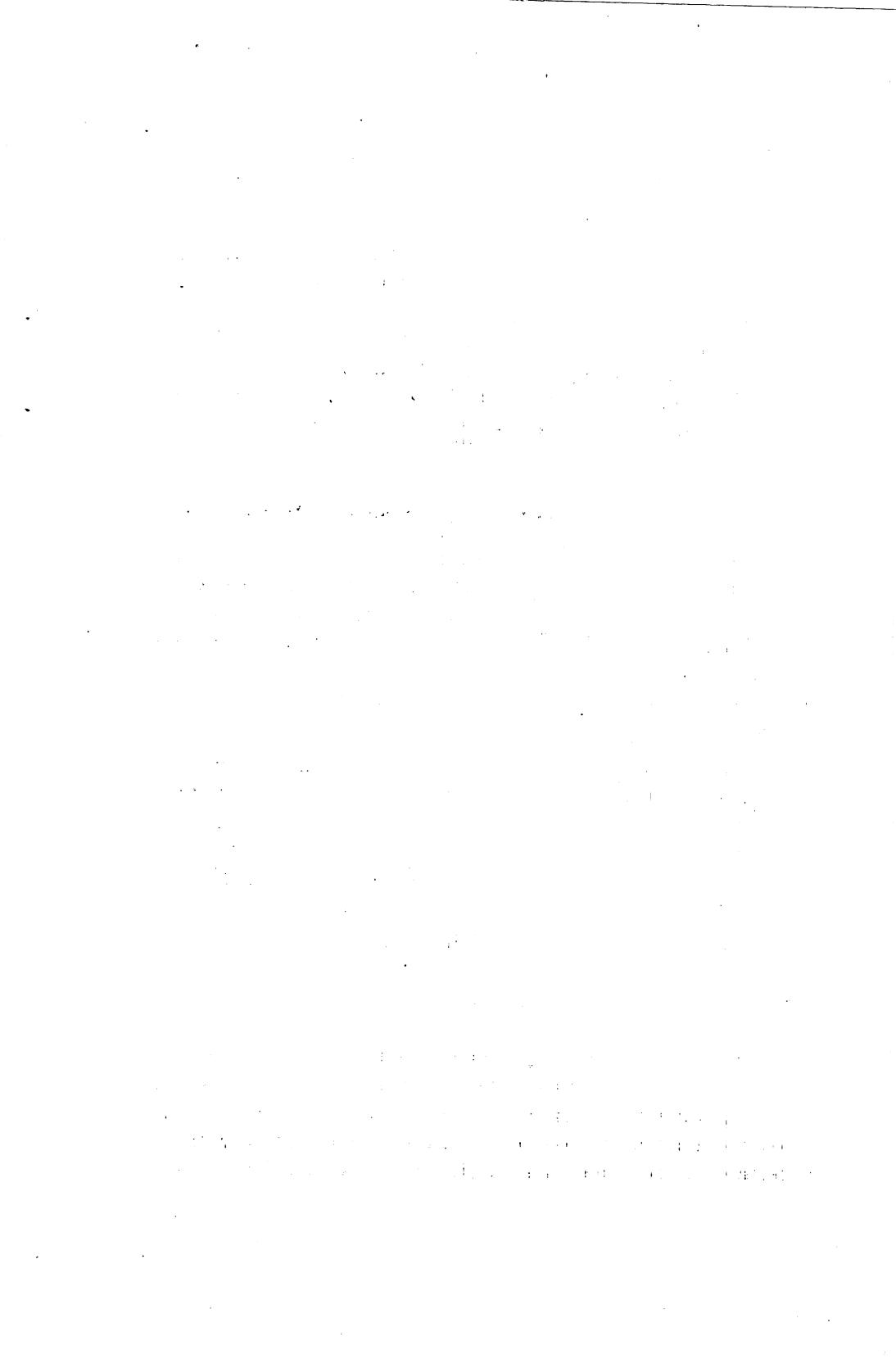


**CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DA ECOLOGIA DO
CERRADO. Estudo comparativo da economia d'água de sua ve-
getação, em Emas (Est. de São Paulo), Campo Grande (Est. de
Mato Grosso) e Goiânia (Est. de Goiás).**

Mario G. Ferri e Leopoldo M. Coutinho

Departamento de Botânica, da Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.



CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DA ECOLOGIA DO CERRADO. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação, em Emas (Est. de São Paulo), Campo Grande (Est. de Mato Grosso) e Goiânia (Est. de Goiás).

Mario G. Ferri e Leopoldo M. Coutinho

Departamento de Botânica, da Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

Introdução

Diversos trabalhos anteriores, de Rawitscher, Ferri e Rachid (15), Ferri (6, 8), Rachid (13), Rawitscher (14), Schubart e Rawitscher (17), Coutinho e Ferri (5), Andrade, Rachid-Edwards e Ferri (2), realizados em Emas (Pirassununga, Estado de São Paulo), trouxeram alguns esclarecimentos sobre a ecologia do cerrado, considerando especialmente o seu balanço hídrico.

Um estudo comparativo da economia d'água de cerrados sujeitos a condições ambientes diversas, traria, sem dúvida, subsídios valiosos à elucidação de muitos problemas que ainda aguardam solução. Cerrados típicos, em Campo Grande, Estado de Mato Grosso, e em Goiânia, Estado de Goiás, foram escolhidos para início deste estudo, para o qual, ainda, novas experiências foram realizadas em Emas.

Agradecimentos

Sem a valiosa cooperação de várias instituições e pessoas, a realização do presente trabalho não teria sido possível. A parte experimental de campo, em Emas, foi efetuada nos cerrados próximos de Pirassununga, onde se encontra a Estação Experimental de Biologia e Piscicultura. De seu Diretor, Dr.

Almir Perácio, do Dr. Otto Schubart e de outros funcionários da Estação tivemos, como sempre, o melhor auxílio.

Os estudos em Campo Grande foram facilitados por gentileza do Dr. Mario van den Bosch, do padre Mario Blandini, Diretor Vigário do Oratório São José, da Ordem dos Salesianos e do Clérigo Bartolomeu Giaccaria, do mesmo Oratório.

Em Goiânia contamos com a valiosa colaboração do Dr. Sebastião Dante de Camargo Júnior, de funcionários das Centrais Elétricas, do Palácio do Govêrno e da Secretaria da Agricultura. O Dr. Valerian Znamenskiy, desta última Secretaria, gentilmente forneceu dados meteorológicos aqui usados. Muitos outros dados meteorológicos foram fornecidos pelo Ministério da Agricultura, por gentileza do Ten-Cel. Av.^o Eng. João Luís Vieira Maldonado.

A Rockefeller Foundation proporcionou fundos que permitiram a aquisição de instrumentos utilizados nesta pesquisa.

A Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, mediante um convênio firmado em 22 de setembro de 1955 com o Departamento de Botânica, forneceu recursos, não só para aquisição de equipamentos, mas também para despêsa com as viagens realizadas.

Aos ilustres representantes dos diversos estados com interesses na referida bacia, a cujo elevado espírito devemos a autorização para firmar-se o aludido convênio, o nosso maior reconhecimento, que se estende, igualmente, a todos que conosco colaboraram.

Caracterização sumária dos locais de trabalho

Emas situa-se a 47° 30' de longitude W de Greenwich, a 22° 2' de latitude sul e a altitude, na estação da estrada de ferro da Cia. Paulista, em pleno cerrado, é de 575 metros.

Campo Grande está a uma longitude de 54° 37' W de Greenwich, a 20° 27' de latitude sul e a sua altitude é de 366.2m, no posto meteorológico situado no Oratório São José, da Ordem dos Salesianos, próximo do centro da cidade.

Goiânia fica a 49° 17' de longitude W de Greenwich, a 16° 38' de latitude sul e a uma altitude de 744,3m; estas são as características do posto meteorológico do aeroporto local.

Considerações pormenorizadas sobre o clima de Emas são dispensáveis, uma vez que há numerosas informações publicadas a respeito (Rawitscher, Ferri e Rachid (15), Ferri (6, 8), Rachid (13), Schubart (16)). Assinalaremos apenas que a média das precipitações anuais oscila ao redor de 1300 mm, havendo, em geral, um período de seca de cinco meses, de maio a setembro. Nesse período a média mensal de precipitações é de 19,1 mm. Se considerarmos apenas os três meses mais secos (julho a setembro), essa média cairá para 13,8 mm.

Em Campo Grande as precipitações anuais médias sobem a um valor aproximado de 1400 mm, sendo que o período de seca se restringe, em geral, a três meses — de julho a setembro. Em certos anos, porém, a seca pode ser mais longa, começando em junho e até mesmo em maio. Enquanto que em Emas a média mensal de pluviosidade no período de seca é de 19,1 mm, em Campo Grande ela se eleva a 23,5 mm.

A tabela 1 nos informa sobre as precipitações mensais em Campo Grande, de 1951 a 1955. Deve-se notar que, à semelhança do que ocorre em Emas (Ferri, 6, 8), são relativamente raros os meses com absoluta falta de chuvas.

A tabela 2 refere-se às precipitações mensais, de 1940 a 1948, na cidade de Goiânia. Verifica-se, em primeiro lugar, que a média das precipitações anuais é de cerca de 1600 mm, mais elevada, portanto, que nas duas localidades anteriormente mencionadas. O período de seca é de quatro meses, de maio a agosto. Observa-se ainda, que em Goiânia, ao contrário do que ocorre em Emas e em Campo Grande, raros são os anos que não apresentem um, dois, três e até quatro meses com absoluta falta de chuvas. Esse fato parece indicar que, embora as precipitações anuais de Goiânia superem, em média, as de Emas e Campo Grande, a seca é mais severa na primeira localidade. A essa mesma conclusão chegaremos, observando que a média das precipitações dos quatro meses mais secos, em

TABELA 1

Distribuição mensal das Precipitações em Campo Grande (1951-1955),
segundo dados fornecidos pelo Posto Meteorológico situado no Oratório
São José, da Ordem dos Salesianos.

	1951	1952	1953	1954	1955	Média
Janeiro	511,8	272,3	147,0	315,0	285,2	306,26
Fevereiro	180,0	383,7	146,4	163,3	83,8	191,44
Março	156,5	205,3	99,8	180,8	255,2	179,52
Abril	2,5	97,7	95,5	116,0	130,0	88,34
Maiο	31,7	17,0	138,3	189,0	20,9	79,38
Junho	50,6	52,6	92,8	79,5	59,7	67,04
Julho	4,2	9,2	10,3	4,5	33,7	12,38
Agosto	18,7	2,0	21,8	0,0	20,4	12,58
Setembro	26,8	31,4	152,9	17,0	0,0	45,62
Outubro	176,9	164,6	166,0	181,4	134,3	164,64
Novembro	125,2	198,4	313,1	93,2	93,7	164,72
Dezembro	74,5	115,6	123,5	144,3	299,6	151,50
Totais anuais	1359,4	1549,8	1507,4	1484,0	1416,5	1463,38

Goiânia, é de 7,9 mm, muito inferior à obtida para as outras duas localidades.

Quanto ao fator temperatura, Ferri (8), reúne informações relativas a Emas e de seu trabalho reproduzimos os seguintes dados: a média das temperaturas máximas (de 1951 a 1953) é de 28,7° C, sendo 12,4° C a das mínimas. Para Campo Grande as médias das máximas e das mínimas são, respectivamente, 29,5° C e 17,3° C, considerando-se os anos de 1935, 1945 e 1955, a que se referem os dados que pudemos obter. Em Goiânia essas médias são 29,0° C e 15,5° C (1940 a 1948). Comparando as três localidades vemos que a média das máximas pouco varia enquanto que a das mínimas apresenta diferenças apreciáveis, principalmente entre Emas e Campo Grande.

Por falta de dados mais numerosos que permitissem um confronto das condições de umidade relativa nas três localidades, as informações sobre esse fator, apresentadas mais adiante, serão restritas aos dias em que nossas experiências se realizaram.

Com relação ao solo, informações sobre o de Emas já foram reunidas por Rawitscher, Ferri e Rachid (15), Rachid (13) e Ferri (8).

Campo Grande está em terrenos de idade mesozóica (1^a), constituídos por "trapps" basálticos e arenitos. O solo aí pode ser fértil, com freqüência constituído por terra roxa, havendo manchas intercaladas, de solo mais arenoso. Testemunho da fertilidade de alguns desses solos é o bom desenvolvimento de várias culturas que tivemos ensejo de observar. É natural que em muitos casos o solo se apresente, ao menos nas camadas superiores, altamente empobrecido, devido, inclusive, aos maus tratos a que vem sendo submetido desde longa data.

Informações locais sobre a profundidade do solo revelam situação comparável à de Emas, pois o lençol freático, permanente, pode achar-se até a 16 m.

