



CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA



BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

NOVA SÉRIE

BELEM — PARÁ — BRASIL

ZOOLOGIA

Nº 114

22, JULHO, 1982

INFLUÊNCIA DO PINHEIRO (*PINUS CARIBAEA*) SOBRE A
FAUNA DO SOLO NA AMAZÔNIA

Adelmar Gomes Bandeira
Museu Goeldi

Paulo Celso S. Souza(*)
Museu Costa Lima, Macapá

RESUMO: Na Amazônia vêm-se ultimamente devastando grandes áreas para implantação de monoculturas de essências madeireiras e pastagens, usando-se geralmente espécies exóticas. *Pinus caribaea*, por seu rápido crescimento, tem sido uma das espécies mais cultivadas na região sem que se tenha, no entanto, levado em conta as conseqüências que isso acarreta ao meio ambiente. Algumas idéias a este respeito foram fundamentadas por observações sobre a fauna do solo em culturas dessa e de outras espécies vegetais, tanto exóticas como nativas. Ficou evidenciado que ácaros, formigas e cupins, pelo menos, são de alguma maneira afetados pelas monoculturas de *P. caribaea*, de maneira mais drástica do que por qualquer outra cultura estudada.

INTRODUÇÃO

A fauna do solo desempenha papel muito importante na manutenção dos ciclos de nutrientes nos sistemas ecológicos, porque efetua a decomposição mecânica da serrapilheira, aumentando a área exposta à ação de bactérias e fungos; contribui também na formação de agregados de matéria orgânica com a parte mineral do solo, misturando até camadas profundas (Edwards *et al.*, 1970; Witkamp & Olson, 1963).

(*) — Estagiário do Departamento de Zoologia do Museu Goeldi.

Na Amazônia, a diversidade de organismos é muito grande e, segundo diversos autores (Fittkau & Klinge, 1973; Schubart, 1977 e outros), esse grande número de espécies tem um importante papel, não somente no processo de reciclagem em si, mas também na retenção dos nutrientes na floresta.

Atualmente, grandes extensões da Hiléia amazônica vêm sendo transformadas em monoculturas, sendo que geralmente a preferência das empresas tem sido por espécies exóticas. Uma das razões para tal escolha seria a não existência de grandes problemas com pragas, e também porque estas são adaptadas a espécies vegetais nativas. *Pinus caribaea* Morelet atualmente é talvez a espécie mais utilizada para grandes plantios, principalmente para extração de celulose, como é o caso da vultosa empresa Jarí Florestal e Agropecuária.

O objetivo do presente trabalho é apresentar alguns dados sobre o comportamento de distribuição de determinados grupos de artrópodes do solo em culturas de *P. caribaea* e de outras espécies, tanto exóticas como nativas da Amazônia. Os grupos Acari, Collembola e Formicidae foram escolhidos para este fim, porque normalmente são dominantes no solo da maioria dos ecossistemas (Bachelier, 1978; Dantas, 1979) e Isoptera foi também eleito devido saber-se que espécies de cupins do gênero *Nasutitermes* podem conter compostos químicos (α — e β — pinenos) também encontrados em espécies de pinheiros (Lee & Wood, 1971: 7). Como essas substâncias são supostamente utilizadas como repelentes contra predadores, e os pinheiros também devem lançá-las no ambiente, nesse caso as populações de formigas — entre os principais predadores de cupins (Araujo, 1970) — poderiam ter suas populações reduzidas, da mesma forma que cupins desprovidos de defesa química.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

As observações foram obtidas em três áreas às proximidades de Belém, duas das quais no Município de Santa Izabel do Pará e a outra no Distrito de Icoaraci. Uma das áreas de Santa Izabel pertencia ao IBDF e nela foram estudadas monoculturas de *P. caribaea* e *Qualea* sp. (quaruba), e uma policultura com as espécies: *Bertholletia excelsa*, *Carapa guianensis*, *Lecythis* sp., *Ormosia* sp., *Poraqueiba* sp., *Simaruba amara*, *Spondias lutea*, *Virola surinamensis*, *Vouacapoua americana* e uma Annonaceae (chamada invira de caçador). Como esses plantios não haviam sido feitos com fins experimentais, o IBDF não dispunha de anotações sobre a idade das culturas, porém alguns funcionários afirmaram que as mesmas tinham entre dez e quinze anos. A área de cada plantio atingia entre um a dois hectares.

