

O novo Jari: riscos e perspectivas de um desenvolvimento maciço amazônico

Recebido para publicação em 26/8/1983

PHILIP M. FEARNSIDE e JUDY M. RANKIN, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.¹

ABSTRACT. *The new Jari: Risks and prospects of a major Amazonian development.* The "New Jari" faces an array of immediate and potential problems if the estate's silviculture and agriculture operations are to produce sustainable yields. Resolution of institutional difficulties associated with the operation during the period when it belonged to D. K. Ludwig is not in itself sufficient to sustain production over the long term.

The eventual need to return through fertilization the nutrients removed as harvested biomass from the silvicultural plantations is indicated by calculation of net nutrient removal in *Gmelina arborea*. Poor soil quality has been a major problem causing pulpwood plantations to grow, on average, at approximately half the rate Ludwig originally expected. Reducing the risk of losses to pests and diseases would also require higher costs. A renewable energy source is needed for Jari's pulp mill, presently dependent on wood fuel from continued felling of native forest. Supply of fuel from firewood plantations would represent a 37.5% addition to the pulpwood need, while 15% would be added by replacing the native wood in the pulp mix from plantation sources. Pulp mill wastes, currently discarded or burned, contain nutrients which might potentially supply a portion of those needed to sustain biomass production.

Irrigated rice yields have fallen due to a variety of problems, including iron toxicity and increased attacks by insects and other pests. A variety of countermeasures are underway, although the rice project continues to lose money.

Environmental impact of all operations, including silviculture, rice production, timber extraction, beef cattle, kaolin mine, and water buffalo herd, require monitoring and controls. Much depends on the size to which particular operations eventually expand.

RESUMO. O "Novo Jari" enfrenta uma gama de problemas imediatos e potenciais, para que as operações de silvicultura e agricultura dêem produções sustentáveis. A resolução de dificuldades institucionais associadas com o empreendimento na época que pertencia ao D. K. Ludwig não é, em si mesmo, suficiente para sustentar a produção a longo prazo.

A necessidade eventual de devolver, através de adubação, os nutrientes removidos na forma de biomassa colhida das plantações silviculturais é indicada pelo cálculo de perdas líquidas de nutrientes em *Gmelina arborea*. A baixa qualidade do solo tem sido um problema importante, causando às plantações de madeira para polpa uma taxa de crescimento, em média, aproximadamente a metade daquela que Ludwig originalmente esperava. A redução de riscos de perdas por pragas e doenças também exigiria custos mais altos. Uma fonte de energia renovável é necessária para a fábrica de polpa do Jari, atualmente dependente de lenha picada proveniente da derrubada contínua da floresta nativa. O abastecimento de lenha a partir de plantações representaria um acréscimo de 37,5% além das necessidades para celulose. Também, a substituição da madeira nativa na mistura para polpa, a partir de plantações, acrescentaria 15% sobre as necessidades atuais da área plantada. Os resíduos da fábrica de polpa, atualmente descartados ou queimados, contêm nutrientes que potencialmente poderiam fornecer uma parte dos insumos necessários para sustentar a produção de biomassa.

A produção por hectare de arroz irrigado tem caído devido a vários problemas, inclusive de toxidez de ferro, ataques de insetos e outras pragas. Várias medidas estão sendo tomadas, embora o projeto de arroz continue a dar prejuízo.

O impacto ambiental de todas as atividades, inclusive de silvicultura, produção de arroz, extração de madeira nativa gado de corte, mineração de caulim, e rebanho de bubalinos, precisa de monitoramento e controle. Os impactos dependem muito do espaço atingido pelas atividades específicas no decorrer de suas eventuais expansões.

1. CP 478; 69.000, Manaus, Amazonas.

INTRODUÇÃO

"Jari", o grupo de 3 empresas¹ desenvolvidas pelo magnata de navios D. K. Ludwig, é uma propriedade situada no Estado do Pará e Território Federal do Amapá, reivindicando 1.632.121 ha² de terra ao longo do rio Jari, um tributário ao norte do baixo Amazonas. Silvicultura, manufatura de polpa, plantação de arroz, mineração e exploração de madeira se encontram entre as atividades mais importantes do Jari. O projeto Jari está atualmente numa grande encruzilhada após a venda desta tremenda operação, com o controle passando a um consórcio de 27 firmas brasileiras lideradas pelo empresário da mineração Augusto Trajano de Azevedo Antunes (44). Pesadas e contínuas perdas³ teriam sido o maior fator na decisão de Ludwig em vender o Projeto, no qual ele já havia investido mais de US\$ 1 bilhão, pelo valor muito mais baixo de US\$ 280 milhões (US\$ 180 milhões em dívidas contraídas mais de US\$ 100 milhões pagáveis em 3 anos⁴).

1. Jari Florestal e Agropecuária Ltda. e Caulim da Amazônia S. A. agora são integradas à firma Companhia do Jari. A 3^a firma de Ludwig, São Raimundo Agropecuária Ltda., não está incluída na venda, apesar de negociações estarem sendo feitas (46).
2. Este número é a última afirmação do Jari sob Ludwig. Os novos proprietários do Jari reivindicam 1,6 milhões de hectares (8, p. 2), mas aparentemente só receberam, até agora, garantia do governo brasileiro de que 900.000 hectares são seus, com a "possibilidade de expansão" para 2 milhões de hectares (45).
3. O déficit de caixa, reportado pelo Jari em 1979, foi de US\$ 150 milhões, a receita de US\$ 70 milhões (polpa e arroz) sendo ultrapassada por custos operacionais de US\$ 110 milhões, custos de construção de US\$ 50 milhões e custos de serviço da dívida de US\$ 60 milhões. Em 1980 o déficit foi de US\$ 14 milhões, receita de US\$ 90 milhões sendo absorvida pelos custos operacionais do projeto de polpa de US\$ 10 milhões, custos de construção de US\$ 20 milhões, e serviço de dívida de US\$ 64 milhões (28). Outros relatórios indicam um prejuízo no projeto de US\$ 80 milhões em 1980, sobre um orçamento operacional de US\$ 250 milhões (6).
4. A receita da venda irá para a Fundação Daniel Ludwig para a Pesquisa do Câncer em São Paulo, mais uma percentagem de dividendos distribuído a acionistas até o ano 2001: 5% por 10 anos, começando em 1987; 4% nos 10 anos seguintes, e 3% nos últimos 15 anos (45). Obs: os débitos totais do projeto foram reportados como sendo US\$ 350 milhões (44), ou US\$ 170 milhões em adição ao saldo devedor remanescente do empréstimo da fábrica de polpa.

Jari tem sido freqüentemente sugerido como um modelo de desenvolvimento em potencial para toda a bacia amazônica. Enquanto muitos detalhes das operações do Jari têm mudado desde que nos endereçamos à questão da sua aplicabilidade como um modelo de desenvolvimento para a região (17, 18), os argumentos daquela discussão permanecem válidos, indicando que qualquer sugestão para aplicação do Jari como modelo deve ser apreciado com extrema cautela. A crise financeira do Jari, levando Ludwig a vendê-lo (28), tem agora focalizado o debate, no Brasil, nos riscos e perspectivas do Jari em si.

Um ponto de vista expresso em recentes encontros internacionais (1, 37) é que o Jari em si é "tecnicamente viável", apesar de problemas políticos e institucionais estarem tornando a operação de Ludwig insustentável. Tais declarações devem ser examinadas detalhadamente. A questão do rumo futuro do Jari, sob nova gerência, requer exame à luz de fatores ecológicos, econômicos e sociais interdependentes, afetando o desenvolvimento contemporâneo na Amazônia. Esta presente publicação é uma tentativa de juntar novos dados, coletados em uma recente visita ao local⁵ e num crescente número de publicações científicas de pesquisas realizadas no Jari, para possibilitar uma análise destes fatores.