Em Goiânia e arredores, igualmente, o solo é, muitas vezes, de aparência fértil, tipo massapé e salmourão, proveniente de decomposição de rochas do complexo cristalino (4). Com relativa freqüência encontram-se manchas que lembram, pelo

TABELA 2

Distribuição mensal das Precipitações em Goiânia (1940—1948), segundo dados fornecidos pelo Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura

	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	Média
Janeiro	233,3	306,9	238,3	416,3	118,4	364,0	200,0	194,3	179,3	260,1
Fevereiro	389,8	278,9	364,2	113,3	240,5	213,7	143,7	183,0	128,8	228,4
Março	266,4	278,2	169,1	194,1	162,4	265,7	207,1	223,8	235,9	222,5
Abril	35,4	65,3	149,4	86,8	97,0	443,3	35,0	87,6	11,6	112,4
Mai	44,9	0,9	22,0	1,6	0,0	43,8	28,2	5,7	0,3	16,4
Junho	0,0	0,0	0,0	0,1	5,0	0,0	1,4	1,6	0,3	0,9
Julho	0,0	22,2	0,1	0,0	0,0	0,0	23,3	4,2	1,6	5,7
Agosto	41,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	0,0	8,9
Setembro	76,0	79,9	127,7	43,4	0,0	8,3	50,8	34,1	48,0	52,0
Outubro	204,8	80,5	179,4	159,2	190,0	197,4	152,4	126,7	62,7	150,4
Novembro	169,3	315,5	222,2	433,4	258,0	377,7	205,3	184,8	210,2	264,0
Dezembro	207,5	296,8	250,3	458,4	235,3	253,6	270,4	363,0	400,7	315,1
Totais anuais	1668,4	1915,1	1722,7	1906,6	1306,6	2167,5	1317,6	1447,8	1279,4	1636,8

aspecto, terra roxa. Nestes solos, também, diversas culturas atestam, às vezes, a fertilidade, valendo, entretanto, para êles, as mesmas considerações acima feitas, sôbre a possibilidade de esgotamento, principalmente nas camadas mais superficiais.

A vegetação

Referindo-se aos campos cerrados de Emas, Ferri (8) afirma apresentarem "fisionomia e composição florística muito semelhantes às dos outros cerrados do Brasil". De fato, comparando a vegetação de Emas com a de Campo Grande e Goiânia, verificam-se pequenas diferenças que não chegam, porém, a distinguir com nitidez, quer fisionômica, quer floristicamente, o cerrado das três localidades.

Assim, enquanto que em Emas, entre as espécies predominantes figuram **Stryphnodendron adstringens** e **Dimorphandra mollis**, em Campo Grande **Anona coriacea** é a dominante absoluta, que em Goiânia desaparece, cedendo lugar a **Curatella americana**. Uma outra espécie de **Anona**, ainda não determinada, ocorre com certa freqüência neste último local.

E, se **Anona coriacea**, em Emas, nunca ultrapassa a altura de um metro, em Campo Grande atinge cinco ou mais, constituindo frondosas árvores, à sombra das quais, com freqüência, nos abrigávamos para a realização das nossas experiências. **Curatella americana**, espécie que não ocorre em Emas, sôbre ser muito freqüente em Goiânia, atinge 7-10 metros de altura, tornando-se, por ambos os motivos, componente em grande destaque, de sua vegetação.

Também entre as espécies herbáceas, como as que constituem o revestimento do solo, algumas diferenças ocorrem. Assim, **Echinolaena inflexa**, gramínea muito freqüente em Emas, é incomum em Goiânia e principalmente em Campo Grande; certa freqüência de Bromeliáceas terrestres só foi constatada em Goiânia.

Fato interessante observa-se nas proximidades desta cidade: a uns 10 km do centro, ao longo da estrada de rodagem que conduz a Goiás, antiga capital do Estado, numa faixa de mais

ou menos 50 m de largura, encontra-se uma vegetação bastante densa, em que predominam espécie do cerrado; sua fisionomia não é, porém, a fisionomia típica de cerrado; as árvores atingem a vários metros de altura; há boa cobertura do solo por folhas e detritos vegetais; líquens abundantes revestem os troncos das árvores, onde se encontram, igualmente, como epífitas, orquídeas e Bromeliáceas; não se notam aí, sinais de queima, nem indícios de recente corte de árvores; afastando-se da estrada, uma vez ultrapassada esta faixa, descortina-se logo o cerrado típico.

A explicação para êste fato foi logo encontrada: quem vai lenhar em propriedade alheia, nunca o faz nas vizinhanças da estrada, temendo ser surpreendido. Assim, a faixa de vegetação próxima à estrada, tem oportunidade de desenvolver-se melhor, oferecendo ao solo mais sombra protetora e possibilitando, com a rápida melhora geral das condições ambientes, oportunidade para ocupação por espécies mais exigentes, que aí chegam, vindas de associações vizinhas, de composição diversa.

A lista que segue, das principais espécies do cerrado, compara a vegetação das três localidades em consideração neste trabalho. Confirma o fato da relativa uniformidade dessa vegetação, mostrando haver, todavia, diferenças na composição florística.

Quando uma espécie é indicada com sinal negativo, isso não significa que ela tenha ausência absoluta no local considerado, mas, apenas, que não foi por nós encontrada.

LISTA COMPARATIVA DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DOS CERRADOS DE EMAS, CAMPO GRANDE E GOIÂNIA

Nome científico	Nome vulgar	Família	Emas	Campo Grande	Goiânia
<i>Albertia sessilis</i> Schum.	Marmelinho	Rubiácea	+	+	-
<i>Anacardium pumilum</i> St. Hil.	Cajueiro do campo	Anacardiácea	+	+	+
<i>Andira humilis</i> Mart.	Mata-barata, Angelim	Leguminosa	+	+	+
<i>Andira</i> sp. (arborea)	—	Leguminosa	-	++	-
<i>Anemia anthriscifolia</i> Schrad.	—	Esquiseácea	+	-	+
<i>Anona coriacea</i> Mart.	Cabeça de negro	Anonácea	++	+++	-
<i>Anona dioica</i> St. Hil.	—	Anonácea	+	+	-
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Peroba do campo	Apocinácea	++	-	++
<i>Banisteria</i> sp.	—	Malpigiácea	+	+	+
<i>Bauhinia</i> sp.	Unha de vaca	Leguminosa	+	+	+
<i>Bombax gracilipes</i> Schum.	Paina do campo	Bombacácea	+	-	+
<i>Bombax longiflorum</i> Schum.	Embirussú	Bombacácea	+	+	+
<i>Bowditchia virgiltoides</i> Kunth in H. B.	Sucupira	Leguminosa	+	+	++
<i>Butia leiopatha</i> (Barb. Rodr.) Bacc.	—	Palmácea	+	+	+
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Murici	Malpigiácea	++	+	+
<i>Byrsonima verbascifolia</i> Rich.	Murici	Malpigiácea	+	+	-
<i>Caryocar brasiliense</i> St. Hil.	Piqui	Cariocarácea	+	+	+
<i>Cassia chrysocarpa</i> Desv.	—	Leguminosa	+	+	+
<i>Cochlospermum insignis</i> St. Hil.	Algodão do campo	Coclospermácea	+	-	+
<i>Conarus suberosus</i> Planch.	—	Conarácea	+	+	++
<i>Curatella americana</i> Linn.	Lixeira	Dileniácea	-	++	+++
<i>Didymopanax vinosum</i> E. March.	—	Araliácea	+	-	+

(?)

Nome científico	Nome vulgar	Família	Emas	Campo Grande	Goiânia
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Barbatimão de fêlha miúda	Leguminosa	+++	+	+
<i>Diplothemium campestre</i> Mart.	—	Palmácea	+	—	+
<i>Diplusodon virgatus</i> Pohl	—	Litrácea	+	—	+
<i>Duguetia furfuracea</i> (St. Hil) Benth. & Hook. fil.	—	Anonácea	+	+	+
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Capim flecha	Gramínea			
<i>Eremanthus sphaerocephalus</i> (D. C.) Baker	—	Composta	++	—	+
<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil.	Mercúrio do campo	Eritroxilácea	+	—	+
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Mercúrio do campo	Eritroxilácea	++	+	+
<i>Helicteris</i> sp.	—	Esterculiácea	+	—	+
<i>Himatanthus</i> sp.	—	Apocinácea	—	—	++
<i>Hymenaea</i> sp.	Jatobá	Leguminosa	+	+	++
<i>Jacaranda</i> sp.	—	Bignoniácea	+	+	+
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart.	Pau santo	Ternstroemiácea	++	—	+
<i>Kielmeyera corymbosa</i> Mart.	Pau santo	Ternstroemiácea	+	+	+
<i>Machaerium</i> sp.	Jacarandá do campo	Leguminosa	+	—	+
<i>Miconia</i> sp.	—	Melastomácea	+	+	+
<i>Neea theifera</i> Oerstedt	—	Nictaginácea	+	—	+
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	—	Ocnácea	+	—	+
<i>Palaucourea rigida</i> H.B.K.	Gritadeira	Rubiácea	+	+	+
<i>Periandra dulcis</i> Mart.	Alcaçúis do campo	Leguminosa	—	—	+

Nome científico	Nome vulgar	Família	Emas	Campo Grande	Goiânia
<i>Piptadenia</i> sp.	—	Leguminosa	+	++	—
<i>Psichotria</i> sp.	—	Rubiácea	—	—	+
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Pau terra	Voquiácea	+	++	+
<i>Ruelia geminiflora</i> (N. ab Es.) H.B.K.	—	Acantácea	+	—	+
<i>Serjania erecta</i> Radlk.	—	Sapindácea	+	+	+
<i>Smilax</i> sp.	—	Esmilacácea	+	+	+
<i>Solanum grandiflorum</i> Ruiz et Pavon.	Fruta de lobo	Solanácea	+	+	+
<i>Strychnos pseudo-quina</i> St. Hil.	Quina do campo	Loganiácea	+	—	+
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão	Leguminosa	+++	+	+
<i>Styrax camporum</i> Pohl.	—	Estiracácea	+	+	+
<i>Sweetia dasycarpa</i> Benth.	—	Leguminosa	+	+	+
<i>Sweetia elegans</i> Benth.	—	Leguminosa	+	+	—
<i>Tabebuia</i> sp. (2 ou 3 espécies)	Ipê	Bignoniácea	+	+	+
<i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.	—	Rubiácea	+	+	+
<i>Tocoyena formosa</i> Schum.	—	Rubiácea	+	—	+
<i>Vernonia</i> sp.	—	Composta	+	—	+
<i>Xylopia grandiflora</i> St. Hil.	Pimenta de macaco	Anonácea	+	+	+
<i>Zeyhera montana</i> Mart.	Bolsa de pastor	Bignoniácea	+	—	+

Considerações sôbre a metodologia e indicação das espécies estudadas

Para o estudo da transpiração e do comportamento estomático das espécies escolhidas, foi empregado o método das pesagens rápidas, utilizando-se para isso de uma balança de torção Jung-Heidelberg.

A velocidade das reações hidroativas dos estômatos foi igualmente estabelecida. Para isso, uma fôlha destacada da planta era posta na balança, efetuando-se pesagens de minuto em minuto; os valores assim obtidos, de sua transpiração, os quais gradativamente decresciam, com maior ou menor velocidade, indicavam o grau variável de eficiência dos aparelhos estomáticos das diversas espécies.

Avaliações das aberturas estomáticas pelo método de infiltração com xilol, foram feitas, não só para as espécies cujo andamento diário da transpiração se estudou, mas, também, para muitas outras.

Maiores detalhes sôbre o método das pesagens rápidas, e justificativas de seu emprêgo, deixam de aquí figurar, visto que Ferri (8), ainda recentemente, apresentou a respeito, muitas informações.

Os resultados a seguir discutidos, referem-se ao andamento diário da transpiração, à velocidade de reação e ao comportamento estomático de diversas espécies permanentes, escolhidas, de preferência, entre aquelas que são comuns aos cerrados de Emas, Campo Grande e Goiânia. A não ocorrência de uma espécie em certo local, o mau estado dos exemplares encontrados, de outra, etc., impediram, por vêzes, o estudo de tôdas, nas três localidades.

Em Campo Grande foram estudadas: **Erythroxyllum suberosum**, **Anona coriacea**, **Connarus suberosus**, **Xylopia grandiflora**, **Byrsonima coccolobifolia** e **Andira humilis**. Em Goiânia: **Erythroxyllum tortuosum**, **Erythroxyllum suberosum**, **Connarus suberosus**, **Byrsonima coccolobifolia**, **Andira humilis** e **Curatella americana**. Finalmente, em Emas, onde Ferri já estudara a maioria das espécies agora analisadas em Campo Gran-

de e Goiânia, foi julgado interessante obter informações relativas a **Connarus suberosus** e **Xylopia grandiflora**.

