

O MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁREAS ALAGÁVEIS DA AMAZÔNIA CENTRAL E AS COMUNIDADES DE HERBÁCEAS AQUÁTICAS

Maria Teresa Fernandez Piedade
Jochen Schöngart
Wolfgang J. Junk

RESUMO

As plantas herbáceas das áreas alagáveis amazônicas apresentam uma alta diversidade, sendo reportadas na Amazônia Central cerca de 400 espécies pertencentes aos mais diferentes grupos taxonômicos. Esta categoria de plantas desempenha um papel fundamental nas áreas inundáveis devido às suas múltiplas funções ecológicas, servindo de abrigo e fonte de alimento para muitos organismos da fauna aquática. Embora restritas a áreas relativamente pequenas, as herbáceas aquáticas podem apresentar valores de Produção Primária Líquida até três vezes superiores àqueles das florestas alagáveis. Dada a elevada decomposição de sua biomassa, tanto na fase terrestre quanto na fase aquática do ciclo hidrológico, elas enriquecem as áreas alagáveis associadas sendo, portanto, de importância capital para os estoques de carbono locais e regionais. O manejo sustentável dos ecossistemas inundáveis amazônicos deve levar em consideração a importância da vegetação herbácea desses ambientes, tanto no balanço de nutrientes, quanto em respeito às suas funções ecológicas. Contudo, especialmente nas várzeas, devido às condições nutricionais mais favoráveis, as florestas e também a vegetação de herbáceas nativas têm sido sistematicamente removidas, para dar lugar a várias formas de uso da terra, como fazendas para a criação de animais, ou plantios extensivos, normalmente baseados na introdução de espécies exóticas. A substituição de áreas florestadas de várzea por comunidades de plantas herbáceas promove pequeno impacto na produção primária total desses ambientes, já que este grupo de plantas é, freqüentemente, mais produtivo do que a própria floresta. Contudo, este tipo de ação afeta drasticamente os estoques de biomassa. Por outro lado, a remoção massiva de plantas herbáceas para a introdução de plantios menos adaptados reduz a diversidade de espécies e a fertilidade da várzea, demandando fertilização adicional. Finalmente, a susceptibilidade ao fogo nesses sistemas alagáveis degradados pelo uso em larga escala é grande, particularmente durante a fase terrestre, o que resulta na freqüente perda de plantios e pastagens, comprometendo ainda mais as comunidades naturais de plantas e sua fauna associada. Esta seqüência de ações desestabilizadoras das condições de equilíbrio das áreas de várzea termina por trazer sérias conseqüências negativas para os ribeirinhos, cujas atividades e vida dependem da manutenção das múltiplas funções desses ambientes.

PALAVRAS CHAVE

Amazônia. Várzea. Macrófitas aquáticas. Biomassa. Pulso de inundação. Utiliza o potencial.

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, CPBA, Projeto INPA/Max-Planck. C. P. 478, 69011-970, Manaus, AM, Brasil

² Max-Planck Institute for Limnology, Postfach 165, D-24302, Ploen/Alemanha/Projeto INPA/Max-Planck. C. P. 478, 69011-970, Manaus, AM, Brasil

³ Max-Planck Institute for Limnology, Postfach 165, D-24302, Ploen/Alemanha

ABSTRACT

Herbaceous species in the Amazon floodplains particularly C_4 plants may exhibit NPP values about three times those of the floodplain forest. Although restricted to relatively small areas, they show high diversity and are very important in the carbon and nutrient budgets of the region, enriching the aquatic system and associated floodplains through their decomposition, both during the aquatic and terrestrial phases of the hydrologic cycle. Sustainable management systems for Amazon floodplains should consider the importance of herbaceous vegetation in the nutrient budget of the region. Because of favorable nutrient conditions várzea forests are frequently replaced by farms and pasture lands for cattle and buffalo ranching. The substitution of the forest by herbaceous plant communities has little effect on total primary production because these communities are often more productive than the forest itself, but it affects strongly biomass. On the other hand, massive removal of herbaceous plants for the introduction of less adapted crops will reduce species diversity and the fertility of the várzea, and will require additional fertilization. Susceptibility of these degraded systems to fire increases during the terrestrial phase, resulting in losses of crops and pastures, and leading to further degradation of the natural plant communities and associated animals of the floodplains, with far reaching negative consequences for human life.

KEY WORDS

Amazonia. Várzea. Aquatic macrophytes. Biomass. Flood pulse. Potential utilization.