PERSPECTIVAS DAS OPERAÇÕES DO JARI

Silvicultura, madeira e polpa

Plantações silviculturais, da madeira nativa, e operação da fábrica de polpa são as principais atividades no Jari em termos de capital investido, terra e empregos. O fator que controla virtualmen-

5. De 5 a 12 de novembro de 1980, observamos plantações comerciais e experimentais de *Gmelina arborea*, *Pinus caribaea* var *hondurensis* e *Eucalyptus deglupta*, e plantações experimentais de várias outras espécies. Visitamos também o viveiro, fábrica de polpa e usina de força, lagoas de tratamentos dos efluentes da fábrica, facilidades de transporte e armazenamento de madeira, laboratórios de pesquisa de polpa e solos, e controle de poluição, herbários, coleções entomológicas e de madeira, e outras instalações técnicas e de laboratório. Foram ainda observados o projeto de arroz de várzea, mina de caulim, rebanho de gado (em pastos com plantações novas de pinheiro), e operações de extração da floresta nativa e os rios Jari e Araiólos. Também visitamos o projeto em agosto de 1978.

te todos os aspectos de silvicultura e operações de polpa é, e deve ser, o contínuo suprimento de madeira para polpa e geração de energia no dia a dia.

Madeira nativa, originalmente queimada no local, é agora bastante utilizada⁶ como combustível para o fogo das caldeiras, fornecendo energia à fábrica de polpa. Também é usada como um componente da mistura de polpa pela fábrica Kraft no local, e como material de construção. Plantações de monoculturas de 3 espécies substituem a floresta nativa: *Gmelina arborea* tem sido plantada comercialmente desde 1969; *Pinus caribaea* var *hondurensis* desde 1973; e *Eucalyptus deglupta* desde 1979. As plantações continuam a ser manejadas sem fertilizantes artificiais para balancear as perdas de nutrientes devido à colheita de madeira nativa e as espécies plantadas. A remoção contínua de nutrientes do sistema na forma de biomassa colhida diminuirá, eventualmente, os estoques de nutrientes disponíveis a tal ponto que as taxas de crescimento serão reduzidas a níveis não econômicos. Engenheiros florestais da companhia dizem que uma pequena diminuição nas taxas de crescimento já foi notada no segundo ciclo de *Gmelina*. A inevitabilidade de um custo adicional futuro para a compra e aplicação de fertilizante, não sendo atualmente considerado em cálculos de silvicultura, ainda terá que ser encarada pelos administradores do projeto.

Um suprimento previsível e sustentável de madeira é essencial ao funcionamento da fábrica de polpa e à existência do Jari. O custo da paralisação da fábrica de polpa é US\$ 14.000/hora, significando que todas as outras operações na propriedade devem ser muito bem coordenadas para garantir que a fábrica nunca tenha que parar por falta de madeira, seja ela combustível ou polpa. Esta importante prioridade foi a força de motivação para o teste e a eventual inclusão de essências nativas na polpa à base de *Gmelina* quando a produção inicial desta espécie foi considerada insuficiente para suprir as demandas da fábrica. A urgência em alimentar a fábrica também levou, em 1981, a que algumas plantações de *Pinus caribaea*, com espaçamento de plantio largo, e previsto para rotações de 16 anos para madeira sólida, fossem cortadas antecipadamente para madeira de polpa, en-

quanto outras foram convertidas para o *Eucalyptus deglupta* (C. E. Russell, comunicação pessoal, outubro de 1981), de crescimento mais rápido.

As plantações podem ser de 3 tipos: madeira de polpa, madeira sólida e combustível. Os custos de produção de mudas e estabelecimento de plantações são semelhantes para os três tipos, mas os valores dos 3 produtos são muito diferentes, sendo a madeira sólida muito mais valiosa do que a de polpa, que é mais valiosa do que madeira combustível. Nos Estados Unidos, madeira na forma serrada tem um valor 3,6 vezes maior que aquele da madeira combustível (33, p. 334). A necessidade de manter a fábrica provida o tempo todo significa que as oportunidades para produzir produtos mais valiosos devem ser sacrificadas para plantar madeira de polpa, e, no futuro, madeira combustível. Perdas de receita em potencial devido a esta situação se tornarão mais agudas quando a floresta nativa estiver esgotada.

É então crítico saber quanto de plantio, nos atuais níveis de produtividade, é necessário para suprir a fábrica de polpa, e as perspectivas para a sustentabilidade de tal produtividade. A produtividade da plantação, abaixo das expectativas, tem sido um dos problemas mais persistentes do Jari: a colheita tem sido, em média, aproximadamente metade daquelas antecipadas por Ludwig no início do projeto⁷. Finalmente, in-

6. 60-90% da biomassa ("standing crop") \geq 20cm DAP. Em mais de 400 espécies presentes, 230 são de algum uso. Das espécies utilizáveis, 82-86% podem ser usadas, para polpa, com *Gmelina* (49).

7. Várias taxas de crescimento têm sido reportadas, mas uma média real nunca foi revelada pela companhia. Kalish (27) relata que "a taxa de crescimento exata nunca foi revelada pelos engenheiros florestais do Jari, mas acredita-se que esteja numa média de 25-35m³ sólido/ha/ano, para *Gmelina* e um pouco mais baixa para pinheiro". Uma estimativa, também feita sem ter o benefício de dados sobre produção fornecidos pela companhia, antecipou um rendimento médio de 25m³/ha/ano para *Gmelina* e 15m³/ha/ano para *Pinus* (36, p. 8), e indicou que 35m³/ha/ano eram "esperados" de *Eucalyptus* (36, p. 14). Apesar do pessoal do Jari ter também declinado fazer uma estimativa para nós, eles declararam que os rendimentos obtidos em *bons solos* eram 35m³/ha/ano para *Gmelina*, 25m³/ha/ano para *P. caribaea*, e muito aproximadamente 40m³/ha/ano para *E. deglupta*. Vale notar que estes rendimentos de *E. deglupta* são muito mais altos que aqueles relatados em plantações de outros países tropicais. Nas Filipinas, por exemplo, foi obtido um máximo de apenas 25m³/ha/ano ((42) citado por (25), p. 208). Woessner (49) dá um rendimento máximo, à idade de rotação no Jari, de 42m³/ha/ano para *E. deglupta*, 38m³/ha/ano para *Gmelina*, e 25m³/ha/ano para *P. caribaea*, mas observa que "em

formações dos requisitos da plantação devem ser traduzidas para os custos de produção de polpa e avaliadas em termos de mercados mundiais para a polpa produzida e para os insumos necessários.

Uma idéia esboçada nos custos de suprimento de nutrientes do solo, removidos pelas plantações, pode ser obtida da composição da biomassa removida no caso da *Gmelina* (Tabela I). Os nutrientes na casca da *Gmelina* aumentam bastante as perdas provenientes da colheita, pois concentrações de muitos elementos são substancialmente mais altas na casca do que na madeira.