O comportamento estomático analisado pelo método de infiltração com xilol abrangeu um grande número de espécies. Em Campo Grande foram feitas observações em: **Duguetia furfuracea**, **Anona coriacea**, **Xylopia grandiflora**, **Andira humilis**, **Andira** sp. (espécie arbórea). **Qualea grandiflora**, **Stryphnodendron adstringens**, **Curatella americana**, **Tecoma** sp. **Tocoyena brasiliensis**, **Byrsonima coccolobifolia**, **Erythroxylum suberosum**, **Connarus suberosus**, **Caryocar brasiliensis**, **Sweetia elegans**, **Hymenae** sp., **Anacardium pumilum**, **Butia leiospatha** e **Alibertia sessilis**. Em Goiânia foram observadas: **Palicourea rigida**, **Connarus suberosus**, **Erythroxylum suberosum**, **Bowdichia virgilioides**, **Tocoyena formosa**, **Kielmeyera** sp., **Anacardium pumilum**, **Curatella americana**, **Aspidosperma tomentosum**, **Andira humilis**, **Erythroxylum tortuosum**, **Tecoma** sp., **Butia leiospatha**, **Neea theifera**, **Byrsonima coccolobifolia**, **Qualea grandiflora**, **Stryphnodendron adstringens**. Observações no mesmo sentido, em Emas, foram dispensadas, por já terem sido feitas anteriormente (Ferri, 6).

Condições meteorológicas nos dias de realização das experiências

O andamento diário da temperatura, da umidade relativa e da evaporação, nos dias em que as determinações de transpiração foram feitas, está representado nas curvas das figuras 1, 2a e b e 3a, b e c, que se referem, respectivamente, a Emas, Goiânia e Campo Grande.

A figura 1, relativa ao dia 10 de agosto de 1956, mostra o início das observações em Emas, um pouco depois das nove horas. Era impraticável começar o trabalho mais cedo, pela grande quantidade de orvalho que permanecia sobre a vegetação até aquela hora. A partir de então, a H. R. caiu rapidamente, para quase se estabilizar no período das 11,30 às 16,00 horas. Com o pôr do sol, novamente os valores de H. R. se elevaram. A temperatura, ao contrário do que geralmente ocorre

no cerrado, durante o fim da sêca, pouco variou, mantendo-se, durante quase todo o dia, próxima de 20°C . A curva de evaporação, de valores relativamente altos já às 9,30 horas, apresentou dois máximos: um às 11,15 aproximadamente e outro às 13,15. A partir de então decaiu continuamente.

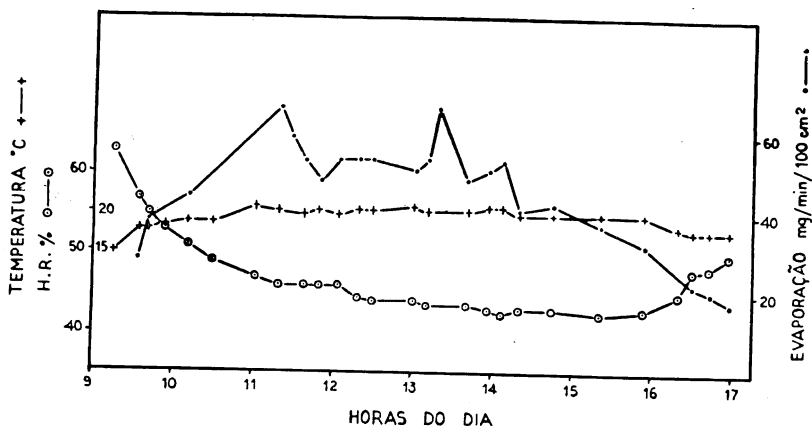


Fig. 1 — Andamento diário da evaporação, umidade relativa e temperatura no cerrado de Emas, em 10/8/1956.

As figuras 2a e 2b referem-se, respectivamente, às condições dos dias 27 e 28 de julho de 1956, em Goiânia. Na primeira nota-se que a H. R. já às 8,30 horas apresentou valores bem abaixo de 100%, o que condiz com as observações de Ferri (6, 8), no fim da sêca, em Emas. O mínimo foi atingido às 15,30, a partir de quando os valores se elevaram rapidamente. A temperatura, também coincidindo com as observações de Ferri, sofreu durante o dia uma variação de quase 15°C , sendo que o máximo ocorreu às 14 horas, permanecendo estável até quase às 16 horas, para então começar a decrescer. A evaporação atingiu o maior valor por volta das 14 horas; oscilou um pouco até perto das 16 horas e então decresceu definitivamente.

A figura 2b, semelhante em geral, à anterior, revela que o mínimo de H. R., nesse dia, foi antecipado, ocorrendo logo após as 13 horas. A temperatura atingiu o máximo depois das 12 horas, permaneceu estável até depois das 13, decaindo em segui-

da. A evaporação chegou a um valor máximo, nesse dia, por volta das 13,30 horas.

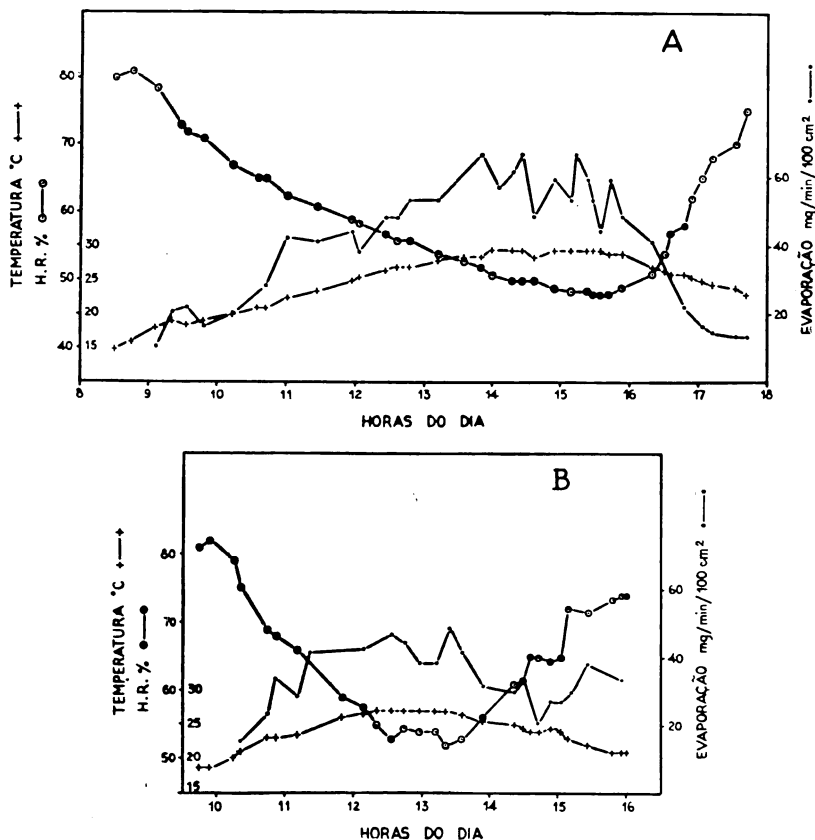


Fig. 2 — Andamento diário da evaporação, umidade reativa e temperatura no cerrado de Goiânia; A — em 27/7/1956, B — em 28/7/1956.

O andamento diário da temperatura, umidade relativa e da evaporação em Campo Grande, nos dias 18, 19 e 21 de julho de 1956 acha-se representado pelas curvas das figuras 3a, 3b e 3c, respectivamente.

Na figura 3a encontramos um valor já relativamente baixo para a H. R. às 8 horas; o mínimo foi atingido nas proximidades das 13 horas, elevando-se daí por diante. A temperatura pouco variou nesse dia, havendo entre a máxima e a mínima observada, uma diferença de apenas 7° C. A evaporação elevou-

se durante o período da manhã, atingiu o seu máximo pouco depois do meio dia e declinou a partir de então.

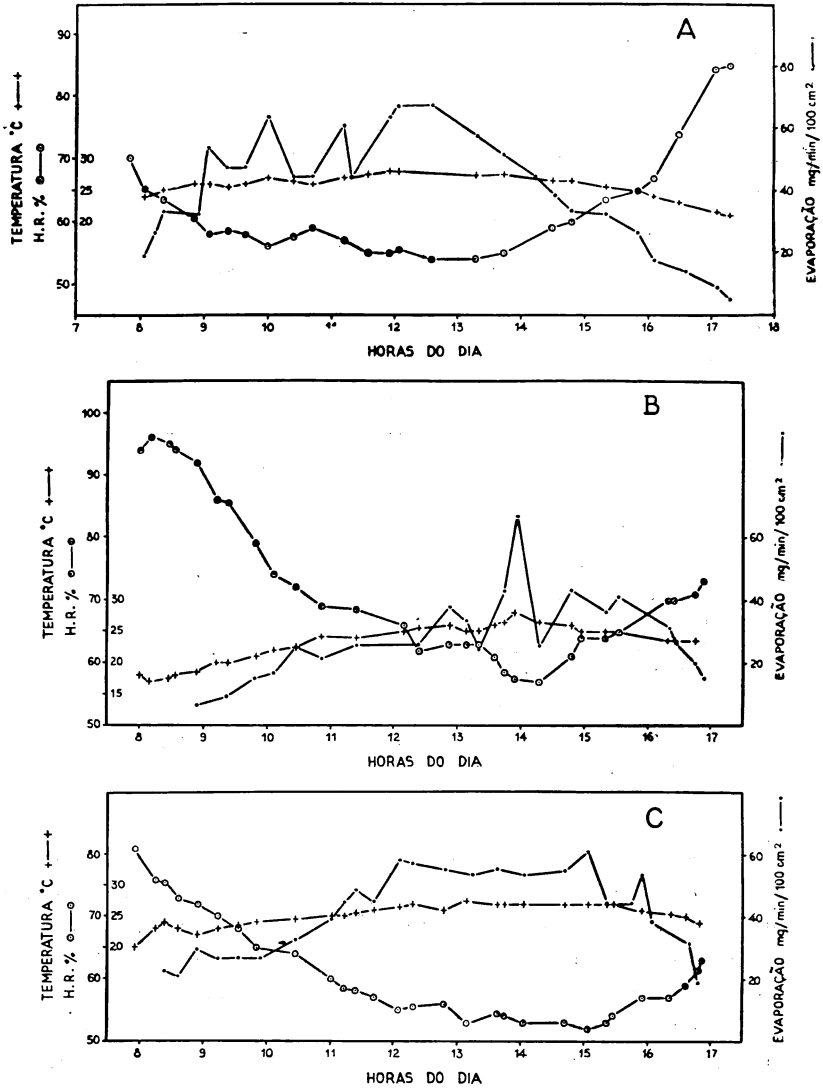


Fig. 3 — Andamento diário da evaporação, umidade relativa e temperatura no cerrado de Campo Grande; A — em 18/7/1956; B — em 18/7/1956 e C — em 21/7/1956.

A curva da umidade relativa da figura 3b indica valores elevados pela manhã. Tais valores já são, entretanto, inferiores a 100%. O mínimo foi atingido pouco depois das 14 horas. A temperatura alcançou um valor máximo às 14 horas aproximadamente, decrescendo lentamente a partir de então. A evaporação, depois das 13,15 horas, elevou-se rapidamente, atingindo o máximo perto das 14 horas.

As curvas da figura 3c nos mostram que enquanto a umidade relativa atingiu seu valor máximo às 15 horas, a temperatura, que se encontrava em elevação até pouco depois das 13 horas, estabilizou-se até às 15 horas e meia, decaindo em seguida; a evaporação, já elevada às 12 horas, só alcançou o máximo às 15 horas.

Vemos, portanto, que de uma maneira geral as curvas de umidade relativa iniciam-se pela manhã com valores elevados, porém, sempre inferiores a 100%. O valor mínimo é atingido à tarde, em torno das 14-15 horas, ficando em geral ao redor de 50%.

As curvas de temperatura mostram, em média, valores bastante elevados para uma época de inverno*. Diferenças de até 15^o C foram observadas num mesmo dia.

A evaporação, em geral, atinge seu máximo, cujo valor oscila entre 60-70 mg/min/100cm², à tarde, ao redor das 14 ou 15 horas.

Andamento diário da transpiração

Andira humilis

Esta planta, de relativa freqüência, e comum aos cerrados de Emas, Campo Grande e Goiânia, já havia sido estudada, na primeira localidade, por Ferri (6). Mostrou-se *Andira humilis* sem qualquer restrição de consumo de água, no início da seca. No fim, uma ligeira antecipação do máximo de transpiração ocorreu, em relação ao máximo de evaporação, indicando isso uma pequena restrição no consumo de água. Para efeito de comparação, extraímos do trabalho de Ferri (6) o gráfico relativo ao andamento diário da transpiração de *Andira humilis*

* Convém lembrar que o ano de 1956 foi um tanto irregular quanto às condições climáticas.

no fim da sêca em Emas, o qual, juntamente com aquêles obtidos por nós em Campo Grande e Goiânia, compõe a figura 4.