A segunda área do Município de Santa Izabel situava-se nos arredores do povoado de Americano e pertencia à empresa Santa Izabel Agro-Florestal Ltda. A referida empresa mantinha um plantio de *P. caribaea*, cuja extensão atingia aproximadamente 1.000 ha, uma plantação de *Eucalyptus* sp. de 5 ha e algumas parcelas de pastagem com a gramínea *Brachiaria humidicola*, atingindo aproximadamente 200 hectares. As observações foram realizadas em áreas de culturas de cinco para seis anos.

Em Icoaraci, o trabalho foi realizado numa área da empresa EIDAI do Brasil, onde havia plantios de *P. caribaea*, *V. surinamensis* e uma pequena reserva de mata primária. A extensão de cada tratamento variava entre um a três hectares, e a idade das culturas era também entre cinco e seis anos.

O solo desses três locais era do tipo latossolo amarelo textura média, a classe de solo mais comum na Região Bragantina (Falesi, 1967).

COLETAS DE DADOS

Com exceção da empresa Santa Izabel Agro-Florestal Ltda., em todos os outros locais e tratamentos foram retiradas de 15 a 25 amostras de solo para extração da fauna edáfica. As coletas foram feitas com sonda metálica de 5 cm de altura por 7,5 cm de diâmetro. O material foi processado pelo método de Berlese — Tullgren modificado (Bandeira, 1979; Dantas, 1979; Southwood, 1968). Os animais extraídos foram separados em cinco grupos taxonômicos (Acarí, Collembola, Formicidae, Isoptera e Diversos) e contados. Os dados foram analisados por um método hierárquico de análise de variância (Snedecor & Cochran, 1973: Cap. 10), comparando-se as médias das amostras entre tratamentos vizinhos.

Na empresa Santa Izabel Agro-Florestal Ltda., foram demarcadas áreas de 5 ha em plantios de *P. caribaea*, *Eucalyptus* sp. e *B. humidicola* para contagem de ninhos de cupins dos gêneros *Cornitermes* e *Nasutitermes*. Ninhos foram contados também em plantios de *P. caribaea* em Icoaraci (EIDAI), numa área de 2 hectares.

Todos os trabalhos de campo foram realizados durante o primeiro semestre de 1981 e janeiro de 1982.

RESULTADOS

Os dados de densidade dos principais grupos de artrópodes encontrados são apresentados na Tab. 1. Nota-se que as populações de ácaros foram sempre maiores em plantações de *P. caribaea* que nos demais tratamentos. Isto foi corroborado pela análise estatística (Tab. 2), que detectou diferença significativa entre culturas de *P. caribaea* e *V. surinamensis* em Icoaraci (EIDAI), o mesmo tendo ocorrido entre *P. caribaea* e policultura em Santa Izabel (IBDF). Outra diferença significativa ocorreu no grupo Formicidae em Santa Izabel, tendo diminuído sua população no pinheiral em relação à policultura.

TABELA 1 — Densidade (indivíduos/m²) da mesofauna terrestre na camada superficial de 0-5cm, sob diversos tratamentos, em duas localidades do Estado do Pará.

Local/tratamento	Grupos da fauna					Total
	Acari	Collembola	Formicidae	Isoptera	Diversos	
Icoaraci: EIDA1						
Pinus caribaea	16838	2890	2992	42	2439	25201
Virola surinamensis	12733	3476	4501	204	2388	23102
Mata primária	12978	1792	2394	1834	2478	21476
Sta. Izabel: IBDF						
P. caribea	8989	2724	647	138	1643	14141
Qualea sp	8586	1823	1622	1177	1283	14491
Policultura	6498	1908	3191	64	1569	13230

Interessante é que todas as diferenças detectadas estatisticamente sempre envolveram *P. caribaea*, ou aumentando ou diminuindo a população de determinado grupo. Entre monocultura nativa e mata primária ou entre monocultura nativa e policultura (também de espécies nativas) não houve nenhuma diferença.