INTRODUÇÃO

Áreas alagáveis associadas a rios de águas brancas (várzeas) têm sido historicamente focos de colonização, intensificada nos últimos trinta anos, devido à elevada fertilidade desses ambientes que suportam altas taxas de produção primária das plantas superiores, especialmente a vegetação herbácea (PIEDADE *et al.*, 1991; JUNK; PIEDADE, 1993a; 1997), e a rápida reciclagem de nutrientes (JUNK; FURCH, 1991; FURCH; JUNK, 1992; 1997). Como consequência do pulso hidrológico, que no rio Amazonas e seus grandes tributários descreve um padrão monomodal de inundação, com uma amplitude média anual de 10m, a vegetação das áreas alagáveis é submetida todos os anos à alternância entre uma fase aquática e uma fase terrestre com importantes implicações ecológicas tanto para as populações de plantas quanto para a fauna associada, em ambas as fases do ciclo hidrológico (JUNK *et al.*, 1989). Os ciclos de vida das espécies e o tempo disponível para o crescimento dependem da duração da inundação e seca e do hábito das espécies. Assim, ao longo do ano, pulsos de crescimento e dormência alternam-se, com trocas na composição de espécies da vegetação herbácea de acordo com a fase do ciclo hidrológico considerada.

A mudança da maneira convencional de exploração das várzeas, originariamente ligada à pesca de subsistência e agricultura de pequena escala, para a introdução de animais de criação, principalmente gado bovino e, em algumas áreas, bubalino, teve forte influência nas populações de plantas herbáceas da várzea. Durante as últimas décadas o corte de florestas e a remoção da vegetação herbácea para a introdução de pastagens exóticas trouxeram várias consequências negativas, desde a perda da biodiversidade a problemas ligados à perda de solos, de sua fertilidade, como também da fertilidade de corpos de água, entre outros.

Várias espécies herbáceas nativas apresentam rápido crescimento e valor nutritivo elevado, apresentando potencial econômico, especialmente, para alimentar gado e outros animais de criação.

DISTRIBUIÇÃO E DINÂMICA DAS COMUNIDADES DE PLANTAS HERBÁCEAS DE ÁREAS ALAGÁVEIS

As plantas herbáceas crescem abundantemente nas várzeas devido ao elevados teores nutricionais e valores de pH adequados no solo e na água. Plantas submersas são inibidas pelas condições pobres de luz, alta turbidez da água, bem como pelas grandes flutuações de nível da água. Devido aos seus ciclos de vida relativamente curtos e rápido crescimento as plantas herbáceas aquáticas ocupam uma ampla gama de ambientes, desde puramente aquáticos até ambientes terrestres nas áreas alagáveis, sendo bons indicadores das condições ecológicas presentes em um dado habitat. A distribuição e composição de espécies desse grupo de plantas dependem da duração das fases aquática e terrestre, da estabilidade física do habitat, que se relaciona à sedimentação, erosão, ação de correntes e ondas, ação antrópica e aos processos sucessionais (JUNK; PIEDADE, 1997).

Durante o período de águas baixas herbáceas anuais terrestres cobrem as porções mais baixas da planície inundável. A composição de espécies e seu crescimento dependem do padrão de chuvas e da capacidade de retenção de água dos solos, variando fortemente entre diferentes anos. Porções mais elevadas são ocupadas por plantas herbáceas semi-aquáticas, bem adaptadas à dinâmica de deposição de sedimentos. As gramíneas aquáticas *Echinochloa polystachya*, *Paspalum fasciculatum* e *Paspalum repens* formam extensos grupamentos

monoespecíficos cuja propagação é predominantemente vegetativa, formando novas rebrotas nas camadas superiores dos sedimentos, acelerando os processos de deposição de sedimentos. Na fase aquática as espécies livre flutuantes e emergentes dominam. Nessa fase a remoção de grupamentos de plantas dos sedimentos é comum, sendo esse material transportado pelas correntes, contribuindo para os estoques de carbono do canal central dos grandes rios barrentos, acelerando a colonização de ambientes recém criados. Áreas mais elevadas, inundadas por períodos inferiores a 230 dias, são dominadas pelas florestas alagáveis.

A vegetação herbácea é importante na retenção de sedimentos, estabilizando os substratos, por meio da retenção de partículas do solo durante a descida das águas, impedindo a erosão e promovendo as primeiras etapas do processo de sucessão nas áreas alagáveis de várzea. As espécies mais importantes relacionadas a essa dinâmica são as gramíneas com grandes quantidades de talos, *E. polystachya* e *P fasciculatum*, componentes dos primeiros estágios de sucessão nas áreas alagáveis de várzea (WORBES *et al.*, 1992). As correntes e a erosão são os principais fatores de distúrbio e criam uma variedade de diferentes estágios sucessionais nas áreas alagáveis. Lagos de áreas inundáveis isolados com menores cargas de deposição de sedimentos mostram um processo de sucessão lento, porém, gradual, enquanto que em áreas de deposição arenosas ou nas regiões planas e lamacentas do canal do rio os processos são mais dinâmicos e, freqüentemente, reversíveis (PIEDADE; JUNK, 2000).

COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E DIVERSIDADE

As plantas herbáceas podem ser divididas em espécies aquáticas e terrestres e em espécies que apresentam

adaptações para ambas as fases. Nas áreas alagáveis do rio Amazonas/Solimões, nas proximidades de Manaus, 388 espécies herbáceas foram coletadas e identificadas, pertencentes a 182 gêneros. Destas, 330 espécies (85%) foram classificadas como plantas terrestres, 34 (9%) plantas aquáticas e as 22 restantes (6%) como espécies de hábitos intermediários (JUNK; PIEDADE, 1993a).

A maioria das espécies (71%) mostrou preferência por locais perturbados nas posições mais elevadas da planície alagável (Tabela 1). Embora a abundância de muitas das espécies tenha sido elevada, nas proximidades de Manaus apenas 12 espécies (3%) podem ser consideradas como muito abundantes (JUNK; PIEDADE, 1993a; 1993b), e apenas 5 espécies (1%) como dominantes, formando grupamentos monoespecíficos, entre elas *E. polystachya*, *P fasciculatum* e *P repens*. Essas gramíneas perenes C₄ cobrem extensas áreas apresentando valores de biomassa muito elevados (JUNK; PIEDADE, 1993c). Devido a introdução de sementes de invasoras juntamente com as sementes para plantios, o número de espécies nas porções mais elevadas das planícies alagáveis tende a aumentar no futuro.

Tabela 1. Preferência de sítios por espécies de plantas herbáceas terrestres nas áreas alagáveis da Amazônia Central, por número de espécies e porcentagem de ocorrência. A porcentagem total é superior a 100%, uma vez que várias das espécies ocorrem em mais de um sítio. As porcentagens foram calculadas em relação a um número total de 388 espécies coletadas nas proximidades de Manaus (JUNK; PIEDADE, 1997).

Sítios preferenciais	Número de espécies	Porcentagem de ocorrência
Áreas perturbadas em posições elevadas	273	71%
Áreas de sedimentação recente	92	24%
Fundos de lagos expostos na seca	26	7%
Floresta alagável	25	7%
Baias de lagos de várzea com águas paradas	42	11%
Ilhas flutuantes	44	11%

BIOMASSA E PRODUÇÃO PRIMÁRIA

Biomassa e produção primária dependem da espécie, ciclo de vida e tempo disponível para o crescimento. Plantas livre flutuantes como *Salvinia auriculata*, *Ceratopteris pteridoides* e *Pistia stratiotes* acumulam quantidades relativamente baixas de biomassa por unidade de área, apesar dos elevados valores de produção, devido à sua expansão lateral. Sob condições adequadas ao crescimento elas duplicam sua biomassa em um curto tempo de apenas seis dias.

Em um período de três meses, os valores de biomassa das comunidades de plantas terrestres anuais colonizando áreas alagáveis atingiu valores entre 3,4 ($\pm 1,7$) t ha⁻¹ em comunidades de Cyperaceae, até 8,7 ($\pm 5,3$) t ha⁻¹ em comunidades dominadas por *Aeschynomene sensitiva* (Tabela 2). Populações mistas incluindo *Aeschynomene sensitiva*, durante a fase terrestre, e *Hymenachne amplexicaulis* e macrófitas aquáticas flutuantes, durante a fase aquática, atingiram valores de biomassa de 30 t ha⁻¹ no período de 9,5 meses. Considerando uma perda mensal de biomassa por decomposição e consumo entre 10% e 25%, a produção primária líquida (PPL) varia de 37 a 48 t ha⁻¹ (JUNK; PIEDADE, 1993c). Populações mistas dominadas por *Paspalum repens* e *O. glumaepatula* (*O. perennis*) atingiram, durante um período de crescimento de 4 a 5 meses, 14,5 a 17,5 t ha⁻¹ (Tabela 3).

Valores de biomassa e PPL bastante superiores foram registrados para as espécies perenes enraizadas *Paspalum fasciculatum* e *Echinochloa polystachya*. *E. polystachya* cresce em baixios lamacentos nas margens dos rios e lagos e seu ciclo de vida relaciona-se à fase aquática, quando a espécie maximiza valores de produtividade. *P. fasciculatum* tem seu período central de

crescimento relacionado à fase terrestre. Quando a água abaixa, expondo os talos da planta, rebrotas formam-se nos nós ao longo do colmo. A biomassa de *E. polystachya* começa a secar quando a biomassa de *P. fasciculatum* aumenta, mantendo a biomassa e PPL do sistema em um nível elevado ao longo de todo o ano. Os valores de PPL dessas gramíneas podem perfazer até três vezes os valores calculados para a floresta de várzea (WORBES, 1997) e mostram a importância dessas comunidades no ciclo de carbono desses ambientes (PIEADADE *et al.*, 1994).

Tabela 2. Biomassa (material vivo e morto) de comunidades anuais de plantas herbáceas em áreas de sedimentação na várzea das proximidades da cidade de Manaus, Amazônia Central, pouco antes do início da inundação. A unidade amostral de coleta foi de 1m² (n = 10). O desvio padrão encontra-se entre parêntesis (JUNK; PIEDADE, 1997).