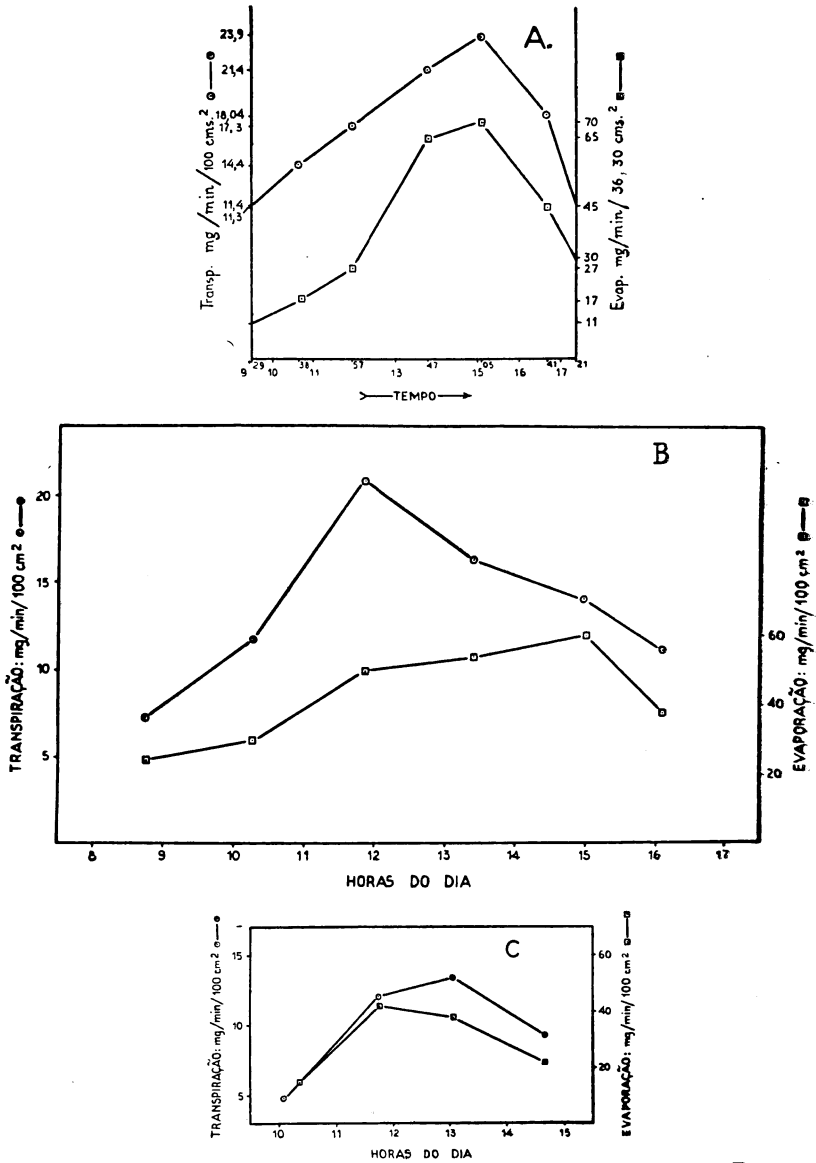


Fig. 4 — Andamento diário da transpiração de *Andira humilis*; A — em Emas. (28/8/1943), seg. Ferri (6); B — em Campo Grande (21/7/56) C — em Goiânia (28/7/1956).

O segundo gráfico da figura 4, relativo a Campo Grande, mostra-nos que o máximo de transpiração de **Andira humilis** antecipou-se ao de evaporação cerca de três horas. Como essa antecipação, em Emas, foi de apenas uma hora, é admissível que a restrição em Campo Grande seja maior. Outro fato que devemos notar é que a época em que esta planta foi estudada corresponde ao início e não ao fim da seca em Campo Grande. Portanto, aqui, já no início da seca **Andira humilis** apresenta uma certa restrição de seu consumo hídrico, o que não acontece em Emas.

O último gráfico da figura 4 é relativo ao andamento diário da transpiração de **Andira humilis** em Goiânia. Mostra-nos que, ao contrário dos dois casos anteriores, nenhuma restrição do consumo d'água foi registrada, muito embora já estivéssemos no período final da seca naquela localidade.

Dêstes três gráficos conclui-se que, de um modo geral, o comportamento de **Andira humilis** é bastante semelhante nas três localidades. Em nenhuma delas se observou acentuada restrição em seu consumo d'água.

Pequenas diferenças ocorrem sem dúvida, porém, não chegam a modificar acentuadamente o tipo de comportamento da planta em relação ao fator água.

Byrsonima coccolobifolia

Assim como a planta anterior, **Byrsonima coccolobifolia** já havia sido estudada por Ferri (6), em Emas. O primeiro gráfico da figura 5, reproduzido do trabalho de Ferri (6), refere-se ao andamento diário da transpiração dessa planta, no fim da seca, em Emas. O mesmo autor mostra que no início da seca **Byrsonima coccolobifolia** não apresenta, ainda, qualquer restrição de seu consumo d'água. No fim da seca, entretanto, como nos indica o gráfico aqui reproduzido, há uma restrição nas horas em que a seca é mais severa. À tarde observa-se uma nova elevação da transpiração, para, depois, as curvas de evaporação e transpiração caírem simultaneamente.

Nossas determinações feitas em Campo Grande, permitiram construir o segundo gráfico da figura 5. Podemos obser-

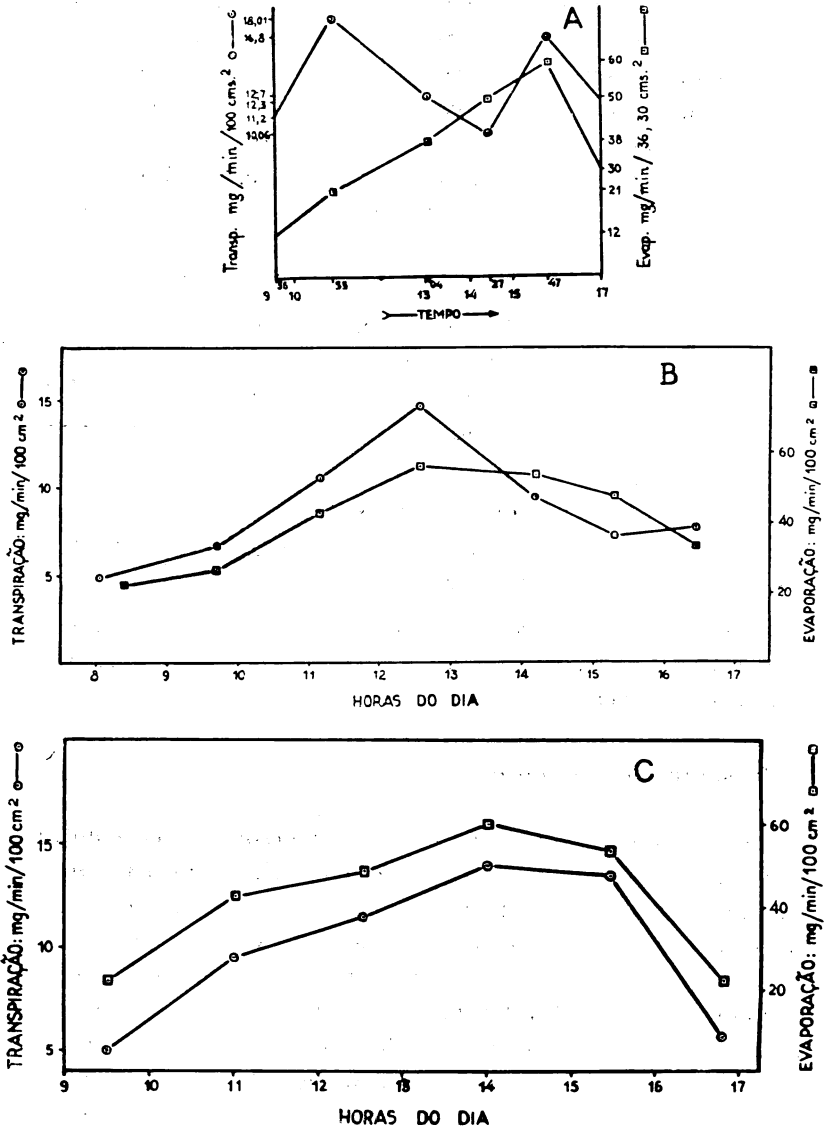


Fig. 5 — Andamento diário da transpiração de *Byrsonima coccolobifolia*; A — em Emas (27/8/1943), seg. Ferri (6); B — em Campo Grande (21/7/1956); C — em Goiânia (27/7/1956).

var que, embora ambas as curvas de transpiração e evaporação decresçam depois das 12 horas e meia, êsse decréscimo é muito mais acentuado para a primeira que para a segunda, parecendo isso indicar que houve ligeira restrição da transpiração no período da tarde.

O último ponto da curva de transpiração é um pouco mais elevado que o anterior, o que nos leva a pensar numa reabertura dos estômatos. Essa reabertura, possibilitada pela economia d'água feita durante o período de restrição, não foi muito acentuada, pelo que se pode depreender da figura, talvez devido às condições de luminosidade já decrescentes àquela hora.

Vemos que êsse gráfico assemelha-se um pouco àquela relativo a *Emas*. Deve-se ter em mente que essas observações foram realizadas no início da sêca e que já nessa época, ***Byrsonima coccolobifolia*** apresenta ligeira economia d'água em Campo Grande.

O último gráfico da figura 5, referente ao andamento diário da transpiração de ***Byrsonima coccolobifolia*** em Goiânia, mostra-nos claramente, dado o paralelismo existente entre as curvas de transpiração e evaporação, que não houve qualquer restrição do consumo d'água por parte dessa planta, naquele dia. E' de se notar que, àquela época, já nos aproximávamos do fim da sêca naquela localidade.

Connarus suberosus

Esta espécie, estudada por nós, inicialmente em Campo Grande e Goiânia, foi posteriormente estudada em *Emas*, para fins de comparação.

O andamento diário da transpiração dessa planta, em *Emas*, mostrou-se perfeitamente concordante com a afirmação de Ferri (6, 8) de que as plantas permanentes do cerrado de *Emas*, em geral, não têm necessidade de restrição do seu consumo d'água. Podemos acompanhar o andamento diário da transpiração de ***Connarus suberosus*** através do primeiro gráfico da figura 6, observando que as curvas de evaporação e transpiração são praticamente paralelas. Isso indica que essa planta

transpirou livremente durante todo o dia, não tendo necessidade de restringir sua transpiração para economia d'água.

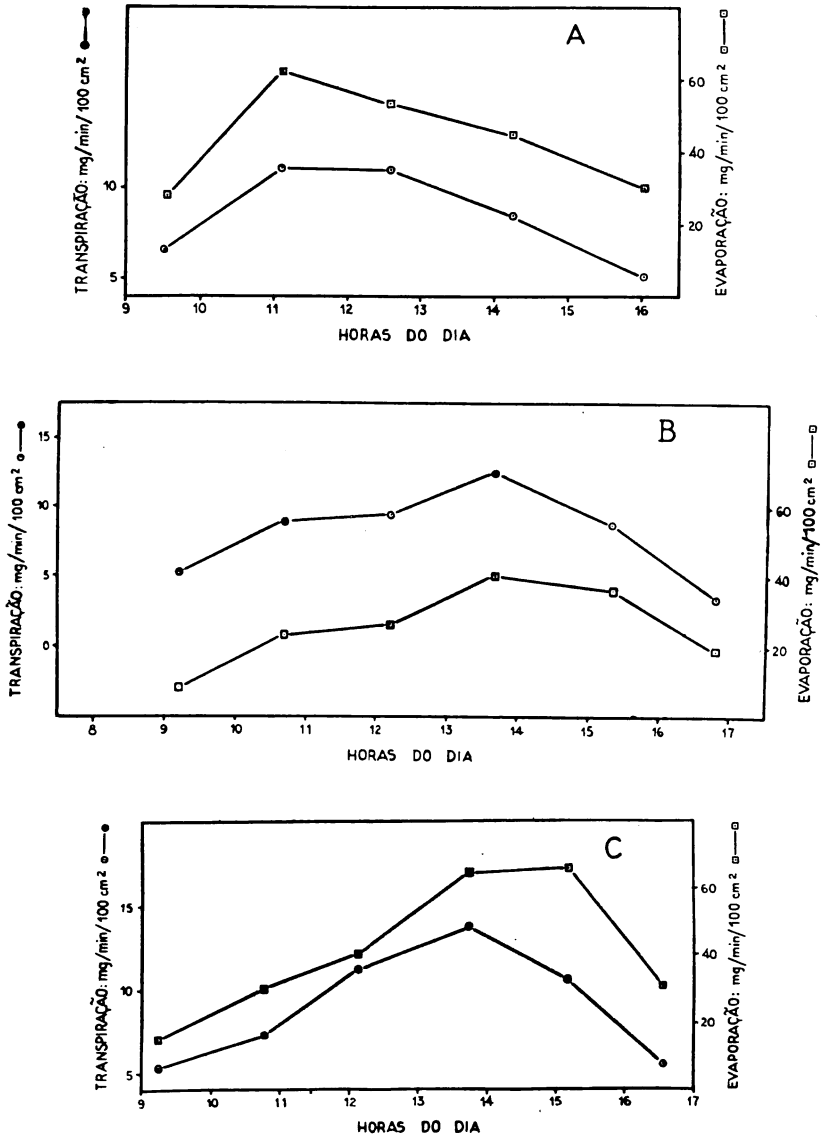


Fig. 6 — Andamento diário da transpiração de *Connarus suberosus*; A — em Emas (10/8/1956); B — em Campo Grande (19/7/1956); C — em Goiânia (27/7/1956).