Foram também comparadas as médias entre os totais de indivíduos (todos os grupos juntos), mas não foi constatada nenhuma diferença. Como houve algumas diferenças, quando foi comparado cada grupo separadamente, isto significa que poderiam surgir muitas outras diferenças significativas, caso o material tivesse sido estudado a nível de gêneros e principalmente a nível de espécies.

A Fig. 1 mostra as proporções em percentagens entre os grupos para cada tratamento.

Quanto aos cupins encontrados no solo livre, pertenciam ao "grupo *Anoplotermes*", que atualmente está dividido em três gêneros (Mathwes, 1977). O resultado estatísti-

co não mostrou que as diferenças entre tratamentos fossem significativas, talvez em razão da baixa densidade desses insetos no solo.

Os cupins que constroem ninhos, encontrados nas áreas de estudo, foram *Cornitermes ovatus*, *Nasutitermes corniger*, *N. costalis*, *N. peruanus* e *N. surinamensis*. Poucos ninhos das espécies de *Nasutitermes* foram encontrados, apesar de estarem distribuídos em todas as culturas. *C. ovatus*, cuja densidade foi quase nula em áreas com plantações de pinheiros e mesmo de *Eucalyptus* sp., era relativamente

TABELA 2 — Comparações entre médias de indivíduos da mesofauna edáfica por amostra de solo em conjuntos de três tratamentos (na horizontal) em duas localidades do Estado do Pará. Letras desiguais entre duas médias da mesma localidade indicam que esses resultados apresentam uma diferença estatística significativa ao nível de $p < 0,05$.

Grupos de animais	Icoaraci: EIDA		
	<i>P. caribaea</i>	<i>V. surinamensis</i>	Mata
Acari	78,24 B	58,92 A	61,80 AB
Collembola	13,60 B	16,38 B	8,56 B
Formicidae	14,08 C	20,24 C	11,40 C
Isoptera	0,20 D	0,96 D	8,73 D
Diversos	11,48 E	11,24 E	11,80 E

Grupos de animais	Santa Izabel: IBDF		
	<i>P. caribaea</i>	<i>Qualea</i> sp	Policultura
Acari	42,40 F	40,50 AF	30,65 A
Collembola	12,85 B	8,60 B	9,00 B
Formicidae	3,05 G	7,65 CG	15,05 C
Isoptera	0,65 D	5,55 D	0,30 D
Diversos	7,75 E	6,05 E	7,40 E