Dia	Localidade	Espécies dominantes	Biomassa t ha ⁻¹ peso seco
		<i>Cyperaceae</i>	6,4 (3,4)
07/03/74	Costa do Baixo	<i>Cyperaceae</i> , <i>Gramineae</i>	3,2 (2,2)
		<i>Aeschynomene sensitiva</i>	8,7 (5,3)
		<i>Cyperaceae</i>	5,7 (3,5)
		<i>Gramineae</i>	4,8 (2,4)
		<i>Sphenoclea zeylanica</i>	7,2 (3,3)
15/01/82	Área de sedimentação na Marchantaria	<i>Cyperaceae</i> , <i>Onagraceae</i>	6,1 (2,6)
		<i>Cyperaceae</i> , <i>Gramineae</i>	5,5 (2,7)
		<i>Cyperaceae</i>	3,4 (1,7)

Paspalum fasciculatum alcança os valores máximos de biomassa de 53,6 a 57,6 t ha⁻¹ em matéria seca em posições que permanecem não inundadas entre 220 a 230 dias por ano (JUNK; PIEDADE, 1993c). *E. polystachya* pode alcançar um valor de biomassa de 80 t ha⁻¹ no período de

um ano (PIEDADE *et al.*, 1991). A PPL de *P. fasciculatum* pode alcançar 70 t ha⁻¹ em um ciclo de crescimento de cerca de 8 meses, enquanto que *E. polystachya* mostra um valor de 100 t ha⁻¹ no período de um ano (Tabela 3). Para muitas populações de gramíneas ou grupamentos mistos dominados por gramíneas, assumindo uma porcentagem de perda entre 10 e 25%, a PPL pode ser calculada (JUNK; PIEDADE, 1993c), mostrando a importância das plantas herbáceas nos balanços de carbono e CO₂ para a região.

A retenção de nutrientes na biomassa durante os períodos de crescimento, bem como sua liberação durante a decomposição influencia de forma clara os balanços de eletrólitos em lagos (FURCH *et al.*, 1983). O massivo seqüestro de nutrientes durante a fase aquática e seu subsequente retorno por meio da decomposição durante a fase terrestre aumenta os balanços de nutrientes e a produtividade em lagos de áreas alagáveis.

IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA COMO HABITAT NAS CADEIAS ALIMENTARES

A enorme produção de biomassa e a grande extensão ocupada colocam as macrófitas em uma posição chave como habitat para a fauna aquática e terrestre. Espécies flutuantes como *Eichhornia crassipes* desenvolvem um sistema radicular denso que pode perfazer de 40 a 50% da biomassa total da planta. Gramíneas aquáticas formam raízes adventícias nos nós dos colmos, para a absorção de água e minerais. Essas raízes e os detritos que a elas se associam propiciam abrigo e alimento para os organismos aquáticos. As comunidades de plantas aquáticas são consideradas os habitats mais densamente populados nos corpos de água da várzea (JUNK, 1973).

Sob condições de oxigênio adequadas e baixas quantidades de partículas inorgânicas em suspensão, um número de invertebrados de 780,000 ind.m⁻² foi encontrado em associação a

Tabela 3. Produção Primária Líquida (PPL) em peso seco das mais importantes populações e comunidades de plantas herbáceas na várzea da Amazônia Central.

População/comunidade	PPL máxima (t ha ⁻¹)	Tempo para a produção*	Autores
Grupamentos monoespecíficos de <i>Echinochloa polystachya</i>	100,0	1 ano	Piedade <i>et al.</i> 1991
Grupamentos monoespecíficos de <i>Paspalum fasciculatum</i>	70,0	7,7 meses	Junk & Piedade 1993c
Populações Mistas dominadas por <i>Hymenachne amplexicaulis</i>	48,0	9,5 meses	Junk & Piedade 1993c
Grupamentos monoespecíficos de <i>Paspalum repens</i>	33,0	4,0 meses	Junk & Piedade 1993c
Grupamentos monoespecíficos de <i>Oryza perennis</i>	27,0	4,0 meses	Junk & Piedade 1993c
Populações Mistas dominadas por <i>Oryza perennis</i>	17,5	5,0 meses	Junk & Piedade 1993c

*Período máximo de crescimento da população ou comunidade em condições naturais.

grupamentos de plantas aquáticas (JUNK; ROBERTSON, 1997). Quando os estandes são muito densos a concentração de oxigênio diminui e ácido sulfídrico, que é tóxico, pode ser produzido, o que irá reduzir a colonização por invertebrados. Grandes invertebrados como camarões utilizam a vegetação aquática como abrigo, ainda que temporariamente (ORDINEZ-COLLART, 1988). Caramujos do gênero *Pomacea* freqüentemente depositam seus ovos em talos de gramíneas ou nos pecíolos de *E. crassipes* (MERCK, 1994), alimentando-se tanto das plantas quanto dos detritos a elas associados.