A quantidade de fertilizante necessário para atingir uma produção contínua de *Gmelina* nos níveis atuais deveria ser maior que as quantidades absorvidas pelas árvores plantadas, já que muito do que é aplicado é perdido pela lixiviação e escoamento, ou, no caso do fósforo, à fixação em compostos não utilizáveis no solo. As quantidades perdidas variam enormemente, dependendo do solo, chuvas, tipos de fertilizante, modo e tempo de aplicação. As eficiências

locais não tão bons, os rendimentos podem ser reduzidos à metade". Na realidade, nos locais menos favoráveis o rendimento econômico pode ser considerado zero, já que 20,7% da plantação é relatada como "não manejada", devido, principalmente, à pobreza do solo (T. B. Svendsen & S. Lassen, comunicação pessoal, julho de 1981). O problema do Jari é que apenas uma área relativamente pequena é considerada ótima, e mal pode propiciar bases para cálculos sobre os melhores rendimentos possíveis. Os rendimentos são muito mais baixos do que os 40m³/ha/ano antecipados originalmente por Ludwig para a *Gmelina*, que ele esperava usar na plantação inteira: as áreas agora plantadas com *P. caribaea*, em vez de *Gmelina*, podem produzir o máximo de 63% daquele número, rendendo provavelmente menos na maior parte da área, enquanto *Gmelina* e *E. deglupta*, apesar de capazes de alcançar os rendimentos esperados nos melhores locais, acabam produzindo muito menos nos solos mais típicos. A índices de localidade mais representativos para *Gmelina*, na ordem de 21, rendimentos são por volta de 20m³/ha/ano (Ver nota 10). Uma fonte dá o rendimento de *Gmelina* para locais de índices 21 ou mais como 28m³/ha/ano, rendimento previsto de 20m³/ha/ano para *P. caribaea*, e 20m³/ha/ano (baseado em parcelas experimentais) para *E. deglupta* (T. B. Svendsen & S. Lassen, comunicação pessoal, julho de 1981). Muito aproximadamente, rendimentos atuais da ordem da metade da previsão original parecem prováveis na propriedade como um todo.

de recuperação usadas na Tabela I são normas práticas para culturas em geral. Os solos altamente lixiviados, muita chuva e altas capacidades de fixação, características da Amazônia, podem significar que a recuperação seria mais baixa no Jari. As taxas de fixação de fósforo (quando medidas durante 6 horas a 100 ppm P) variam de 26,5 a 51,6% em solos representativos da Amazônia brasileira (12). Estas taxas não são altas pelos padrões de muitos latossolos tropicais. Mais fósforo é perdido para a fixação numa baixa (e mais provável) taxa de aplicação de fertilizantes. Na *terra roxa* (ALFISOL), em Altamira, Pará, o mesmo tipo de solo, que é o preferido para plantio de *Gmelina* no Jari, até 83% do P aplicado, é fixado em 7 dias em baixas taxas (53 ppm P) de aplicação (10).

Ao custo da compra de fertilizantes, deve-se adicionar o custo de aplicação. Não se dispõe de informação a respeito da quantidade de trabalho necessária para fertilizar plantações de *Gmelina*, mas uma idéia pode ser obtida a partir das necessidades de mão-de-obra para a fertilização de plantações de cacau. O INCRA (4, p. 168) utiliza o valor de 2 homens-dia/ha/ano para fertilizar cacau na rodovia Transamazônica, plantada à mesma densidade de 3 X 3m usada (após desbaste), para a *Gmelina* no Jari. Uma porção do custo de fornecimento desta mão-de-obra adicional pode ser calculada do pagamento dos trabalhadores⁸. A mão-de-obra para fertilização acrescentaria US\$ 8,48/ha/ano aos custos, aumentando o total para US\$ 142,47/ha/ano.

Além disso, se a madeira de plantações fosse para prover combustível às caldeiras da usina de

8. De acordo com o pessoal do Jari, trabalhadores da companhia recebem (novembro de 1980) Cr\$ 114/dia quando calculado a 30 dias/mês, pagos por 13 meses/ano, para incluir o salário extra de um mês, padrão no Brasil. Eles também recebem incentivos de produção numa média de 30% sobre o seu salário total (mas atingindo até 300%). Isto dá o total de Cr\$ 57.798/ano. Além disso, a companhia provavelmente paga os benefícios padrão no Brasil: 22,33% de Fundo de Garantia e previdência social, 8,33% de assistência médica, e 8,33% dispensa por incapacidade. Estes encargos aumentariam o custo para a companhia, para Cr\$ 75.132/trabalhador/ano, ou Cr\$ 262,70/dia trabalhado, utilizando um ano de 286 dias (descontando domingos e um mês de férias pagas), ou US\$ 4,24/trabalhador/dia, calculado ao câmbio de Cr\$ 62/US\$ (novembro de 1980).

Tabela I – Custos de recolocação de nutrientes exportados em biomassa da *Gmelina*.

Item	Unidades	N	P	K	Ca	Total
<i>Conteúdo de nutrientes</i>						
Madeira de <i>Gmelina</i>	% peso seco ¹	0,13	0,02	0,23	0,15	
Casca de <i>Gmelina</i>	% peso seco ¹	0,78	0,04	0,44	1,35	
Solo erodida ²	ppm	1720	140,28	14,50	7,33	
Água da chuva ³	ppm	<0,052	<0,011	<0,10	<0,10	
<i>Remoção de nutrientes</i>						
Madeira de <i>Gmelina</i>	Kg/ha/ano ⁴	18,8	2,9	33,2	21,7	
Casca de <i>Gmelina</i>	Kg/ha/ano ⁴	20,7	1,1	11,7	35,8	
Erosão ⁵	Kg/ha/ano	47,3	0,2	0,4	3,6	
Total Removido	Kg/ha/ano	86,8	4,2	45,3	61,1	
<i>Suprimento de nutrientes</i>						
Chuva ⁶	Kg/ha/ano	<1,21	<0,26	<2,34	<2,34	
Perda líquida de nutriente	Kg de elemento/ha/ano	85,6	3,9	43,0	58,8	
Recuperação de fertilizante ⁷	%	55	15	55	(100) ⁸	
Necessidade de fertilizante	Kg de elemento/ha/ano	155,6	26,0	78,2	58,8	
Preço de fertilizante ⁹	US\$/kg do elemento	0,329	1,724	0,427	0,078	
Custo de fertilizante	US\$/ha/ano	51,19	44,82	33,39	4,59	133,99

(1) Análise de plantas feita para o Jari pelo Departamento de Agricultura da Carolina do Norte. Métodos: Micro Kjeldahl para N, foto colorímetro para P, fotômetro de chama para K e Ca.

(2) Média de 6 amostras coletadas pelos autores em plantações de *Gmelina* de várias idades no Jari. Amostras são compostas de 15 cargas de trado cada, 0-20cm em profundidade, analisadas pela EMBRAPA – CPATU, Belém, Métodos (22): os mesmos que em nota (1) acima.

(3) Dados sobre água da chuva: cortesia de W. Franken, do INPA (comunicação pessoal, 1982). Eles representam médias de amostras semanais durante o período de 23/01/79 – 24/02/81 na "Bacia hidrográfica modelo" do INPA, no km 14 da estrada ZF-2, perto de Manaus. Valores similares foram relatados por Sioli (40) para uma área do Rio Negro, e por W. Franken (comunicação pessoal, 1982), para a Reserva Ducke, perto de Manaus. Não há dados disponíveis para a área do Jari.

(4) Densidade de madeira com 17 meses, varia de 0,29 a 0,38g peso seco/cm³ volume verde (= 380kg/m³) (50). O esforço de seleção da companhia tenta maximizar a densidade, e o valor de 0,38g/cm³ foi usado. De acordo com o pessoal técnico da companhia, 15-16% do peso úmido do toro é casca; o ponto médio, 15,5% é usado aqui, correspondente a 18,3% do peso de madeira úmida. O crescimento máximo obtido de 38m³/ha/ano para o rendimento de madeira verde dentro da casca (49) resultaria numa média de 14.440kg peso seco/ha de madeira e 2.649kg/ha da casca removido anualmente, presumindo densidade da casca e conteúdo de água como o mesmo que a madeira.