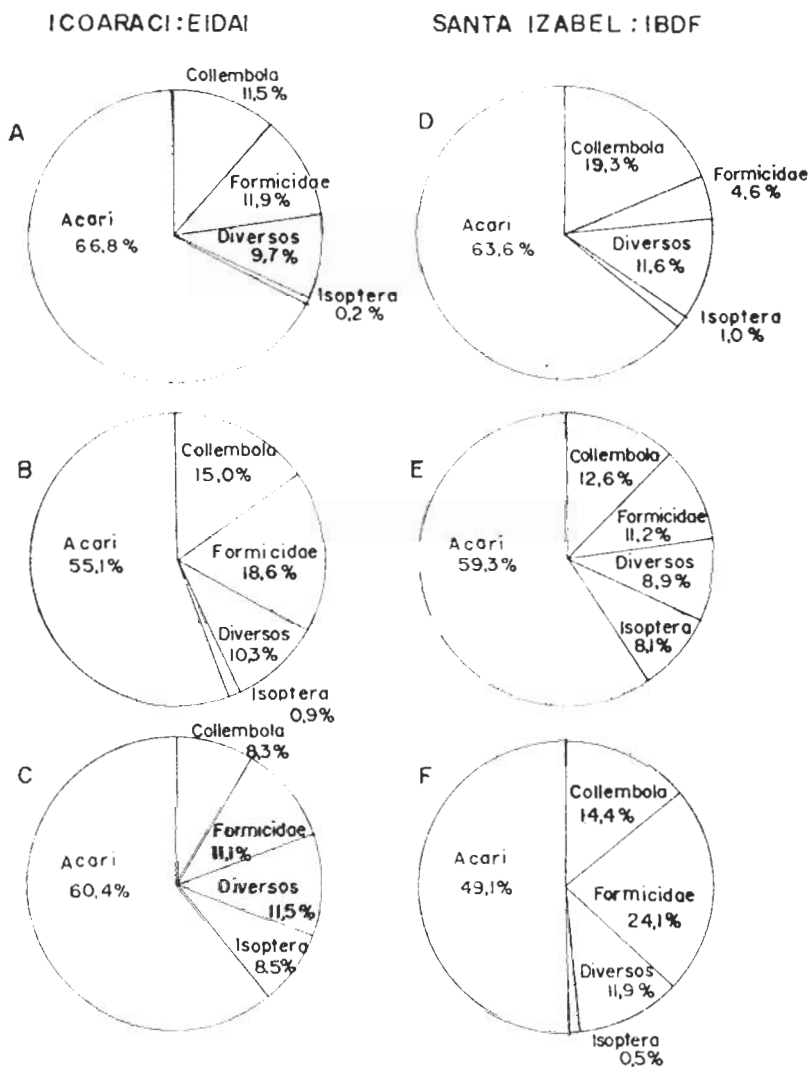


Fig. 1 — Percentual de alguns grupos da fauna edáfica, sob diversos tratamentos, em duas localidades do Estado do Pará. Icoaraci — A) *Pinus caribae*; B) *Virola surinamensis* e C) Mata Primária. Santa Izabel — D) *Pinus caribaea*; E) *Qualea* sp. e F) Policultura de espécies nativas.

TABELA 3 — Densidade (unidades/ha) de ninhos de dois gêneros de cupins em culturas de *Pinus caribaea*, *Eucalyptus* sp e *Brachiaria humidicola*. Os dados sobre *P. caribaea* são referentes a duas áreas, Icoaraci (EIDAI) e Santa Izabel Agro-Florestal, enquanto as outras duas culturas só existiam na segunda área. Números entre parênteses representam médias.

Culturas	número de ninhos/ha	
	<i>Cornitermes ovatus</i>	<i>Nasutitermes</i> spp
P. caribaea	0-1 (<1)	0-3 (1)
Eucalyptus sp	0-2 (1)	0-2 (1)
B. humidicola	5-17 (10)	0-3 (1)

abundante em pastagens na empresa Santa Izabel Agro-Florestal (Tab. 3). Na área de pinheiros de Icoaraci (EIDAI) foi que se encontraram mais ninhos de *Nasutitermes*, e pertenciam às espécies *N. peruanus* (Est. 1) e *N. surinamensis*.

Pode-se observar também que plantas invasoras pareciam ter seu desenvolvimento relativamente inferior em plantações de *P. caribaea*, se comparado com outras culturas vizinhas, de espécies nativas, mesmo em condições idênticas de luminosidade. Sobre a diversidade das invasoras, porém, não se teve nenhuma informação.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Apesar do estudo ter sido feito quase somente a nível de grandes grupos taxonômicos, ficou relativamente claro que plantações de pinheiros na Amazônia podem exercer influência significativa sobre as populações de certos animais do solo, positivamente para uns grupos e negativamente para outros. Para as formigas, a influência mostrou-se ser negativa, exatamente como se esperava que acontecesse. A razão disso é que muitas espécies de formigas são pre-

dadoras de cupins, porém elas se comportam cautelosamente frente aos isópteros portadores de secreções químicas de defesa, tais como espécies de *Nasutitermes* e outros. Ora, se esses compostos são também produzidos por pinheiros (Lee & Wood, 1971: 7), os quais podem lançá-los permanentemente no ambiente, este se tornaria possivelmente inadequado para a permanência de formigas, pelo menos de determinadas espécies.

Os ácaros, por outro lado, parecem não ser prejudicados com as culturas de pinheiros, talvez em parte porque os compostos liberados por essas plantas não tenham ação sobre eles. Suas populações se mostraram mais numerosas, possivelmente pela diminuição de certos competidores e até mesmo de predadores.