Dentre os vertebrados aquáticos o grupo mais importante utilizando macrófitas aquáticas como habitats são os peixes, particularmente os indivíduos jovens, que podem evitar a predação encontrando abrigo e alimento entre os talos raízes e folhas. Os peixes podem também explorar essa vegetação nos períodos de intensa hipoxia, utilizando oxigênio eliminado para a água pelas raízes de algumas macrófitas aquáticas (JEDICKE *et al.*, 1989). Estudos com isótopos estáveis de carbono indicam que o material vegetal derivado das macrófitas é relativamente pouco incorporado por peixes (FORSBERG *et al.*, 1993).

Um grande número de invertebrados terrestres coloniza as plantas herbáceas associadas à fase terrestre do ciclo hidrológico. Merecem aqui referência, devido ao elevado número de indivíduos, as muitas espécies de formigas, dentre as quais destacam-se as formigas de fogo (*Solenopsis saevissima*). Consumidores importantes são também os gafanhotos. *Paulinia acuminata*, por exemplo, se alimenta e ovipõe em *Pistia stratiotes* e *Salvinia* spp. (VIEIRA, 1989; VIEIRA; ADIS, 1992) enquanto que *Stenacris fissicauda fissicauda* se alimenta e ovipõe em *Paspalum repens* (NUNES, 1989).

O peixe-boi (*Trichechus inunguis*) e a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) são os mamíferos mais importantes consumindo grandes quantidades de plantas herbáceas aquáticas. Contudo, nos dias de hoje as populações desses animais declinou drasticamente em virtude da caça intensiva. O mesmo se verifica em relação às grandes tartarugas dos rios (*Podocnemis* spp.) que, além de sofrerem sobre caça, têm seus ovos predados por animais e pelo homem (JUNK; SILVA, 1997). Finalmente, várias espécies de pássaros se alimentam das sementes dessa vegetação na várzea.

UTILIZAÇÃO POTENCIAL DA VEGETAÇÃO HERBÁCEA DE ÁREAS ALAGÁVEIS POR POPULAÇÕES HUMANAS

As plantas aquáticas são cultivadas há muito tempo na história da humanidade. Citações indicam o cultivo de plantas herbáceas aquáticas na China 3000 anos AC e no Egito e Pérsia ao redor de 2.500 anos AC. Na América do Sul praticamente não se dispõe de informações referentes ao uso de plantas aquáticas pelas populações indígenas no período anterior a Colombo (PIEIDADE; JUNK, 2000). Isto pode ser decorrente da rápida desintegração das estruturas sociais das populações indígenas das várzeas, como também de sua dizimação após a chegada dos colonizadores europeus. Nos dias atuais a utilização das plantas herbáceas de áreas alagáveis por populações humanas se restringe, praticamente, à alimentação de animais domésticos, como o gado. Contudo, levando em consideração a utilização deste grupo de plantas em outras áreas alagáveis do mundo, especialmente na Ásia, algumas das espécies amazônicas podem apresentar um potencial considerável.

Controle da eutrofização

As plantas de acrifitas características como *Utricularia* *capitata* são famosas pela sua capacidade de sobreviver nos solos e inorgânicos dos campos de várzea, sendo por isso utilizadas em tratamentos de saneamento (SILVA, 1988).

Entretanto, como os rins dos poluentes como os metais pesados se concentram nos tecidos das plantas, a toxicidade produzida pelas devesas, utilizada do campo de várzea, devesa a evitar o uso no dos campos poluentes para o sistema de irrigação por meio da decomposição. As plantas desta espécie de tratamento de águas utilizando *Utricularia capitata* funciona na produção de fitoplâncton, e as plantas desta espécie experimentais demonstram o fato de serem instaladas no sistema do Brasil.

Fertilização

A elevada toxicidade produzida pelas acrifitas características pode ser utilizada para a fertilização dos solos. Alguns ensaios a este respeito já foram realizados na região amazônica com resultados positivos, especialmente em plantios de feijão-de-santa-rosa, *Sesbania rostrata*, e de milho, com adição de calcário para corrigir o pH (ANTUNES et al., 1978). Experimentos com plantios de tomates não tiveram muito sucesso, principalmente pela deficiência de nitrogênio. Entretanto, plantios de *Crotalaria polystachya* na várzea demonstraram incremento de 12% no solo e 10% no conteúdo do solo com folhas da espécie, e com isso para os tratamentos com fertilização nitrogenada se tornou possível (SILVA, 1988).

Além disso, a adição de nitrogênio pelo material da planta em decomposição é o principal método de fertilização de áreas bridas. O método consiste em aplicar a adição de fertilização de inorgânica, e a verificação do conteúdo de água dos tecidos da planta

no qual a quantidade superior a 8%, a adição de matéria orgânica pode ainda produzir a escassez de água durante a estação seca.