(5) Erosão sob *Gmelina* presumida como igual àquela achada sob cacau novo na rodovia Transamazônica perto de Altamira, Pará (15) no 1.º ano, e zero para as restantes rotações de 6 anos. Os dados de Altamira são para 3 grupos de 15 estacas de medição cada, em áreas com declives de 2%, 17% e 35%. A diminuição da superfície do solo inclui compactação do solo, assim como erosão. A mudança média era de 10,0mm durante a estação chuvosa de 1975 (D. P. = 8,3; N = 40 estacas usáveis). Precipitação anual em Altamira é 1.697mm (11, p. 11), ou 27% menos que no Jari. Densidade aparente do solo usada em cálculos é 1,65g/cm³, o ponto médio da variação de 1,6-1,7g/cm³ nas parcelas testemunhas nos experimentos de compactação em solo podzólico vermelho-amarelo, fase argilosa (ULTISOL), realizado no Jari.

(6) Calculado utilizando a média de precipitação pluviométrica de 1968-79, em Monte Dourado, de 2.335,1mm (D.P. = 249,6; N = 12).

(7) Pontos médios de recuperação de fertilizantes por culturas em geral: 50-60% para N, 5-25% para P, e 40-70% para K (7, p. 368).

(8) Cálcio presumido com recuperação de 100%: otimista, já que análises do solo em Jari (Parcela 881, Bloco 76-1) mostram Ca⁺⁺ caindo de 36,0ppm após queima, para 8,0ppm no 1.º ano (uma perda de 77,8%).

(9) Preços de Manaus, julho de 1979, calculado de Arkcoll (2). Estes valores podem ser esperados a mudar radicalmente com os futuros aumentos nos preços de fertilizantes na medida em que estoques de petróleo e nutrientes minerais diminuem.

energia da fábrica, numa base sustentável, o fertilizante para as plantações de madeira combustível deveria ser incluído nos cálculos. Da geração de 55 megawatts na usina de energia, 76,5% é consumido diretamente pela fábrica de polpa, o restante sendo usado pela serraria (5,5%), usina de caulim (4,6%), e as cidades de Monguba e Monte Dourado (4,6%). No momento, as caldeiras consomem 1500kg de peso úmido/dia de cavacos de madeira combustível para suprir 80% da geração total de energia, vindo o restante 20% do óleo combustível (49)⁹. Assumindo que o consumo de óleo não possa baixar dos 20%, a quantidade de madeira necessária para combustível seria uma adição de 37,5% às necessidades de madeira de polpa, ou uma adição de 28,7% levando em conta apenas a porção da energia gerada usada pela fábrica em si.

Os custos de fertilização por hectare devem ser convertidos aos custos por tonelada métrica de polpa produzida, já que esta é a unidade na qual se faz aparente o gasto adicional na plantação de madeira combustível, entre outros fatores. Também é a unidade mais perto dos preços do mercado final, determinando a rentabilidade da fertilização para atingir um balanço sustentável de nutrientes. Os US\$ 142,47/ha/ano, custo de compra e aplicação de fertilizantes para plantações de madeira de polpa, corresponderiam a US\$ 9,87/tonelada métrica de madeira seca produzida no nível de produção máximo de 38m³/ha/ano (49) e à densidade de madeira de 0,38g/cm³ (50). O custo seria de US\$ 3,79/tonelada métrica de cavacos de madeira úmida, já que o peso da madeira de *Gmelina* verde é aproximadamente 260% do peso da madeira seca, de acordo com o pessoal técnico da empresa. O custo de fertilização das plantações para polpa por tonelada métrica de polpa produzida seria US\$ 21,08, utilizando uma taxa de conversão de 0,18 toneladas métricas de polpa/tonelada métrica de cavacos de madeira úmida (calculada a partir de dados de (49), indicando que a atual produção da fábrica, de 720 to-

neladas métricas de polpa, é produzida através da maceração de 4.000 toneladas métricas/dia de madeira úmida). Adicionando os 28,7% de área de plantação extra necessária para produção de madeira combustível numa base sustentável para suprir a energia usada diretamente pela fábrica, o custo por tonelada métrica de polpa aumenta para US\$ 27,13.

O custo real seria mais alto do que a quantia computada acima, já que muitos outros custos não foram incluídos no cálculo, tais como transporte de fertilizante, planejamento, supervisão, administração e monitoramento de sua aplicação, e fornecimento de outros nutrientes além dos quatro aqui considerados. A madeira de *Gmelina* e sua casca, removidos anualmente, conteriam 44,64kg/ha de magnésio, 5,13kg/ha de sódio, 721,1g/ha de ferro, 270,7g/ha de manganês, 737,7g/ha de zinco, e 43,3g/ha de cobre.

Nos atuais níveis de preços, o aumento de custo de US\$ 27,13/tonelada métrica representaria 6% do preço médio de US\$ 476,40 recebido pela produção do Jari, mas representaria uma fração substancialmente maior que quaisquer lucros. Na capacidade de planta de 750 toneladas métricas/dia, o custo representaria US\$ 7,3 milhões em adição à presente taxa de prejuízos sem a despesa de fertilização. O rendimento máximo de *Gmelina*, 38m³/ha/ano, usada nestes cálculos não é atingido na maior parte da área de plantação do Jari, e qualquer rendimento menor implicaria num aumento substancial no custo/tonelada métrica de polpa. Este é um ponto extremamente importante, já que a natureza da maioria dos solos plantados com *Gmelina* no Jari bem abaixo do ideal traduz-se em milhões de dólares de perdas adicionais. Cada diminuição de 5m³/ha/ano no rendimento da *Gmelina* aumentaria os custos em US\$ 1 milhão/ano, em fertilizantes apenas, e muitas vezes esta quantia para as outras despesas de estabelecimento de plantação e sua manutenção. Técnicos do Jari dizem que solos pobres rendem apenas 12m³/ha/ano de *Gmelina*, mas não existem informações disponíveis sobre as áreas plantadas com *Gmelina* em solos de cada índice de localidade¹⁰.

9. De acordo com funcionários da fábrica, 20% representava uma meta para 1981; 30% da energia gerada era provida por óleo combustível a partir de 1980. Alguma energia gerada por óleo tem que ser usada como suplemento para manter uma geração constante face à inevitável variação no suprimento de energia originária da queima de madeira.

10. O índice de localidade representa uma estimativa da média da altura do topo, em metros, das 100 árvores mais altas de um grupo de árvores

O número de rotações de *Gmelina*, durante o qual os nutrientes do solo podem ser removidos sem reposição, é indubitavelmente bem pequeno. De particular interesse é o caso do fósforo, muitas vezes um fator limitante na agricultura amazônica. Usando uma densidade aparente do solo de 1,65 (ver Tabela I, nota 5), amostras dos 20cm superiores de solos sob *Gmelina* (Tabela I, nota 2) indicam que a média do estoque total de fósforo é apenas 24,2kg/ha nesta camada. Os perfis de solo da Companhia, a uma profundidade de 60cm, indicam o padrão usual de solos amazônicos, tendo concentrações maiores de fósforo e outros nutrientes nas camadas superiores do solo. Fósforo removido da madeira e casca de *Gmelina*, apenas, totaliza 4,0kg/ha/ano (ver Tabela I).

Pode-se esperar que, nos primeiros anos, as plantações tenham um suprimento suplementar de nutrientes do solo, a partir da decomposição do sistema radicular da floresta tropical anterior, um fator visto como uma fonte significativa de nutrientes nos primeiros anos após o desmatamento na região de San Carlos de Rio Negro, na Venezuela (23, p. 227). Quanto ao restante do estoque de biomassa, no subsolo da floresta tropical anterior, pode-se esperar que desapareça rapidamente. Insumos semelhantes, da decomposição de árvores da plantação (e das folhas e galhos deixados no campo) não resolveriam o problema, já que os nutrientes contidos nestas partes das plantas são

necessários para refazer as mesmas partes das plantas em cada ciclo de plantação sucessiva. Deve ser lembrado que as árvores da plantação não são capazes de extrair todos os nutrientes presentes no solo, já que muitas formas de nutrientes não estão disponíveis para as plantas, além da dificuldade de capturar todos os estoques de nutrientes que existem na forma disponível.