Foram encontrados mais ninhos de cupins (*C. ovatus*) em pastagem de *B. humidicola* do que em plantios de outras espécies exóticas. Ratcliffe *et al.*, 1952 (*Apud* Lee & Wood, 1971) já haviam observado que *Pinus* sp. tem influência negativa sobre populações de *Nasutitermes exitiosus* na Austrália, se comparado com vegetação nativa. Com isto, pode-se ver que mesmo espécies de cupim do gênero *Nasutitermes* podem ser repelidas por produtos químicos liberados por pinheiros, quando se sabe que representantes desses dois gêneros (*Pinus* e *Nasutitermes*) podem conter em comum pelo menos alguns compostos químicos idênticos (Lee & Wood, 1971). Sobre *Eucalyptus* sp., também já foi provado que exerce ação alelopática sobre o meio, inclusive com substâncias auto-inibidoras (Whittaker & Feeny, 1973)

Outros grupos certamente teriam apresentado diferenças significativas entre plantações de *P. caribaea* e culturas nativas, caso tivessem sido estudados a nível de espécies.

O fato de plantas invasoras terem seu desenvolvimento retardado sob culturas de *P. caribaea*, em relação ao que acontece sob outras culturas, possivelmente também está relacionado a substâncias alelopáticas. Seria interessante, co-

mo parte de um estudo mais aprofundado sobre o assunto, que se incluíssem pesquisas sobre diversidade e germinação de sementes das plantas invasoras sob pinheiros. Caso fosse confirmada a existência de alelopatia, haveria dois pontos a serem considerados: (a) As empresas reflorestadoras sentir-se-iam incentivadas a plantar pinheiros, porque os gastos com limpezas seriam menores do que com espécies nativas; mas (b) os prejuízos para o solo, devido à lixiviação dos nutrientes, certamente seriam maiores em culturas de pinheiros, pois as invasoras podem auxiliar na retenção desses elementos no meio, tal como o fazem os animais.

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus, há vários anos vem realizando pesquisas em Silvicultura, sobre várias espécies regionais, e tem obtido excelentes resultados (Higuchi, 1981). Não se deve incentivar, portanto, o plantio de *P. caribaea* nesta região, simplesmente com o argumento de ser uma espécie bem conhecida; no entanto existem dois grandes projetos no Pará e Amapá e vários outros menores. Os principais são o da empresa Jari Florestal e Agropecuária Ltda. e o da ICOMI. Segundo o jornalista Lúcio Flávio Pinto (com. pessoal), a área já plantada de *P. caribaea* na Jari atingia, no início de 1982, 29.000 ha, com perspectivas para alcançar 35.000 ha nos próximos anos (sem se falar em *Gmelina arborea*, outra espécie exótica cultivada na Jari), e na ICOMI a área plantada atingia, na mesma época, 28.000 hectares.

A Amazônia, nos últimos anos, tem sido tema de várias especulações sobre a melhor maneira de aproveitar-se seu potencial madeireiro. É evidente que a utilização racional da floresta heterogênea, como vários cientistas já têm proposto, seria talvez a melhor forma. Quando isso não for possível, ou não for economicamente viável, o melhor seria utilizar policulturas, ou mesmo monoculturas, mas de espécies nativas, cuja evolução ocorreu paralelamente à das espécies animais. Com monoculturas de espécies nativas ainda se

estaria correndo o risco de causar desequilíbrio ambiental, mas esse perigo certamente seria bem menor.

As idéias discutidas neste trabalho não têm a pretensão de esgotar o assunto sobre o problema da introdução de *P. caribaea* e de outras espécies madeireiras exóticas na Amazônia, e sim o desejo de abrir portas para várias pesquisas, cada vez mais aprofundadas, principalmente no campo da Pedobiologia, envolvendo fauna do solo, substâncias alelopáticas e tópicos correlatos.

AGRADECIMENTOS

A Ramiro Bittencourt Neto, pela colaboração nos trabalhos de campo; a Suely S. Costa, pela orientação estatística, e aos responsáveis pelas culturas, que nos permitiram realizar pesquisas nas mesmas, em especial Paulo de Tarso Eremita da Silva, gerente da empresa Santa Izabel Agro-Florestal Ltda.