A fertilização dos campos de arroz com *Azolla pinnata* para aumentar os níveis de nitrogênio é citada como importante na produção de arroz no Ictn e em áreas de várzea (ALS, N, 1977).

Em áreas de várzea e pântanos asiáticos a planta seja tratada com o produto da espécie, e outros, além das propriedades fertilizantes, ela é considerada vantajosa por ajudar no controle da polifloração dos pântanos, evitando ainda o crescimento de plantas características de áreas úmidas e de áreas inundadas.

Em fazendas de produção de peixes na Rússia e Ásia os resultados foram obtidos utilizando plantas características picadas para fertilizar tanto os de cultura de peixes, quanto os de cadeia alimentar, pela produção de fitoplâncton e zooplâncton, este último é muito importante para a dieta de várias espécies de peixes (SILVA, 1988). Na Amazônia Central, os resultados para a alimentação de peixes da espécie *Bycon corbularis* foram feitas e testadas utilizando *Utricularia capitata* e *Salvinia spp.*, com grande sucesso (SANTANA et al. 1981 e ANTUNES et al. 1987, respectivamente). Até 2% da produção convencional pode ser substituída por matéria orgânica desidratada de *Utricularia capitata* sem interferência negativa no crescimento dos peixes.

Aplicação de derivados e construção civil

A produção de papel e derivados de celulose utilizando plantas características foi demonstrada com sucesso, e é conhecido pela *Cyperus papyrus*. Análises das fibras dos talos de *Crotalaria polystachya* demonstraram que as fibras são adequadas à produção de papel de alta qualidade (ANTUNES, 1983). Entretanto já se

observa a utilização de *Crotalaria polystachya* para a produção de papel de alta qualidade (ANTUNES, 1983). Entretanto já se

dispõe de alternativas economicamente mais rentáveis para esse propósito, como é o caso dos plantios de *Eucalyptus*, de elevado rendimento.

Várias espécies dos gêneros *Phragmites*, *Typha* e *Scirpus* têm sido usadas desde tempos remotos na construção civil, principalmente na Europa, para a construção de telhados (SCULTHORPE, 1985). Estes são apreciados pela sua beleza, excelentes propriedades de isolamento térmico e resistência. Entretanto, os custos com taxas adicionais de seguro contra fogo e mão de obra especializada para a confecção têm limitado seu uso a consumidores de renda mais elevada. Na região amazônica as folhas de várias espécies de palmeiras são usadas para esses propósitos (PIEIDADE; JUNK, 2000).

Na ornamentação de corpos de água

A utilização de plantas aquáticas para fins ornamentais é muito popular na Europa e nos Estados Unidos (SCULTHORPE, 1985) e seu cultivo é uma atividade mundialmente difundida. Algumas espécies podem atingir preços superiores àqueles de vários peixes comerciais. Plantas aquáticas são freqüentemente usadas para adornar pequenos lagos e espelhos de água, como também corpos de água maiores utilizados para recreação e turismo. Várias espécies que crescem nas várzeas amazônicas são utilizadas ou têm grande potencial como plantas ornamentais, contudo, o crescimento exagerado e dificuldades com a manipulação reduzem potencialmente seu valor econômico para cultivo e exportação na região.

Criação de animais

Cerca de 250 anos atrás, os colonizadores europeus introduziram o gado na várzea amazônica, de forma a utilizar as extensas formações das comunidades de plantas aquáticas desses ambientes. As

elevadas flutuações de nível do rio levaram a perdas consideráveis, limitando as atividades de criação de gado bovino. No final do século 18 foi introduzido o búfalo como alternativa, inicialmente no delta do rio Amazonas, e gradualmente rio acima. Após esse período, a criação de gado bovino sofreu novo impulso, diante da alternativa de transferir de barco grandes manadas de gado para fazendas na terra firme, no pico da inundação. Houve a introdução de pastos artificiais, embora os pastos de herbáceas nativas da várzea tenham sido utilizados em paralelo, inclusive no presente (OHLY; HUND, 1996).

O gado bovino tem uma grande seletividade alimentar, rejeitando itens abundantes na várzea, como a gramínea *Paspalum fasciculatum* que, contudo, é bem aceita por búfalos. Devido ao maior espectro alimentar dos búfalos a produção de carne por unidade de área é cerca do dobro daquela obtida com gado bovino. Os criadores utilizam barcos para cortar as gramíneas semi-aquáticas *Paspalum repens* e *Echinochloa polystachya* durante as águas altas, transportando esse material para currais flutuantes, localmente denominados marombas, onde o gado permanece durante as cheias. Já os búfalos nadam até as comunidades de plantas aquáticas para se alimentarem. Apesar dessas estratégias, a disponibilidade de alimento ainda é o fator limitante à criação de animais na várzea. Nas últimas décadas os fazendeiros passaram a cortar cada vez mais a floresta alagável das porções mais elevadas para aumentar os pastos naturais, ou para introduzir pastos artificiais com espécies exóticas tolerantes à inundação, como a gramínea africana *Brachiaria humidicula*. O forrageio intensivo por búfalos pode reduzir a diversidade de espécies herbáceas da várzea. Em um período de 10 anos de utilização de um pasto na várzea, com um número de búfalos acima da capacidade de suporte, observou-se uma redução de 50% na