Dados disponíveis sobre as mudanças nas concentrações de nutrientes no solo nas plantações até o momento não são suficientes para identificar ou permitir prognósticos das taxas de depleção de nutrientes. Até 1980 o Jari manteve 22 parcelas de observação, com análises periódicas de pH do solo, matéria orgânica, fósforo assimilável, potássio, cálcio e magnésio disponíveis, bases trocáveis ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$) e capacidade de troca de cátions (bases trocáveis + $\text{H}^{+} + \text{Al}^{+++}$). Análises de solos foram feitas antes da derrubada da floresta virgem, após o desmatamento, após queima, e nos anos subsequentes. Infelizmente, são dados disponíveis apenas para os primeiros 3 anos das plantações, já que as análises foram suspensas pela companhia, como medida de economia, em 1977.

Como é comum em outros tipos de agricultura na região envolvendo a queima de floresta (13), os resultados mostram aumentos evidentes, como um resultado da queima, para pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, bases trocáveis e capacidade de troca de cátions, e um aumento no alumínio tóxico. A matéria orgânica também aumentou com a queima. No ano seguinte à queima os níveis destes indicadores da qualidade do solo retornaram rapidamente aos níveis anteriores a esta, com alguns (especialmente matéria orgânica) ficando abaixo dos níveis da floresta virgem. A maioria dos elementos, incluindo fósforo e cálcio, pararam com seu abrupto declínio dos picos atingidos após a queima, permanecendo mais ou menos constantes através do segundo e terceiro anos de observação. Não passou ainda tempo suficiente para avaliar como estes nutrientes mudarão nos anos futuros, especialmente após eventos como o fim da decomposição do sistema radicular da floresta, efeitos residuais diminuídos da queima e a fase de colheita nas rotações futuras.

Uma possibilidade para reduzir o custo de obtenção de fertilizantes seria o uso dos nutrientes contidos nos efluentes da fábrica de polpa (Tabela II).

com 10 anos. Jari aumentou gradativamente o índice de localidade nos quais blocos de *Gmelina* são substituídos por outras espécies, ou imediatamente ou ao final de um ciclo. Mais recentemente, locais de índice 19 ou mais são deixados rebrotar e crescer novamente para outras colheitas de *Gmelina*, mas novas plantações de *Gmelina* são feitas apenas em locais com índice 21 ou mais. Índices de localidade de aproximadamente 15 a 18 são mantidos em *Gmelina* até o corte e depois convertidas para *P. carbaea* ou *E. deglupta*. *E. deglupta* é plantada em locais com índices 13-17, e *P. carbaea* em locais com índices abaixo de 13. O Jari acha que o rendimento de *Gmelina* relaciona-se com os índices da seguinte forma (R. G. Lowe, comunicação pessoal, 1981), presumindo uma rotação de 6 anos (índices de localidade: rendimento em toneladas métricas úmidas dentro da casca /ha/ano: 13: 7,7; 15: 8,1; 17: 11,5; 19: 14,7; 21: 19,3; 23: 22,8; 25: 26,5; 27: 30,5. Obs.: o pessoal do Jari usa a densidade aproximada da *Gmelina* úmida de 1 tonelada métrica/m³).

umentem com rotações futuras, exacerbam o problema.

Com o aumento da área de monoculturas plantadas¹², e com a passagem do tempo durante o qual pragas e doenças ainda não presentes podem se estabelecer¹³, espera-se que aumente a probabilidade de perdas significativas, devido a erupções de insetos e doenças. A desfolhação por pragas pode reduzir o crescimento da planta de árvores em graus variáveis (35), aumentando a área de planta que seria necessária para suprir a demanda de madeira da fábrica de polpa.

Em operações de silvicultura em geral, muitos problemas potenciais de manejo não são possíveis de resolver a custos aceitáveis através de remédios agrícolas tradicionais tais como tratamentos químicos. Se um problema maior de doenças aparece, por exemplo, a única opção geralmente possível é mudar para uma nova espécie não afetada pelo problema. Preparar uma operação para resolver tais problemas é difícil e caro, mas essencial. Em Jari seria muito sábio se se adotasse como objetivo a habilidade de sustentar a perda de uma de suas espécies plantadas.

Encontrar espécies alternativas não é um processo fácil. O *Eucalyptus deglupta*, sendo plantado numa escala comercial desde 1979, teve bom desempenho nas parcelas de ensaio em alguns locais, antes do início da planta comercial, mas apenas algumas áreas puderam ser testadas antes da sua adoção. *E. deglupta* é uma espécie conhe-

cida pelo seu crescimento mais variado do que muitas outras, com árvores isoladas ou pequenos lotes comumente crescendo muito melhores do que em grandes plantações comerciais (R. G. Lowe, comunicação pessoal, 1980). *Anthrocephalus chinensis*, uma espécie que já tem dado excelentes resultados, nas tentativas feitas em alguns locais do Jari, não foi plantada comercialmente porque demanda bom solo, tem requisitos mais exigentes para quantidade e tempo de água que outras espécies, e é suscetível a uma doença que, apesar de ainda não ter chegado ao Jari, tem atacado plantações na América Central (C. Briscoe, comunicação pessoal, 1980 - ver (20)).

Plantações de madeira de polpa, como em muitas formas de agricultura, são sustentadas através de uma contínua batalha dos seres humanos, manejando o sistema, contra problemas biológicos, silviculturais e técnicos. O ciclo relativamente longo das plantações e os grandes investimentos envolvidos tornam especialmente difícil a escolha de um rumo favorável no qual os problemas devem ser antecipados e uma ação corretiva tomada muito antes que o declínio no rendimento se torne economicamente significativo. Até um certo ponto, a sustentabilidade do sistema depende da alta qualidade da pesquisa e dos esforços de monitoramento.

Os preços relativos da polpa, comparados com os insumos necessários, serão cruciais para determinar que passos deverão ser tomados ou não pelos manejadores para aumentar a possibilidade de produção a longo termo. Pode-se esperar que aumentem os preços da polpa, já que o consumo mundial de polpas químicas brancas continua em crescimento, aumentando dos 43,8 milhões de toneladas métricas por ano no período de 1972-73, para uma quantidade prevista de 67,1 milhões de toneladas métricas por ano, em 1990 (32, p. 144).

Não se sabe se os preços crescentes dos insumos cancelarão estes ganhos: preços de mercadorias, infelizmente, respondem mais à oferta e demanda em qualquer tempo dado do que o custo de investimentos necessários para sustentar a produção em uma data futura.

Decisões políticas e burocráticas afetando a operação de silvicultura podem ter pelo menos tanto impacto em sua sustentabilidade quanto as muitas ameaças biológicas e agrícolas para a produção contínua. Entre muitos outros fatores, as

12. A relação da área de planta com o número de pragas surge logicamente da teoria de biogeografia de ilhas (30). Exemplos incluem a cana-de-açúcar, nativa da Nova Guiné: Uma área de 125 ha no Irã, onde a cana foi introduzida em 500 aC tem apenas uma praga, enquanto que as 9, 20X10⁵ ha de cana no Brasil, onde a cana foi introduzida em 1532, têm 45 pragas diferentes (41). Plantações de *Eucalyptus* no Estado de Minas Gerais sofreram ataques crescentes de pragas na medida em que insetos locais se adaptaram à nova espécie (31). Municípios com plantações mais antigas têm problemas mais severos de pragas, assim como municípios com mais de 5% da superfície plantada com *Eucalyptus* (G. W. G. Moraes, apresentação na reunião da SBPC, Campinas, 1982).
13. Muitas pessoas não percebem a rapidez com que aumenta a probabilidade cumulativa de um acontecimento, mesmo quando a probabilidade anual é bem baixa. Um evento com a probabilidade de ocorrência de 1% em um ano tem mais de 50% de chance de ocorrer dentro de 69 anos. Um risco de 2%/ano alcançaria este nível em menos de 35 anos.

regulações relativas aos mercados e preços são particularmente importantes¹⁴.