O segundo gráfico da figura 6 refere-se ao andamento diário da transpiração de **Connarus suberosus** em Campo Grande. Vemos que também nesta localidade, nenhuma restrição foi observada: o paralelismo entre as curvas é visível. Em Goiânia, entretanto, uma pequena divergência foi notada. As curvas do andamento diário de transpiração e de evaporação do terceiro gráfico da figura 6 nos mostram que os seus valores máximos se acham ligeiramente deslocados; o de transpiração ocorreu cerca de uma hora e meia antes que a evaporação atingisse seu climax, nesse dia. Isso significa que enquanto a evaporação ainda se elevava, a transpiração já entrava em declínio. Esse declínio antecipado da transpiração, parece-nos indicar que a planta teve necessidade de pequena economia d'água, e, diminuindo suas aberturas estomáticas, restringiu um pouco sua transpiração.

Erythroxylum suberosum

Sendo uma das plantas permanentes já estudadas por Ferri (6) em Emas, utilizamos-nos de um de seus gráficos para compor a figura 7. O primeiro gráfico dessa figura representa o andamento diário da transpiração de **Erythroxylum suberosum**, em Emas, no início da sêca. Como Ferri já salientou, há relativo paralelismo entre as curvas de evaporação e de transpiração; apenas o segmento da curva de transpiração compreendido entre o 4º e o 5º ponto apresenta um ligeiro declínio, enquanto que o segmento correspondente da curva de evaporação ainda se eleva.

Um declínio muito acentuado da transpiração, nas horas críticas, não foi observado por aquêle autor, nem no início, nem no fim da sêca em Emas.

O dia 18 de julho de 1956, quando estudamos o andamento diário da transpiração de **Erythroxylum suberosum** em Campo Grande, apresentou-se um tanto variável em suas condições meteorológicas, até cerca de 12 horas. Ventilação intercalada com períodos de calma, céu ora nublado ora descoberto, determinaram as oscilações de temperatura, umidade re-

lativa e principalmente de evaporação, registradas nas curvas da figura 3a.

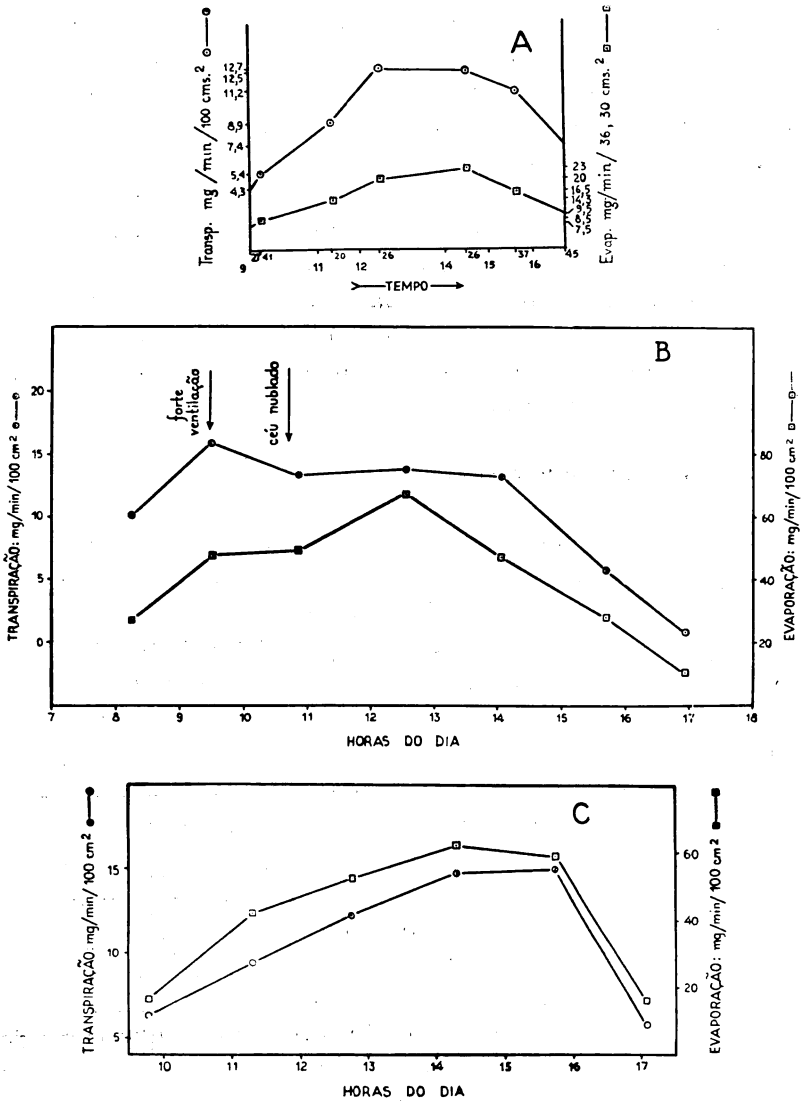


Fig. 7 — Andamento diário da transpiração de *Erythroxylum suberosum*; A — em Emas (20/6/1943), seg. Ferri (6); B — em Campo Grande (18/7/1956); C — em Goiânia (27/7/1956).

O segundo gráfico da figura 7, relativo ao andamento diário da transpiração daquela planta em Campo Grande, acha-se assinalado com um período de forte ventilação e outro, em que o céu se apresentou fortemente nublado. O primeiro ocorreu próximo das 9 horas e meia, e o segundo pouco antes das 11 horas. Tais fatos, pela intensidade com que se verificaram, foram registrados e assinalados em nossas curvas.

Observando o andamento das curvas de transpiração e de evaporação, verifica-se um desencontro entre os seus máximos. Isso nos faz pensar em economia d'água.

A forte ventilação ocorrida pela manhã elevou, provavelmente, muito o consumo d'água, do que resultou um acentuado deficit de saturação na planta, com conseqüente restrição da transpiração. Esta restrição pode, entretanto, não ter sido definitiva, pois, os valores de transpiração mantêm-se em nível relativamente alto, mesmo quando os de evaporação caem de maneira marcada, o que faz supor ter havido uma certa reabertura das fendas estomáticas.

O último gráfico da figura 7, relativo ao andamento diário da transpiração de **Erythroxylum suberosum**, em Goiânia, mostra-nos que essa planta transpirou livremente durante todo o dia, pois, a curva de transpiração acompanhou perfeitamente a de evaporação.

Anona coriacea

Já foi assinalado que não encontramos esta espécie em Goiânia. Assim, o estudo do andamento diário de sua transpiração só foi possível em Campo Grande e em Emas. Nesta última localidade, **Anona coriacea** já havia sido estudada por Ferri (6) e de seu trabalho extraímos o primeiro gráfico da figura 8; refere-se êsse gráfico ao início da sêca. Podemos observar que a curva de evaporação teve seu máximo, naquêlo dia, por volta das treze horas e a de transpiração mostrou dois máximos: o primeiro, perto das 11 horas e o segundo, coincidindo com o máximo de evaporação, próximo das treze.

Isso nos parece indicar que essa planta, em Emas, já no início da sêca, apresentou ligeira restrição de sua transpira-

ção. Essa restrição, segundo Ferri, se acentuou com o progresso da sêca, pois, no fim da estação *Anona coriacea* apresentou uma restrição bem mais acentuada.

Em Campo Grande essa planta foi estudada no início da sêca, e nenhuma tendência à economia d'água foi possível constatar. O segundo gráfico da figura 8 nos mostra o andamento diário dessa planta em Campo Grande. Vemos que as curvas relativas à evaporação e à transpiração são praticamente para-

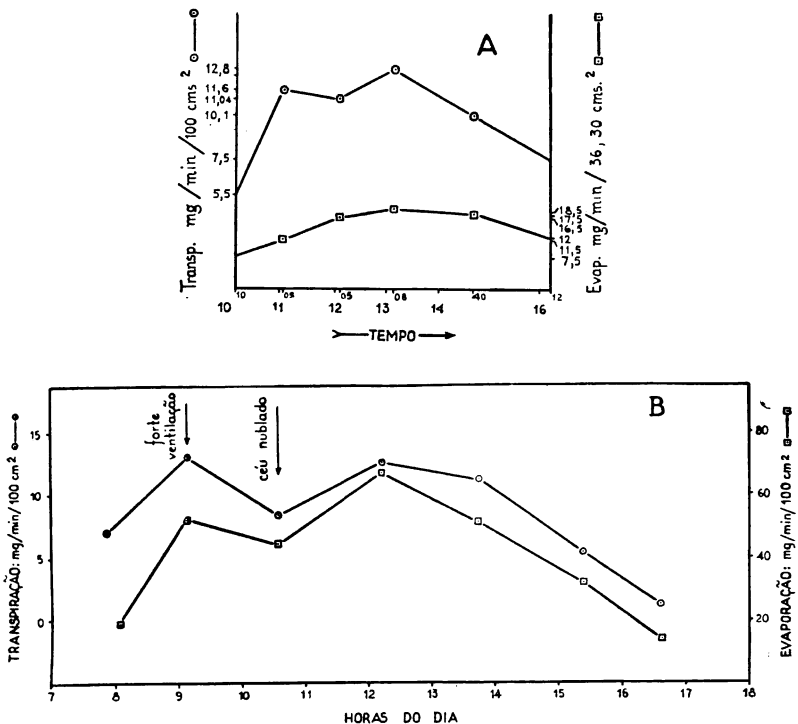


Fig. 8 — Andamento diário da transpiração de *Annona coriacea*; A — em Emas (21/6/1943), seg. Ferri (6); B — em Campo Grande (18/7/56).

relas. A oscilação apresentada pela curva de transpiração entre 9 e 12 horas, devida a um período de forte ventilação, sucedido por um período de calma e céu nublado, aparece, igualmente, na curva de evaporação, o que exclui a hipótese de restrição de transpiração.

Xylopia grandiflora

Embora comum aos cerrados de Emas, Campo Grande e Goiânia, por motivos de ordem técnica, o estudo dessa planta só pôde ser feito nas duas primeiras localidades, antes em Campo Grande e depois em Emas.

O gráfico da figura 9 A, relativo ao andamento diário da transpiração de **Xylopia grandiflora** em Emas, a 10 de agosto de 1956, revela que, apesar de já estarmos próximos do fim do período de seca (o qual, naquela localidade, tendo-se iniciado em maio, vai até setembro), nenhuma restrição notável do consumo hídrico foi aparente.