diversidade de espécies (CONSERVA; PIEDADE, 1998). Grandes rebanhos de gado bovino e bubalino exigem um desmatamento em larga escala da várzea alta. Contudo, os frutos e sementes das árvores das florestas alagáveis são importantes itens alimentares para uma variedade de espécies de peixes. Além disto, os pastos e a vegetação secundária são susceptíveis ao fogo durante o período seco. Assim, a criação de animais em larga escala deve ser considerada negativa para os ambientes inundáveis.

Medicina popular

Embora muitas plantas aquáticas sejam citadas na antiguidade como eficientes na cura das mais diferentes doenças, apenas em alguns poucos casos as propriedades medicinais dessas plantas foram cientificamente comprovadas por meio do isolamento dos compostos ativos (SCULTHORPE, 1985). Pr

nas várzeas da Amazônia brasileira, encontram-se também entre as espécies de outras famílias comumente consumidas na Ásia como vegetais.

CONCLUSÕES

a) Plantas herbáceas aquáticas e terrestres ocupam uma grande extensão nas áreas alagáveis amazônicas, especialmente nas várzeas. Esse grupo de plantas desempenha um papel fundamental no ecossistema, como habitat para a fauna aquática e terrestre e como fonte de alimento para algumas espécies chave de animais, como o peixe-boi, capivara e tartarugas. Além disto, essas plantas retêm sedimentos e protegem as camadas superficiais do solo contra a erosão, capturando e retendo também nutrientes na várzea;

b) A ação humana substituindo áreas florestadas de várzea por comunidades de plantas herbáceas tem pequeno efeito na produção primária total, porque as comunidades nativas de plantas herbáceas são mais produtivas que a própria floresta, contudo, essa ação afeta enormemente os estoques de biomassa, que são muito maiores nas florestas alagáveis;

c) A remoção massiva de comunidades de plantas herbáceas nativas para dar lugar a plantios de espécies menos adaptadas reduz a fertilidade da várzea, exigindo fertilização adicional. Durante a fase terrestre a susceptibilidade da vegetação secundária ao fogo aumenta, levando a uma degradação ainda maior das comunidades naturais de plantas e sua fauna associada, com conseqüências negativas severas para as populações humanas habitando esses locais;

d) Corte de madeira, agricultura e o estabelecimento de pastagens naturais e artificiais para gado bovino e bubalino favorecem o crescimento da vegetação herbácea, em detrimento das florestas alagáveis;

e) Ainda que as áreas para a agricultura sejam relativamente pequenas e concentradas nas porções mais elevadas das planícies alagáveis próximas a centros urbanos, essa atividade é importante por favorecer a entrada de neófitas que podem freqüentemente se adaptar com grande sucesso;

f) A introdução em larga escala de pastagens nas várzeas altas dificulta o re-estabelecimento da floresta, aumentando também o risco de fogo, ao qual a vegetação da várzea não é adaptada;

g) Levando em consideração a elevada diversidade e produtividade das plantas herbáceas das áreas alagáveis amazônicas este grupo de plantas é pobremente explorado.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da cooperação de longa duração mantida entre o Instituto Max-Planck de Limnologia (MPIL), Grupo de Trabalho em Ecologia Tropical, Plön, Alemanha, e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil. Os autores agradecem de maneira muito especial o auxílio nos trabalhos de campo proporcionado pelo MSc Uwe Thein (em memória) do MPIL, e pelos técnicos brasileiros trabalhando junto ao Projeto INPA/Max-Planck, Celso Rabelo Costa e Valdeney de Araujo Azevedo. Finalmente agradecemos a Coordenação de Pesquisas em Biologia aquática do INPA (CPBA), particularmente aos barqueiros, sem cuja ajuda o trabalho de campo não teria sido possível.

REFERÊNCIAS

CONSERVA, A. S.; PIEDADE, M. T. F. Influence of flood-pulse and land-use on the composition of herbaceous species on a floodplain in Central Amazonia. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, n. 26, p. 994-995, 1998.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência/Finep, 1988.

FORSBERG, B. R.; ARAUJO-LIMA; CRAM; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L.; BONASSI, J. A. Autotrophic carbon sources for fish of the Central Amazon. **Ecology**, n. 74, p. 643-652, 1993.

FURCH, K.; JUNK, W. J. Nutrient dynamics of submersed decomposing Amazonian herbaceous plant species *Paspalum fasciculatum* and *Echinochloa polystachya*. **Ver. Hydrobiol. Trop.**, v. 25, n. 2, p. 75-85, 1992.