Arroz irrigado

O projeto de arroz irrigado na várzea de São Raimundo tem passado por alguns reveses, tanto agrícolas quanto econômicos, levando a mudanças no gerenciamento e a um escrutínio do projeto. Uma causa maior de preocupação foi uma grande queda no rendimento de arroz em 1979 (por volta de 7 toneladas métricas/ha/ano) em relação ao ano anterior (um pouco acima de 8 toneladas métricas/ha/ano). Muitas causas contribuintes foram identificadas, e algumas têm sido remediadas através de mudanças no manejo. Uma razão para o declínio foi a toxidez de ferro, indicada pela acumulação de um sedimento marrom nas raízes do arroz. Apesar dos solos da área serem predispostos a este problema, a toxidez de ferro pode ser minimizada através de um manejo cuidadoso da água nos arrozais. Existe um delicado equilíbrio entre alagamento excessivo, levando à toxidez de ferro, e falta de água, levando à toxidez de alumínio. Um alagamento prévio auxilia o aumento dos níveis de pH e reduz a toxidez de ferro.

Um aumento nos ataques de insetos seria, de acordo com o pessoal técnico, um fator importante afetando o rendimento das colheitas. As lagartas-militares (*Spodoptera frugiperda*) são um problema particularmente persistente, que pode infligir rapidamente severas perdas, se controles efetivos não forem feitos em tempo, cada vez que a população começa a aumentar. O problema das lagartas-militares, como os problemas de toxidez, são ligados ao manejo da água: o alagamento dos arrozais quando às lagartas são jovens é uma arma importante na batalha de controle destas pragas (ver (21), p. 320).

Hemípteros (*Cebalus poecilus*) também têm sido um problema, contribuindo para o declínio nos rendimentos. Ataques destes insetos nas raí-

zes do arroz têm um efeito sinérgico com a toxidez de ferro, contribuindo para a redução da absorção de nutrientes pela planta. As plantas respondem aos furos das raízes pelos hemípteros, criando raízes adicionais. Os sintomas foliares de deficiências de nutrientes podem facilmente levar à conclusão de que são necessárias crescentes aplicações de fertilizantes, uma solução que o pessoal técnico atual compara ao tratamento de uma pessoa que sofre de parasitos intestinais por meio da aplicação de transfusão de sangue ou alimentos adicionais. Uma crescente atenção aos problemas de insetos pode reduzir o custo e aumentar a efetividade de respostas futuras a estes sintomas.

Os Nematódeos são um problema adicional encontrado pelo grupo atual de pessoal técnico, que começou a trabalhar na estação experimental do Instituto de Pesquisas IRI, associada com o projeto de arroz, em fins de 1980. A severidade do problema e a possibilidade de controle ainda estão sob investigação. Afídios (*Aphididae*) nas raízes do arroz, e acarinos (Acari) são dois problemas adicionais descobertos pelo atual time de pesquisa.

Doenças do arroz, no local, incluem bruzone (*Piricularia oryzae*), à qual a variedade de arroz IR-22, atualmente sendo gradativamente substituída, é muito suscetível. No entanto, a bruzone não provocou perdas economicamente significativas durante o período que o IR-22 serviu como a variedade principal do Jari. A queima das folhas (*Rhynchosporium oryzae*) foi a doença mais prejudicial para as variedades IR-22 e J-226. A semente J-226 está sendo propagada como um substituto satisfatório para IR-22 e J-229, suplantando progressivamente IR-22 desde 1979. A mancha marrom das folhas (*Helminthosporium oryzae*) está também presente, assim como um pouco da doença carvão ou das manchas pretas (*Ustilagenoides virens*). Apesar das doenças representarem uma preocupação constante para os plantadores de arroz, o arroz do Jari não tem sofrido muito até agora. O vírus "hoja blanca", um dos maiores problemas na Venezuela, ainda não chegou ao Jari. A resposta mais efetiva aos problemas de doenças é geralmente uma mudança para variedade mais resistentes, com os tratamentos químicos representando apenas medidas temporárias. O maior problema é a possibilidade de produzir sementes com um número e rapidez suficientes para efetuar uma mudança de variedade

14. Preços de polpa em dezembro de 1980 de US\$ 322/tonelada métrica no mercado interno brasileiro, comparado com US\$ 515/tonelada métrica em portos europeus, significam que os 20% da produção obrigatoriamente vendidos dentro do Brasil, à capacidade nominal de 750 toneladas métricas/dia, representa uma perda de US\$ 10,4 milhões/ano, menos uma quantia relativamente pequena pela diferença nos custos de transporte marítimo.

quando um surto ocorre (dada a presunção que uma variedade resistente esteja disponível no conjunto de variedades sob testes no local). Por exemplo, no Jari, ainda não existiam sementes disponíveis em quantidades suficientes para completar a troca de IR-22 por J-229, dois anos após a mudança ter começado, e J-229 será agora trocada, assim que sementes J-226 estejam disponíveis.

As ervas daninhas são uma preocupação constante no projeto de arroz do Jari, assim como em qualquer plantação de arroz irrigado, em qualquer lugar. O capim pé-de-galinha (*Echinochloa crusgalli*), apesar de não ter explodido para infligir as perdas severas que é capaz de causar, está presente, em níveis baixos, em toda área de arroz. O arroz vermelho selvagem (*Oryza rufipogon*), que está agora presente no projeto Jari em São Raimundo, em níveis baixos, é um grande problema em muitas partes do mundo por ser difícil distingui-lo do arroz doméstico (*O. sativa*); muitas sementes caem dos cachos antes da colheita, fazendo com que os mesmos sejam ressemeados, e quaisquer grãos colhidos quebram ao passar pela moageira, diminuindo assim a qualidade do produto. A maneira mais efetiva para controlar esta e a maioria de outras invasoras é pré-alagar os campos para que as ervas daninhas germinem, seguindo-se secagem e pulverizações múltiplas de herbicidas antes da alagação normal e do plantio. Estes procedimentos, caros e que consomem tempo, são usados, até agora, apenas para locais de produção de sementes. Em campos de produção, o controle de ervas daninhas é presentemente limitado a uma aplicação antes do plantio (Dalapon ou Gramoxone (Paraquat)), seguido pela aplicação de Stam (Propanil) quando o arroz está crescendo. Uma erva marantácea (*Thalia geniculata*) não foi bem controlada com estes procedimentos, mas o problema não cresceu a proporções economicamente inviáveis. Outras ervas daninhas incluem uma espécie de *Phaseolus* não identificada, e outras espécies de arroz silvestre (*Oryza alta*). Duas gramíneas do Suriname (3), que ainda não chegaram ao Jari (R. Cheaney, comunicação pessoal, 1980), são *Leptochloa scabera* e *Ischaemum rugosum*. A última é considerada "a grama mais perigosa do Suriname" (9).

Várias soluções para os problemas agrícolas estão em desenvolvimento, e o declínio no rendimento das safras de arroz pode não continuar, se estas forem efetivas. Um grande esforço consiste

no melhoramento da estrutura física de campos e diques para permitir respostas mais rápidas aos problemas de manejo da água. Os campos estão sendo renivelados com despesas consideráveis. Pequenas depressões e "pontos altos" nos campos têm sido uma constante dor de cabeça, dificultando a alagação ou seca uniforme dos campos para controlar insetos, invasores ou outros problemas. Lagartas-militares, por exemplo, atacam preferencialmente pontos altos. Outra mudança de engenharia começou em 1980: a construção de um canal adicional através de cada campo grande, permitindo o enchimento independente de cada um dos vários arrozais de um campo grande. Os novos canais reduzem o tempo necessário para encher um arrozal de oito dias para 36 horas. Os novos canais nos atuais campos de produção de arroz existentes estarão completos no final de 1983, se o calendário de construção for seguido.