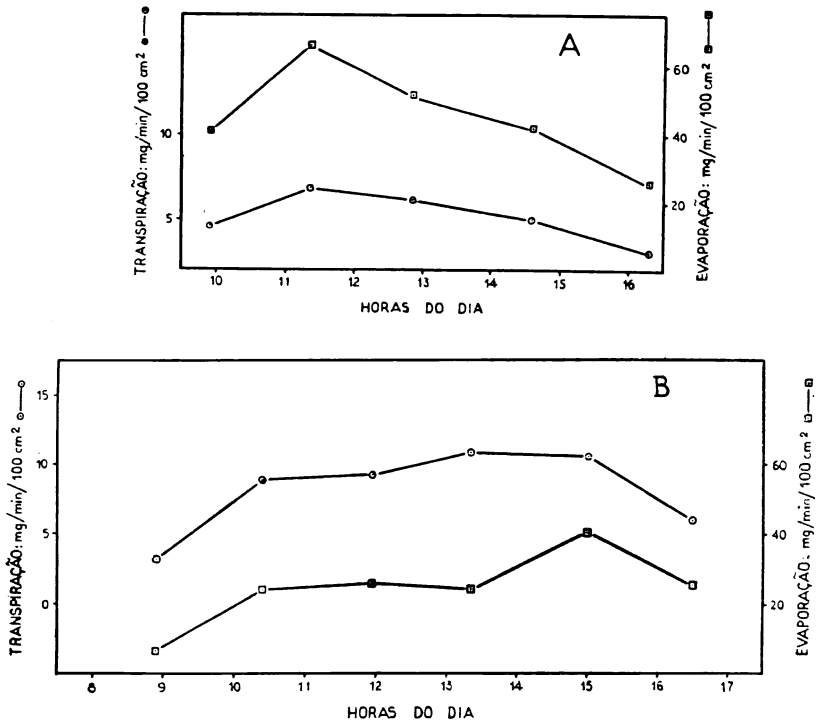


Fig. 9 — Andamento d'ário da transpiração de *Xylopia grandiflora*; A — em Emas (10/8/1956); B — em Campo Grande (19/7/1956).

Em Campo Grande essa planta foi estudada no início da seca. Se houve restrição de transpiração, foi ela muito pouco

nítida: o máximo de transpiração ocorreu, como podemos observar no gráfico da figura 9 B, logo após às 13 horas e foi mantido até às 15, para depois cair. A curva de evaporação apresenta um segmento quase horizontal, entre 10,30 e 13,30, aproximadamente; eleva-se então, atingindo o máximo às 15 horas. As duas curvas são, praticamente, paralelas.

Erythroxyllum tortuosum

Essa planta só pôde ser estudada por nós em Goiânia, tendo o seu comportamento em Emas sido determinado por Ferri em 1943. Esse autor, pelo seu gráfico, aqui reproduzido na figura 10 A, mostrou que **Erythroxyllum tortuosum**, no início da seca, em Emas, teve andamento diário de transpiração prática-

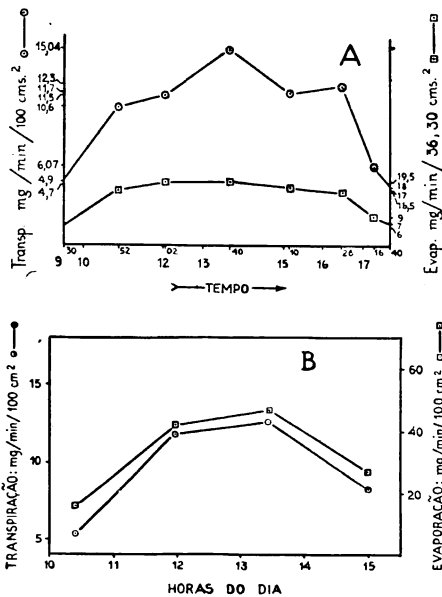


Fig. 10 — Andamento d'ário da transpiração de *Erythroxyllum tortuosum*; A — em Emas (22/6/1943), seg. Ferri (6); B — em Goiânia (28/7/1955).

mente paralelo ao de evaporação, sendo os máximos de ambas coincidentes; apenas, como Ferri já indicou, um pequeno segundo máximo dos valores de transpiração se fêz notar à tardinha, antes da queda final.

Nossas determinações em Goiânia, no dia 28 de julho de 1956, iniciaram-se por volta das 10,30 horas, sendo interrompidas às 15 horas. As condições meteorológicas deste dia não nos permitiram iniciar antes, nem prolongar por mais tempo, nossas observações.

Embora determinadas por poucos pontos, as curvas de transpiração e evaporação apresentadas no gráfico da figura 10 B referem-se às horas mais secas daquele dia, justamente quando o comportamento das plantas em relação ao fator água é de maior significação.

Neste gráfico, relativo ao andamento diário da transpiração de *Erythroxylum tortuosum* em Goiânia, podemos ver que o paralelismo entre as curvas de transpiração e evaporação é perfeito, o que nos indica que essa planta não teve necessidade de restringir sua transpiração, nem mesmo nas horas de condições mais severas.

Curatella americana

Esta planta, ainda que freqüente em Campo Grande e, principalmente, em Goiânia, não ocorre em Emas. Embora não estudada em Campo Grande, foi incluída nas experiências feitas em Goiânia, por ser, aí, a espécie dominante.

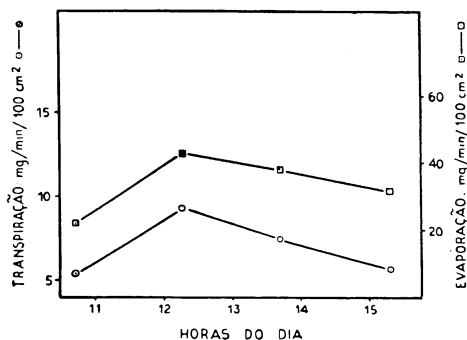


Fig. 11 — Andamento diário da transpiração de *Curatella americana*, em Goiânia em 28/7/1956.

O gráfico da figura 11 mostra o andamento diário da transpiração de *Curatella americana*, entre as 10,30 e as 15,30 horas. O comportamento desta planta se enquadra perfeitamente

no tipo geral das plantas de cerrado, que não têm necessidade de restringir grandemente seu consumo d'água. De fato, o paralelismo entre as curvas de transpiração e evaporação é perfeito, indicando que esta planta transpirou livremente durante todo o dia.

Comportamento dos estômatos em situação natural

As medidas de transpiração aqui descritas, foram acompanhadas de observações do grau de abertura dos estômatos, feitas nas folhas "in situ", com o método de infiltração por xilol. Tais observações não se limitaram às espécies cuja transpiração foi estudada, mas se estenderam a muitas outras.

Sobre o grau de confiança que se deva depositar no método de infiltração, dispensamo-nos de maiores comentários, visto trabalhos anteriores já terem discutido amplamente o assunto (vide Ferri, 8). Lembramos apenas que êsse método pode ser usado com sucesso para obtenção de dados preliminares, sendo de utilidade para estudos de campo, quando os resultados com êle obtidos, são controlados por outro método, como o das pesagens rápidas.

A tabela 3 reúne os dados de infiltração por nós obtidos em Campo Grande, no início da época seca. Podemos verificar que tôdas as espécies estudadas mantiveram seus estômatos abertos durante todo o dia. Resultados negativos de infiltração, indicando estômatos fechados, só foram obtidos em **Andira** sp. às 17 horas e em **Erythroxylum suberosum** às 8 e às 17 horas. Esta última planta mostra, aliás, uma pequena restrição das aberturas estomáticas logo após o meio dia. Êsse movimento hidroativo de fechamento dos estômatos, embora não muito acentuado, mas suficientemente grande para ser percebido pelo método de infiltração, faz-nos pensar em restrição do consumo d'água, o que confirma as afirmações adrede apresentadas, quando tratamos do andamento diário da transpiração dessa planta, em Campo Grande.

Para tôdas as plantas cujo andamento diário de transpiração foi estudado, os dados de infiltração obtidos concordam

TABELA 3

COMPORTAMENTO DOS ESTÔMATOS EM SUA SITUAÇÃO NATURAL (CAMPO GRANDE)

Espécies	Horas do Dia									
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Graus de Infiltração									
<i>Duguetia furfuracea</i>	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Anona coriacea</i>	1	4	4	4	4	4	4	4	3	2
<i>Xylopia grandiflora</i>	1	1	3	3	3	4	4	4	4	4
<i>Andira humilis</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2
<i>Andira</i> sp. (arbórea)	1	2	4	4	4	4	4	4	2	0
<i>Qualea grandiflora</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1
<i>Curatella americana</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
<i>Tecoma</i> sp.	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Tocoyena brasiliensis</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
<i>Erythroxylum suberosum</i>	0	1	2	3	3	2	2	2	1	0
<i>Connarus suberosus</i>	3	3	3	3	4	3	3	3	2	2
<i>Caryocar brasiliense</i>	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Sweetia elegans</i>	1	2	3	3	3	4	4	3	2	1
<i>Hymenaea</i> sp.	—	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Anacardium pumilum</i>	—	3	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Butia leiospatha</i>	—	4	4	4	4	4	4	4	4	2
<i>Salvertia convallariodora</i>	3	4	4	4	4	4	4	3	—	—
<i>Anona dioica</i>	3	4	4	4	4	4	4	4	3	—
<i>Alibertia sessilis</i>	—	4	4	4	4	4	4	4	4	—

Nota: 0 — indica infiltração nula

1 — " " em pontos esparsos

2 — " " " " densos

3 — " " regular

4 — " " intensa

Os espaços em branco indicam ausência de observações.

com os de transpiração. Uma exceção deve ser feita no caso de **Andira humilis**, que, pelo método de pesagens rápidas apresentou pequena restrição da transpiração a partir das 12 horas, o que não foi possível confirmar por infiltração. Talvez a diminuição das fendas estomáticas, nessa planta, tenha sido tão pequena, que fugiu à sensibilidade do método de infiltração.

Deve-se concluir, pois, que, de um modo geral, praticamente tôdas as plantas estudadas mantiveram seus estômatos abertos durante todo o dia, permitindo, assim, transpiração irrestrita.

Se houve qualquer diminuição das aberturas estomáticas, deve ter sido tão pequena que o método de infiltração, não muito sensível, não permitiu perceber.

A tabela 4 reúne os dados de infiltração obtidos por nós em Goiânia, próximo ao fim do período da seca. Da mesma forma que em Campo Grande, não se observou restrição das aberturas estomáticas nas plantas estudadas. Apenas **Erythroxylum suberosum** não se deixou infiltrar pelo xilol às 17 horas. Tôdas as demais espécies apresentaram infiltração intensa o dia todo.

Ferri (6), em seu trabalho sobre a transpiração das plantas permanentes dos cerrados, apresenta à página 209, uma tabela de infiltração com xilol e éter de petróleo, para várias plantas dos cerrados de Emas. Essa tabela reflete, como êle observa, não só a situação encontrada no fim, como também, no início da seca. Se a compararmos com as nossas tabelas 3 e 4, concluiremos que o tipo de comportamento dos estômatos dessas várias espécies, nas três localidades, não difere substancialmente, sendo, ao contrário, praticamente idêntico.

TABELA 4

COMPORTAMENTO DOS ESTÔMATOS EM SUA SITUAÇÃO NATURAL (GOIÂNIA)

Espécies	Horas do Dia									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Graus de Infiltração										
<i>Palicourea rigida</i>	3	4	4	4	4	4	4	4	3	
<i>Connarus suberosus</i>	2	3	3	4	4	4	4	3	2	
<i>Erythroxylum suberosum</i>	2	3	3	3	3	4	3	2	0	
<i>Bowdichia virgilioides</i>	3	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Tocoyena formosa</i>	3	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Kielmeyera corymbosa</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Anacardium pumilum</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Curatella americana</i>	4	4	4	—	4	4	4	4	3	
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Andira humilis</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	3	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Tecoma sp.</i>	4	4	4	4	4	—	4	4	4	
<i>Butia leiospatha</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Neea theifera</i>	3	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Qualea grandiflora</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

Nota: 0 — indica infiltração nula

1 — " " em pontos esparsos

2 — " " " " densos

3 — " " regular

4 — " " intensa

Os espaços em branco indicam ausência de observações.

Velocidade dos movimentos hidroativos dos estômatos

Além dos dados referentes ao andamento diário da transpiração, pareceu-nos interessante obter informações a respeito

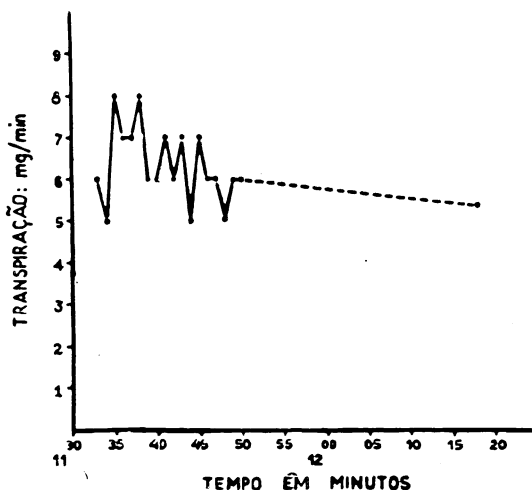


Fig. 12 — Rapidez de fechamento dos estômatos de *Xylopiá grandiflora*; Campo Grande, 19/7/1956.

da velocidade dos movimentos estomáticos. Preocupamo-nos apenas com os movimentos hidroativos.