SUMMARY

Large areas of Amazonia have recently been subject to devastation for the planting pastures and for the production of wood products. Exotic species in monoculture are generally used. *Pinus caribaea*, a pine tree native to Central America, is one of the most commonly cultivated species in the region, due to its rapid growth. However, its impact on the environment has not been taken into account. To determine the effect of monoculture on the environment, the soil fauna in plantations of various species, both native and exotic, was studied. It was clear from these observations that the soil mites, ants, and termites were most drastically affected in monocultures of *P. caribaea* compared to the other plantations studied.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, R. L.
1970 — Termites of the Neotropical Region. In: KRISHNA, K. & WEESNER, F. M. **Biology of termites**. New York, Academic Press. v. 2. p. 527-576.
- BACHELIER, G.
1978 — **La faune des sols — son écologie et son action**. Paris, ORSTOM. 391 p.
- BANDEIRA, A. G.
1979 — Ecologia de cupins (Insecta, Isoptera) da Amazônia Central: efeitos do desmatamento sobre as populações. **Acta Amazônica**, Manaus, 9(3): 481-499.
- DANTAS, M.
1979 — Pastagens da Amazônia Central: ecologia e fauna do solo. **Acta Amazônica**, Manaus, 9(2): 1-54 (Suplemento).
- EDWARDS, C. A.; REICHLER, D. E. & CROSSLEY, D. A.
1970 — The role of soil invertebrates in turnover of organic matter and nutrients. In: REICHE, D. E. ed. **Analysis of temperate forest ecosystems**. New York, Spinger Verlag, p. 147-172.
- FALESI, I. C.
1967 — O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA, Belém, 1966. **Atas...**, Rio de Janeiro, CNPq. v. 1: Geociências. p. 151-168.
- FITTKAU, E. J. & KLINGE, H.
1973 — On biomass and trophic structure of Central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, Washington, 5(1): 2-14.
- HIGUCHI, N.
1981 — A Silvicultura no INPA. **Acta Amazonica**, Manaus, 11(1): 99-107.
- LEE, K. E. & WOOD, T. G.
1971 — **Termites and soils**. London, Academic Press. 251 p.
- MATHEWS, A. G. A.
1977 — **Studies on termites from Mato Grosso State, Brazil**. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências. 267 p.
- SCHUBART, H. O. R.
1977 — Critérios ecológicos para o desenvolvimento agrícola das terras-firmes da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, 7(4): 559-567.

SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G.

1973 — **Statistical methods** Ames, The Iowa State Univ. Press. 593 p.

SOUTHWOOD, T. R. E.

1968 — **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations**, London, Methuen. 391 p.

WITKAMP, M. & OSLON, J.

1963 — Breakdown of confined and non confined oak litter. **Oikos**, Copenhagen. 23(11) : 138-147.

WITTAKER, R. H. & FEENY, P. P.

1973 — Allelochemics: chemical interactions between species. **Science**, Lancaster, 171(3973) : 757-770.

(Aceito para publicação em 29/03/82)



Est. I — Ninho de *Nasutitermes peruanus* em árvore de *Pinus caribaea* em Icoaraci (EIDAI).

BANDEIRA, Aldemar Gomes & SOUZA, Paulo Celso S. Influência do pinheiro (*Pinus caribaea*) sobre a fauna do solo na Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série: Zoologia**, Belém, (114); 1:13, jul., 1982, il.

RESUMO: Na Amazônia vem-se ultimamente devastando grandes áreas para implantação de monoculturas de essências madeiras e pastagens usando-se geralmente espécies exóticas. *Pinus caribaea*, por seu rápido crescimento, tem sido uma das espécies mais cultivadas na região sem que se tenha, no entanto, levado em conta as conseqüências que isso acarreta ao meio ambiente. Algumas idéias a este respeito foram fundamentadas por observações sobre a fauna do solo em culturas dessa e de outras espécies vegetais, tanto exóticas como nativas. Ficou evidenciado que ácaros, formigas e cupins, pelo menos, são de alguma maneira afetados pelas monoculturas de *P. caribaea*, de maneira mais drástica do que por qualquer outra cultura estudada.

CDU 591.522 (811) 631.468 (911)

CDD 591.509811 631.4609811

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

SOUZA, PAULO CELSO S.

t