A partir de 1980, o arroz é plantado em base rotativa ao invés de em dois períodos distintamente separados e mais sincronizados. O número de safras obtidas em qualquer arrozal é ainda limitado a dois, já que o tempo remanescente é insuficiente para uma terceira safra completa. No futuro, a variedade J-226 pode permitir que 30% do total de uma safra completa seja colhida do rebrotamento, como uma colheita de restolho durante este período, mas esta possibilidade está ainda na fase de testes. Outras culturas de rotação, além do arroz, estão também sendo testadas, incluindo batata-doce (*Ipomoea batatas*), milho (*Zea mays*), girassol (*Helianthus annuus*), sorgo (*Sorghum vulgare*), feijão-da-praia (*Vigna sinensis*), feijão-de-asa (*Psophocarpus tetragonolobus*), soja (*Glycine max*), amendoim (*Arachis hypogaea*), e uma leguminosa, não identificada, do tipo adubo verde. Taioba (*Colocasia esculenta*) está sendo testada como uma cultura potencial para a produção de álcool e o papiro nativo (*Cyperus spp*) deve ser testado como uma fonte de polpa em potencial. A rotação de culturas pode ajudar a reduzir o problema de pragas, assim como os custos de fertilizantes no caso das plantações do tipo adubo verde.

A procura de variedades de arroz mais tolerantes ao manejo subótimo e de variedades mais tolerantes à toxidez de ferro continua, o mesmo ocorrendo em relação à competição de variedades e às pesquisas sobre possíveis mudanças no manejo de arroz. As pesquisas sobre culturas

anuais na terra firme em São Raimundo foram suspensas em 1979.

Melhores métodos de monitoramento de populações de insetos foram instituídos nos campos de arroz irrigado (transetos com redes tipo "sweep net" em vez de quadras de 1m²), e programas de pulverização têm sido adaptados para tentar controlar mais ataques de insetos antes que se tomem severos. Pulverizações têm aumentado de apenas 2/safra para 5-6/safra para alcançar melhor controle (obs: em parte para gastar estoques antigos de pesticidas), apesar das lagartas-militares não serem ainda resistentes ao inseticida foliar principal usado, Folidol (Metil-paration). A coordenação nas aplicações de vários produtos químicos agrícolas, de modo que certos produtos não neutralizem a efetividade de outros, é essencial. O inseticida sistêmico Furadan (Carbofuran), por exemplo, deve ser aplicado antes do herbicida Stam (Propanil), enquanto Folidol (Metil-paration) deve ser aplicado 6-7 dias após Stam (Propanil). Erros humanos nestes e outros detalhes têm provocado perdas de produção. A dependência de combustíveis fósseis na agricultura mecanizada do arroz, continua a ser um problema em potencial a longo prazo. O custo e a disponibilidade de combustível serão fatores importantes no futuro. Falta temporária de gás natural fez com que secadores de arroz fossem fechados pelo menos uma vez, embora as bombas movidas a diesel, enchendo e esvaziando os "polders" circundando os campos de arroz, não tenham sido ainda afetadas. Já foram instalados postes para a futura eletrificação das bombas a diesel, mas a eletricidade seria suprida por gerador queimando óleo cru, a não ser que a barragem hidroelétrica do Jari seja autorizada e construída.

As perspectivas futuras do projeto de arroz dependem de vários fatores. Problemas biológicos mais severos podem ser previstos com a chegada de invasores, pragas, e doenças nesta nova área de produção de arroz, e com o desenvolvimento de resistência das populações de pestes aos tratamentos químicos aplicados (18). Ao mesmo tempo, práticas de manejo devem melhorar na medida em que mais é aprendido sobre como cultivar arroz nesta área e com a disponibilidade de novas variedades, equipamentos, e outras melhorias nas partes físicas do agroecossistema. Os custos relacionados com sua localização isolada e infra-estrutura mínima (não

existe ligação, de estrada ainda) devem diminuir, assim como os custos do grande contingente de pessoal necessário para obras de engenharia nos campos atuais e, eventualmente, para completar a agora paralisada fase de expansão. Economias de escala também são esperadas para reduzir mais os custos por hectare, com a expansão do projeto dos seus 3.062 ha atuais para os 14.165 ha projetados.

As perspectivas de sustentabilidade e lucratividade do projeto de arroz dependem, em grau elevado, do conhecimento e dedicação das pessoas que o desenvolvem. Agricultura deste tipo é um balanço contínuo entre a habilidade das pessoas envolvidas e os problemas biológicos, sob contínuas mudanças, e outros que ameaçam a produção. O custo de um erro apenas pode frequentemente ser toda uma colheita.

Em adição aos fatores econômicos e humanos, o futuro do projeto de arroz depende bastante das decisões políticas e econômicas, que estão além do controle da companhia. Restrições de exportação e controle de preços são as principais entre aquelas. Estas restrições estão atualmente afetando seriamente o projeto, representando provavelmente uma fonte de inquietação maior, para a companhia, do que a queda no rendimento do arroz nos anos recentes. Apenas uma colheita de arroz foi exportada, a primeira de 1978, vendida à Itália. Desde aquela época, a companhia tem sido obrigada a vender toda a produção no mercado interno brasileiro, a preços controlados bem abaixo daqueles para o arroz desta qualidade em mercados internacionais.

O desempenho do projeto de arroz em anos recentes não tem sido encorajador. Ludwig tentou, sem sucesso, vender 50% do controle acionário do projeto à Atlantic Richfield Corporation (ARCO), mas após um período de experiência de 18 meses, a ARCO resolveu exercer sua opção de cancelar a venda em junho de 1981. A paralisação dos planos de expansão e a grande redução de pessoal falharam em reverter a drenagem nos recursos financeiros. O fluxo de caixa negativo do projeto de arroz, em 1980, foi estimado em aproximadamente US\$ 10 milhões (28).

BÚFALOS

O rebanho do Jari, de 5.800 búfalos nos campos de várzea inalterada, ajuda a reduzir os cus-

tos do projeto em laticínios e carne. O pessoal do Jari está satisfeito com a adaptação deste animal à várzea amazônica, o mesmo ocorrendo com fazendeiros particulares e experimentos governamentais em várias partes dos rios Amazonas e Solimões. No caso da parte do rebanho do Jari ao longo do rio Araiôlos, abaixo do projeto de arroz, seria bom monitorar o queijo e o leite produzidos quanto aos resíduos de pesticidas. Residentes de longa data no rio Araiôlos referem-se a mudanças na qualidade da água e na pesca desde a implantação do projeto de arroz. Produtos químicos usados no projeto de arroz incluem os pesticidas Folidol (Metil-paration), Sevin (Carbaryl), Toxaphene (Camphene clorinado), e Furdan (Carbofuran). Os principais herbicidas usados nos campos são STAM (Propanil), Dalapon e Gramoxone (Paraquat), menores quantidades de Anthrophene são também usadas nos diques.

PASTO COM PINHEIRO

Um rebanho de gado de corte de 6.300 zebus e híbridos zebu-herford¹⁵ está aparentemente se dando bem em pastos consorciados com *Pinus caribaea* de 3 anos de idade, sem causarem danos significantes às mudas de pinheiro. O uso inicial de capim colônia (*Panicum maximum*) foi descontinuado em favor do capim quicuío da Amazônia (*Brachiaria humidicola*), de cobertura mais fechada e de maior resistência. Esta espécie de capim está atualmente sendo promovida, pelo governo, para pastos de terra firme em toda parte da Amazônia, com base em experimentos da EMBRAPA¹⁶.