Para obter tais informações, uma fôlha destacada da planta em estudo é posta na balança de torsão e sua perda de pêso é registrada de minuto em minuto, durante longo lapso de tempo. A fôlha assim mantida, está sem suprimento d'água. Observa-se, então, que os valores de transpiração decrescem. Pela maior ou menor velocidade com que êsse decréscimo se faz, pode-se ter a idéia da velocidade dos movimentos hidroativos dos estômatos. Êsse decréscimo não se apresenta, necessariamente, contínuo e uniforme, mas inúmeras oscilações, de amplitudes variáveis, são, freqüentemente, observadas, como veremos nos gráficos a ser apresentados. Tais oscilações aparecem, como veremos, praticamente em tôdas as plantas estudadas. Sôbre o seu significado voltaremos a nos manifestar.

Os estudos de velocidade de fechamento dos estômatos foram feitos principalmente em Campo Grande. Aí, além de *Xylopia grandiflora* e *Connarus suberosus*, duas novas espécies cujo balanço d'água foi pesquisado, foram estudadas outras, como *Byrsonima coccolobifolia*, *Andira humilis*, *Anona coriacea* e *Erythroxylum suberosum*, cujo comportamento já havia sido analisado, em Emas, por Ferri (6, 8).

Em Goiânia, a velocidade de fechamento dos estômatos foi determinada apenas em *Curatella americana* e em *Erythroxylum tortuosum*.

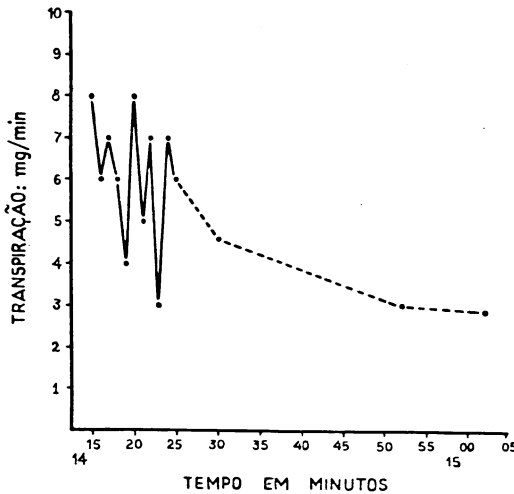


Fig. 13 — Rapidez de fechamento dos estômatos de *Curatella americana*: Goiânia, 28/7/1956.

Os diversos gráficos que seguem reúnem dados sobre a velocidade de fechamento dos estômatos das espécies mencionadas. De um modo geral, todas elas têm movimentos estomáticos lentos. Em *Xylopia grandiflora* (Fig. 12), por exemplo, após haver a folha permanecido cerca de 45 minutos na balança, sem suprimento de água, os valores de perda d'água eram, praticamente, iguais àquêles obtidos nos primeiros minutos. Em *Curatella americana* (Fig. 13), para que a razão inicial de transpiração se reduzisse de 50%, definitivamente, foram necessá-

rios cêrca de 25 minutos. *Connarus suberosus* (Fig. 14) apresenta reações estomáticas mais rápidas, pois que, em 7-8 minutos realizou essa mesma redução. A ligeira subida dos valores de perda d'água, observada no último ponto da curva, pode ser explicada, embora de modo não inteiramente satisfatório, por uma certa reabertura tardia dos estômatos, determinada pela

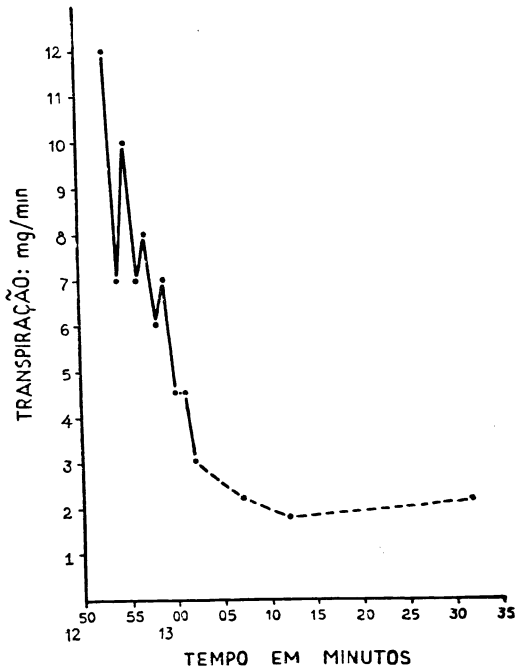


Fig. 14 — Rapidez de fechamento dos estômatos de *Connarus suberosus*; Campo Grande, 19/7/1956.

tração exercida por células epidérmicas vizinhas, sôbre as estomáticas, quando a fôlha, tendo perdido muita água, estivesse com um elevado deficit de saturação (vide literatura em Maximov, 10, p. 191, também discutida por Ferri, 8).

Em *Erythroxyllum tortuosum* (Fig. 15), após vinte e cinco minutos, a fôlha, na balança, ainda não mostrou um decréscimo de 50% da razão do valor inicial de transpiração.

A curva representativa da velocidade de fechamento estomático de *Erythroxylum suberosum*, apresentada na figura 16, mostra que, embora essa planta também apresente movimentos estomáticos hidroativos lentos, quando comparada com a maioria das espécies do cerrado, é uma das mais eficientes, pois em cerca de 10 minutos conseguiu restringir de 50% sua ra-

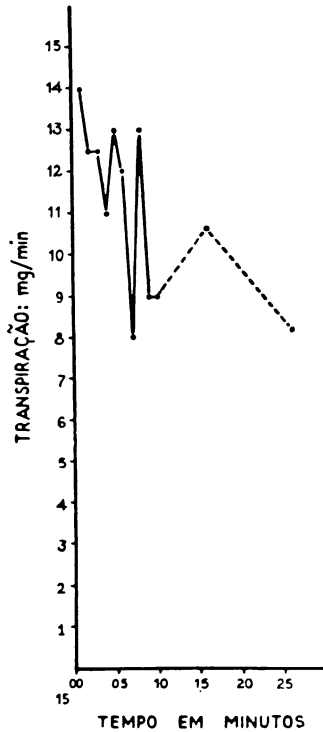


Fig. 15 — Rapidez de fechamento dos estômatos de *Erythroxylum tortuosum*; Goiânia, 26/7/1956.

ção inicial de transpiração. Das espécies estudadas só *Conarus suberosus* mostrou nitidamente, maior eficiência.

Anona coriacea, espécie dominante em Campo Grande, apresenta, como se pode depreender da figura 17, um movimento de fechamento estomático muito lento. A restrição de 50% não foi observada durante todo o tempo (35 minutos) em

que a fôlha permaneceu na balança. Nesse período, a restrição havida foi de 40% apenas.

Em *Andira humilis* (Fig. 18), em cêrca de 10-15 minutos ocorre uma restrição definitiva de 50%. Note-se no trecho médio da curva, a regularidade das oscilações já mencionadas.

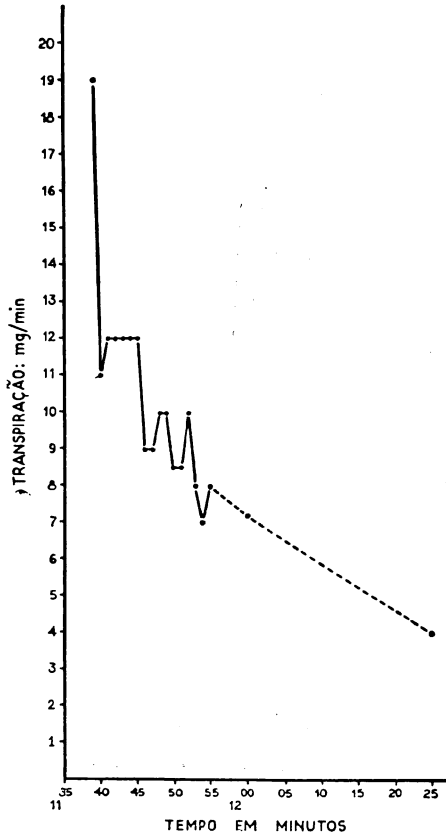


Fig. 16 — Rapidez de fechamento dos estômatos de *Erythroxylum suberosum*; Campo Grande, 18/7/1956.

Finalmente, a figura 19 indica a velocidade de fechamento dos estômatos de *Byrsonima coccolobifolia*. A restrição de 50% da razão transpiratória inicial, só se constata 20 a 25 minutos após o começo da experiência.

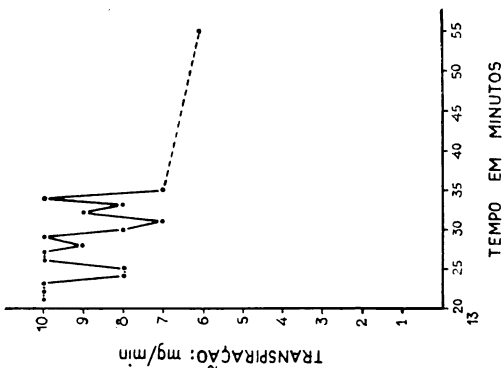


Fig. 17 — Rapidez de fechamento dos estômatos de *Anona coriacea*; Campo Grande, 18/7/1956.

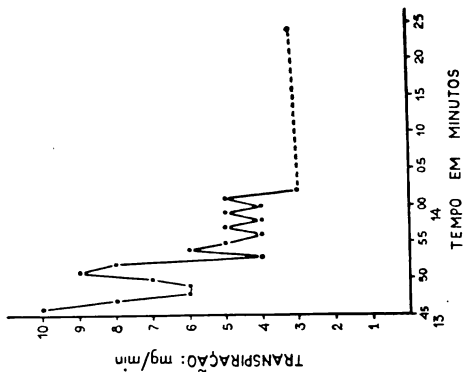


Fig. 18 — Rapidez de fechamento dos estômatos de *Andira humilis*; Campo Grande, 21/7/1956.

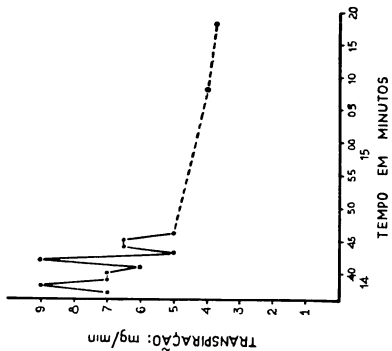


Fig. 19 — Rapidez de fechamento dos estômatos de *Byrsonima coccolobifolia*; Campo Grande, 21/7/56.

Discussão

Diversos trabalhos publicados por vários pesquisadores do Departamento de Botânica, têm oferecido subsídios ao conhecimento da ecologia do cerrado, levando em conta, principalmente, o fator água. Êsses trabalhos, que se iniciaram com a publicação de Rawitscher, Ferri e Rachid (15), foram realizados, em sua quase totalidade, nos cerrados de Emas, próximos de Pirassununga, Estado de São Paulo.

A publicação acima citada, de Rawitscher, Ferri e Rachid, apresenta, entre outros, dados sôbre as reservas de água armazenadas no solo.

Sôbre o movimento d'água nesses solos encontram-se informações no trabalho de Schubart e Rawitscher (17). E quanto à possibilidade de aproveitamento dessa água pela vegetação permanente, há muitos dados nos trabalhos de Ferri (6, 8), que pesquisou o problema na época sêca. Coutinho e Ferri (5) estenderam tal estudo à estação das chuvas.

Do comportamento da vegetação de verão tratou Rachid (13), e, recentemente, Andrade, Rachid-Edwards e Ferri (2) iniciaram o estudo da transpiração de gramíneas do cerrado.

A conveniência de ampliar tais estudos a cerrados de outras áreas geográficas, principalmente àquêles situados mais ao norte, dispensa discussão, pois, certamente, muitas informações importantes podem surgir do confronto do comportamento da mesma vegetação sujeita a condições diversas. Além do interêsse teórico, tal estudo apresenta inegável valor prático, pois, poderá fornecer dados valiosos para o aproveitamento racional de imensas áreas do território brasileiro.

O presente estudo reúne dados que indicam ser a média das precipitações anuais um pouco maior em Campo Grande que em Emas, e, maior ainda, em Goiânia. Entretanto, em Campo Grande a estação sêca é de menor duração e a quantidade de precipitações nos meses mais sêcos é aí maior que em Emas, enquanto que em Goiânia o período de sêca pode

ser mais extenso e a quantidade de precipitações nos meses mais sêcos, menor.

De outro lado, ainda que a média das temperaturas máximas não seja muito diversa nos três lugares, a média das mínimas cresce de Emas para Goiânia e desta localidade para Campo Grande.

Quanto à umidade relativa, nas ocasiões das experiências, verificou-se que Emas apresentava os menores valores, pois, como se depreende da análise dos gráficos apresentados, situam-se em sua maior parte, numa faixa entre 40 e 50%, enquanto que em Goiânia ficam entre 50 e 60% e em Campo Grande um pouco acima. Entretanto, como Goiânia e principalmente Campo Grande tem temperaturas médias mais elevadas que Emas, isso poderá criar deficits de saturação superiores nessas localidades.