FURCH, K.; JUNK, W.J. Chemical composition, food value and decomposition of herbaceous plants leaves and leaf litter of the floodplain forest. In: JUNK, W.J. (Ed.). **The Central Amazon Floodplain: Ecological Studies**. Berlin: Springer, 1997. p. 187-203.

FURCH, K.; JUNK, W. J.; DIETERICH, J.; KOCHERT, N. Seasonal variation in the major cation (Na, K, Mg and Ca) content of the water of Lago Camaleão, an Amazon floodplain lake near Manaus, Brazil. **Amazoniana**, v. 8, n. 1, p. 75-90, 1983.

GALSTON, A. W. The water fern-rice connection. **Natural History Magazine**, v. 84, n. 10, p. 10-11, 1975.

JEDICKE, A.; FURCH, B.; SAI

- ORDINEZ-COLLART, O. Ecologie de la crevette d'Amazonie, *Macrobrachium amazonicum*. In: _____. **Condicions ecologiques et economiques de la production d'une ile de Várzea**: l'île du Careiro. Rapport terminal, Orstom: INPA, pour la Commission des Communautés Européennes (CEE), 1988. p. 52-71/ 313-319.
- PEREIRA FILHO, M.; STORTI FILHO, A.; GRAEF, E. W. Preparo e utilização de ingredientes produzidos em Manaus, no arraçoamento do matrinxã, *Brycon* sp. II. Teste experimental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 5., 1987, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: [s.n.], 1987. p. 187-199.
- PIEIDADE, M. T. F. Biologia e ecologia de *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchcock (Gramineae=Poaceae), capim semi-aquático da várzea amazônica. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 7, p. 173-185, 1993.
- PIEIDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. **Natural herbaceous plant communities in the Amazon floodplains and their use**. In: JUNK, W. J.; OHLY, J.; PIEIDADE, MTF; SOARES, M. G. M. (Eds.). **The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management**. [S.l.]: Backhuys Publishers b.v. p., 2000. p. 269-290.
- PIEIDADE, M. T. F.; JUNK, W. J.; LONG, S. P. The productivity of the C₄ grass *Echinochloa polystachya* on the Amazon floodplain. **Ecology**, v. 72, p. 1456-1463, 1991.
- PIEIDADE, M. T. F.; LONG, S. P.; JUNK, W. J. Leaf and canopy CO₂ uptake of a stand of *Echinochloa polystachya* on the Central Amazon floodplain. **Oecologia**, v. 97, p. 159-174, 1994.
- RUBIM, M. A. L. **Ciclo de vida, biomassa e composição química de duas espécies de arroz silvestre da Amazonia Central**. 1995. MSc (Thesis) – INPA/FUA, Manaus, 1995.
- SAINT-PAUL, U.; WENDER, U.; TEIXEIRA, A. S. Use of water hyacinth in feeding trials with Matrinxã (*Brycon* sp.). **J Aquat Plant Manage**, v. 19, p. 18-22, 1981.
- SCHLEGEL, A. **Einfluss des Bodenwassergehaltes, der Düngung mit Stickstoff und des Mulchens auf die stomatäre Leitfähigkeit, das Pflanzenwachstum und die Produktion von Biomasse des C₄-Grases *Echinochloa polystachya* im Überschwemmungsgebiet des Amazonas** Manaus, Brazil: Staatsexamensarbeit, Univ. Freiburg, Max-Planck Institut für Limnologie, AG-Tropenkologie, Plön, INPA, 1998.
- SCULTHORPE, C. D. **The biology of aquatic vascular plants**. Königstein: Koeltz Scientific Books, 1985.
- SOARES, M. G. M.; ALMEIDA, R. G.; JUNK, W. J. The trophic status of the fish fauna in Lago Camaleão, a macrophyte dominated floodplain lake in the middle Amazon. **Amazoniana**, v. 9, n. 4, p. 511-526, 1986.
- VIEIRA, M. F. **Bionomia e biologia de *Paulinia acuminata* (DE GEER) (Orthoptera: Pauliniidae) em um lago de várzea da Amazônia Central**. 1989. MSc (Thesis) – INPA/FUA, Manaus, 1989.
- VIEIRA, M. F.; ADIS, J. Abundance and biomass of *Paulinia acuminata* (DE GEER, 1773) (Orthoptera: Pauliniidae) in a várzea lake of Central Amazonia. **Amazoniana**, v. 7, n. 2, p. 337-352, 1992.
- WORBES, M. **The forest ecosystem of the floodplains**. In: JUNK, W. J. (Ed.). **The Central Amazon Floodplain**. Springer, Berlin: Ecological Studies, 1997, p. 223-265.
- WORBES, M.; KLINGE, H.; REVILLA, J. D.; MARTIUS, C. On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of Várzea forests in Central Amazonia. **Journal of Vegetation Sciences**, v. 3, p. 553-564, 1992.