, 1204, 1967. 15 p.
24. WENDEL, G.W. & STOREY, T.G. Seasonal moisture fluctuations in four species of pocosin vegetation. *Sta. Pap. Sth. For. Exp. Sta.*, 147, 1962. 9 p.