De qualquer forma, porém, nenhuma das localidades em questão pode ser considerada como de condições muito severas para a vegetação, o que se depreende de um confronto com as condições dominantes nas caatingas (cf. Ferri, 8).

Acresce que as grandes reservas de água, cuja existência foi constatada em Emas por Rawitscher, Ferri e Rachid (15), e que em Campo Grande em Goiânia são muito prováveis, dada a existência de um lençol freático permanente, fazem supor que também nestas últimas localidades a vegetação do cerrado disponha todo o ano da água necessária à sua manutenção, o que não ocorre na caatinga.

Quanto aos solos, não desejamos nos estender demasiadamente, por falta de um grande número de análises. As existentes limitam-se, quase sempre, às camadas mais superficiais, que podem ser bastante degradadas. Se essas são as camadas que importam às plantas de interesse agrícola, as mais profundas têm, igualmente, importância para as espécies utilizadas na silvicultura e, principalmente, para a vegetação permanente dos cerrados, cujos sistemas radiculares são, em ge-

ral, muito profundos, como foi demonstrado por Rawitscher, Ferri e Rachid (15). Não se exclui, todavia, a possibilidade de apresentarem êsses solos deficiências de certos elementos (cf. Alvim e Araújo, 1; vide também a discussão de Arens, 3), o que, aliás, é provável, em virtude dos maus tratos a que vêm sendo sujeitos desde longa data.

Quanto à vegetação, não difere ela, essencialmente, nas três localidades. Não se pode, porém, afirmar ser idêntica, pois, há certas espécies freqüentes num local e que faltam ou são pouco comuns em outro. Isso se depreende, facilmente, da análise da tabela aqui incluída.

A tabela 5 resume os resultados do estudo do andamento diário da transpiração de diferentes plantas, nas três localidades. Pode-se verificar que, de um modo geral, predominam as indicações S. R. que simbolizam a ausência de restrição no consumo d'água. São muito menos freqüentes as indicações P. R. que indicam ter havido pequena restrição. Nenhuma indicação de acentuada economia no consumo d'água aparece na tabela. É de notar que as informações aí contidas referem-se a época de seca mais acentuada, quando seria mais provável o encontro de restrição no consumo d'água, caso a vegetação não dispusesse de suprimento hídrico satisfatório.

Embora em Goiânia, apenas **Connarus suberosus**, dentre as espécies estudadas, tenha limitado um pouco o consumo d'água, enquanto que em Emas e principalmente em Campo Grande, um número relativamente maior de plantas revelou tal restrição, isso não significa, obrigatoriamente, que as condições em Goiânia foram mais favoráveis à vegetação, pois, o número das espécies estudadas foi relativamente pequeno para garantir tal conclusão. Além disso, o fato de **Connarus suberosus** ter restringido um pouco o seu consumo hídrico em Goiânia e não em Emas ou em Campo Grande, indicaria, antes, que para essa espécie as condições foram menos favorá-

veis na primeira localidade. O que se pode dizer com segurança é que as três localidades, que já pela análise das condições ambientes não se revelaram essencialmente diversas,

TABELA 5

Andamento diário da transpiração de espécies dos cerrados, em Emas, Campo Grande e Goiânia

Espécies	Emas	Campo Grande	Goiânia
Andira humilis	P. R.	P. R.	S. R.
Anona coriacea	P. R.	S. R.	—
Erythroxylum suberosum	S. R.	P. R.	S. R.
Erythroxylum tortuosum	S. R.	—	S. R.
Xylopia grandiflora	S. R.	S. R.	—
Connarus suberosus	S. R.	S. R.	P. R.
Curatella americana	—	—	S. R.
Byrsonima coccolobifolia	P. R.	P. R.	S. R.

P.R. — Simboliza pequena restrição do consumo d'água.

S.R. — " sem " " " " "

não mostram, também, grande diferença, quanto ao comportamento da vegetação, no que respeita à economia d'água. E, de um modo geral, pode-se afirmar, que para a vegetação do cerrado a água não constitui um problema em nenhuma das três localidades consideradas. O confronto dos presentes dados com os obtidos na caatinga, apoia esta conclusão, pois, na-

quêle ambiente, muitas plantas apresentam fortes restrições, já na estação das chuvas (vide Ferri e Labouriau, 9) e tôdas, na estação sêca (Ferri, 7).

Quanto ao comportamento dos estômatos em sua situação normal, nas plantas, os dados obtidos confirmam, inteiramente, as observações anteriores, feitas em Emas por Ferri (6): os estômatos permaneceram abertos durante todo o dia, na maioria das plantas estudadas em Campo Grande e Goiânia. Estômatos sempre abertos indicam ausência de restrição no consumo d'água.

Foram também confirmadas, em estudos feitos em Campo Grande e Goiânia, as observações de Ferri (6, 8) em Emas, quanto à pequena velocidade das reações estomáticas. Na grande maioria das plantas em que êsse fato foi pesquisado, encontrou-se grande lentidão nas reações de fechamento hidroativo dos estômatos. Das curvas que representam êsse fenômeno, depreende-se, ainda, que a transpiração cuticular geralmente é elevada, fato que também já havia sido constatado por Ferri (6, 8) em Emas, e, que, juntamente com a lentidão dos movimentos estomáticos e com a falta de restrição do consumo d'água diário, contrasta nitidamente a vegetação do cerrado com a da caatinga, como salientou aquêle autor.

Com referência às oscilações — que podem ser numerosas e de grande amplitude — aparentes nas mencionadas curvas, devemos lembrar que o mesmo fato já foi assinalado entre nós, em relação a essências do cerrado e da caatinga e a plantas cultivadas (Ferri e Labouriau, 9, Ferri, 8, Coutinho e Ferri, 5, Meguro e Ferri, 11, Andrade, Rachid-Edwards e Ferri, 2). Também na literatura do exterior êsse fenômeno acha-se registrado e discutido (vide, por exemplo Oppenheimer, 12). Quanto à sua interpretação não queremos, no momento, nos estender, pois, temos em andamento algumas experiências que julgamos indispensáveis.

Do presente estudo pode-se tirar uma conclusão a ser, eventualmente, aproveitada na prática: a de que, nas regiões estudadas, a água não pode ser tida como fator limitante da vegetação; a existente basta para manter uma vegetação mui-

to mais exuberante que a do cerrado, que é a dominante nessas regiões.

Diante dos dados obtidos, é de esperar que nessas regiões, muitos tipos de cultura possam ser instalados com sucesso, sem necessidade de um complemento de água de irrigação. Entretanto, ainda não se pode afirmar até que ponto a água aduzida cada ano pelas precipitações, e a existente no solo na forma de reservas, pode ser explorada sem perigo para a economia hídrica das referidas regiões. Isso dependerá da extensão da área a ser cultivada, e, também, da espécie vegetal a ser utilizada, tornando-se necessárias algumas determinações prévias do consumo d'água da mesma, no próprio local em que se pretenda cultivá-la, a fim de ser possível o cálculo do consumo total.

Resumo

O presente trabalho contém informações sôbre o balanço d'água de diversas espécies do cerrado, em Emas (Est. São Paulo), Campo Grande (Est. Mato Grosso) e Goiânia (Est. Goiás).

Inicialmente procedem os autores a um estudo comparativo das condições dos diferentes ambientes, focalizando os principais fatores do clima e do solo. Segue-se um estudo comparativo da vegetação do cerrado nas três localidades.

A análise do andamento diário da transpiração de diferentes espécies, na época sêca, revela não existir uma diferença fundamental de comportamento nas três regiões consideradas. Revela, ainda, não haver, em qualquer dessas localidades, necessidade de apreciável restrição do consumo hídrico.

O estudo do comportamento estomático, mostrando estômatos abertos durante todo o dia, em quase tôdas as plantas, nos três locais, confirma a conclusão acima.

São, igualmente, confirmadas, observações anteriores, quanto à lentidão dos movimentos estomáticos das plantas dos cerrados e quanto ao fato de ser a transpiração cuticular, em geral, alta.

Os autores concluem que o fator água não é limitante do desenvolvimento da vegetação do cerrado, nas três regiões consideradas, finalizando o estudo com considerações de ordem prática, quanto às possibilidades de sucesso no estabelecimento de culturas sem irrigação, nas referidas regiões.

Summary

The present paper gives information on the water-balance of several species of the "cerrado" vegetation, in Emas (Est. São Paulo), Campo Grande (Est. Mato Grosso) and Goiânia (Est. Goiás).

It begins with a comparative study of climatic and edaphic conditions in the different localities.

The results that follow, on the daily march of transpiration of several species in the dry season, show, that there is not a fundamental difference in the behavior shown by the vegetation in the three habitats under consideration.

They show also that there is no necessity for an appreciable restriction of the water consumption of the plants in any of the three localities.

The study of the stomatic behavior, showing open stomata all day long in almost all the species, is a confirmation of that conclusion. Previous observations that the stomata of the "cerrado" plants are in general very sluggish and that cuticular transpiration is high, are confirmed.

The authors end with the conclusion that water is not the limiting-factor of the development of the "cerrado" vegetation in the three localities, and with considerations on the possibilities of cultivation of such places without necessity of irrigation.

Bibliografia

- 1 — ALVIM, Paulo de T. e Wilson de ARAÚJO — 1952 — El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el centro-oeste del Brasil. Turrialba, 2(4): 153-160.

- 1^a — ALMEIDA, F. M. — 1946 — Depósitos mesozóicos do planalto de Maracajú. Estado de Mato Grosso. Anais 2.º Congr. Pan-Amer. de Eng. Minas e Geologia, vol. 3.º, pp. 211-245, Rio de Janeiro.
- 2 — ANDRADE, Maria A. B., Mercedes RACHID-EDWARDS e Mario G. FERRI — 1957 — Informações sôbre a Transpiração de duas Gramíneas freqüentes no cerrado. Rev. Brasil. Biol., 17(3): 317-324.
- 3 — ARENS, K. — O cerrado como vegetação oligotrófica (No prelo).
- 4 — Atlas Geológico do Brasil — Ministério da Agricultura. Departamento Nacional da Produção Mineral. 1938.
- 5 — COUTINHO, L. M. e M. G. FERRI — 1956 — Transpiração de Plantas Permanentes do Cerrado na Estação das Chuvas. Rev. Brasil. Biol., 16(4): 501-518.
- 6 — FERRI, Mario G. — 1944 — Transpiração de Plantas Permanentes dos Cerrados. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. XLI — Botânica n.º 4: 159-224.
- 7 — FERRI, Mario G. — 1953 — Water Balance of Plants from the "Caatinga". II — Further information on transpiration and stomatal behavior. Rev. Brasil. Biol. 13(3): 237-244.
- 8 — FERRI, Mario G. — 1955 — Contribuição ao Conhecimento da Ecologia do Cerrado e da Caatinga. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. 195 — Botânica n.º 12.
- 9 — FERRI, Mario G. and Luiz Gouvêa LABOURIAU — 1952 — Water Balance of Plants from the "Caatinga" — I — Transpiration of some of the most frequent species of the "caatinga" of Paulo Afonso (Bahia) in the rainy season. Rev. Brasil. Biol. 12(3): 301-312.
- 10 — MAXIMOV, Nicolai A. — 1929 — The Plant in relation to water. Trad. R. Yapp, London.
- 11 — MEGURO, M. e M. G. FERRI — 1956 — Economia d'água de cana de açúcar. An. Acad. Bras. Ciências., vol. 28(4): 523-543.
- 12 — OPPENHEIMER, H. R. — 1953 — An experimental study on ecological relationships and water expenses of mediterranean forest vegetation. Palest. J. Bot., 8(2): 103-124. Rehovot ser.
- 13 — RACHID, M. — 1947 — Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão nos campos cerrados de Emas. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. LXXX, Botânica n.º 5.

- 14 — RAWITSCHER, F. — 1948 — The Water Economy of the Vegetation of the "Campos Cerrados" in Southern Brasil. *Jour. Ecology*, Vol. 36, n.º 2.
- 15 — RAWITSCHER, F., M. G. FERRI e M. RACHID — 1943 — Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil Meridional. *An. Acad. Bras. Ciências*, T. 15, n.º 4.
- 16 — SCHUBART, O. — 1953 — Über einen subtropischen Fluss Brasiliens, den Mogi-Guassú, insbesondere seine physikalischen Bedingungen wie Wasserstand, Temperatur und Sichttiefe. *Arch. f. Hydrobiologie* 48-3-350-430. Stuttgart.
- 17 — SCHUBART, O. e F. RAWITSCHER — 1950 — Movimentos de água subterrânea em Emas-Pirassununga. *Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. CIX — Botânica* n.º 8.