15. Grande parte do gado bovino era, segundo se diz, abatida sem reposição para alimentar os trabalhadores do Jari durante a crise econômica da empresa em 1981 (C. F. Russell, comunicação pessoal, outubro de 1981).

16. Os bons resultados da consorciação pasto/pinheiro levanta a importante possibilidade de plantações de pinheiro como potencial para as extensas áreas de pastos de degradação rápida em toda terra firme da Amazônia. Vale lembrar de 3 pontos de cautela: 1) se um empreendimento quiser estabelecer uma operação de polpa seguindo o padrão do Jari, a floresta nativa representaria uma fonte valiosa de combustível e madeira para polpa, suplementar, tornando mais atraente aos empresários estabelecer tais plantações em áreas florestadas, em vez de em áreas de pasto; 2) muitos dos aspectos negativos dos pastos para o gado permanecem (efeitos sobre precipi-

MINA DE CAULIM

A mina de céu aberto de caulim representa atualmente uma pequena destruição da floresta quando comparada com outros tipos de usos da terra, um contraste que aumenta se a diferença no valor dos produtos for considerada. Administradores do Jari dizem que o tamanho do depósito poderia suprir a operação de mineração, à taxa de extração de 1980, por 250 anos; no entanto a taxa de extração deveria aumentar em 1982, de acordo com previsões da companhia¹⁷. O pequeno distúrbio causado pela operação atual pode, assim, aumentar tremendamente com a contínua extração dos próximos 2 séculos. O problema de recuperar estas áreas bem maiores terá, então, que ser encarado.

RISCOS AMBIENTAIS

Silvicultura

A escala na qual a substituição da floresta por plantações provocaria maiores efeitos ambientais é desconhecida mas provavelmente bastante grande, em comparação com o próprio Jari. Em geral, o índice pluviométrico menor é o efeito macroecológico mais fortemente liga-

tação pluviométrica, distribuição de renda, empregos, etc.); e 3) plantações de pinheiro também têm efeitos danosos sobre o solo e sua sustentabilidade a longo prazo não foi demonstrada. Apesar de pastos suplantados por *Pinus caribaea* serem mais desejáveis, econômica e socialmente, do que pastos suplantados por crescimento secundário (capoeira), devem ser tomados cuidados para não alimentar ilusões de que tenha se achado uma fórmula para tornar as pastagens sustentáveis, ou para que os vários aspectos negativos das pastagens deixem de ser preocupações. Acima de tudo, tais esforços são importantes para melhorar o manejo de pastagens não devem ser usados como uma racionalização para o encorajamento da derrubada de mais áreas da floresta Amazônica para pastagens. Com todos estes avisos em mente, a experiência pasto/pinheiro no Jari deve ser uma demonstração valiosa de uma maneira de usar aquelas partes da terra firme da Amazônia que já foram desmatadas para pastagens (Ver 34).

17. Em finais de 1981, a operação de caulim foi paralisada temporariamente devido a uma queda nos preços mundiais, mas esperava-se reiniciar a operação normal brevemente (C. E. Russell, comunicação pessoal, outubro de 1981).

do ao desmatamento (14, 38). No entanto, a maior severidade na estação seca é uma razão mais forte de preocupação com o desmatamento do que índices pluviométricos anuais menores. Plantações silviculturais do Jari devem sofrer menor impacto do que as de pastagem, embora maiores do que os usos da terra que mantêm intactos a cobertura da floresta tropical. A transpiração é uma função, em grande parte, da área foliar, implicando num potencial de transpiração das plantações menor que o da floresta tropical. A evapotranspiração da floresta, principalmente transpiração, é considerada como responsável por aproximadamente metade do vapor d'água que forma as chuvas entre Belém e Manaus (14, 38). Uma modificação em grande escala no potencial de evapotranspiração poderia então causar mudanças similares na precipitação de chuvas na região. Registros de precipitação para pluviômetros mantidos pelo Jari em Monte Dourado desde 1968, e em outros locais na área silvicultural desde 1970, 1971, 1974 e 1975, não revelam quaisquer tendências significativas no total de precipitação, nem em outros indicadores da severidade da estação seca, como número de dias de chuvas em cada mês da estação seca, número mínimo de dias de chuvas em qualquer mês, e precipitação mínima em qualquer mês. A escala de tempo é, entretanto, muito pequena para permitir conclusões.

Os riscos de qualquer efeito climático eventual são minimizados pela extensas áreas que devem ser convertidas antes que qualquer mudança mensurável ocorra. A área do Jari é pequena em comparação com os 3,5 milhões ha de pastos parados existentes na Amazônia Legal brasileira, segundo estimativas de 1978 (39), e os rápidos aumentos de áreas desmatadas desde aquela época (16). Além do Jari em si, prováveis limitações na disseminação de grandes operações silviculturais na Amazônia incluiria a extensão das áreas na Amazônia que prestam para esse tipo de plantação, e de quanta área de plantio seria necessária para prover a demanda de mercado projetada (não implicando que toda demanda de mercado deve ser suprida ou que todas as áreas adequadas devem ser usadas). Seria bom lembrar que efeitos macroecológicos são geralmente de natureza cumulativa, sendo o efeito combinado de muitos traços menores do sistema, nenhum dos quais, isoladamente, é suficiente para provocar a mudança.

FÁBRICA DE POLPA

A poluição da água da fábrica de polpa é combatida pela filtração do sedimento sólido, seguida do represamento do efluente por 16 dias em uma série de lagoas de 1m de profundidade, onde bactérias atuam na degradação de resíduos orgânicos. Os 159 ha de lagoas incluem uma área para drenagem de emergência, de digestores, que não estava incluída nos planos originais. Estas lagoas, relativamente baratas, concluídas com simples diques de terra, permitem um tratamento da poluição mais barato do que seria possível em zonas temperadas onde são necessários tanques de concreto com tampas para manter a água à temperatura de 30°C. Em finais de 1980, a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) tomou a precaução adicional de requerer um aumento da área de lagoas, já que as mesmas estavam quase cheias. As lagoas maiores estão em construção (P. Nogueira Neto, comunicação pessoal, fevereiro de 1982).

O efluente, um líquido marrom com odor distinto (Tabela II), é liberado no rio Jari ao fundo do leito (aproximadamente 18m de profundidade). No local da fábrica, em Monduga, uma maré de 80cm faz com que o fluxo da água suba o rio todos os dias durante as horas de cheia, restringindo o período de liberação do efluente às horas quando a água se move com maior velocidade rio abaixo. A descarga média de 1,1m³/s é assim concentrada em picos muito maiores de efluente, quando liberados no rio, com o conseqüente aumento dos riscos de poluição. Apesar da descarga média de 2.000m³/s do rio Jari (29, p. 63) fazer com que o efluente pareça muito pouco, o chefe da estação da Marinha Brasileira no local diz que pelo menos uma morte em massa de peixes já ocorreu no rio, abaixo da fábrica. A localização da fábrica, perto da foz do rio Amazonas, ajuda a limitar o dano potencial caso a poluição da água se torne um problema severo (e é também uma das muitas facetas da localização do Jari, não duplicável se o projeto for copiado em algum outro lugar da Amazônia).

O Jari mantém um laboratório de monitoramento de poluição em Monduga, que submete relatórios de medições diárias da demanda de oxigênio biológico (DOB), oxigênio dissolvido (OD) e de outros indicadores à SEMA toda semana. A SEMA também envia, ocasionalmen-

te, seu próprio pessoal para coletar amostras. O rio Jari é classificado pela SEMA como "classe 2"; padrões de qualidade de água aplicáveis a esta categoria exigem um DOB/5 dias a 20°C de 5mg/l ou menos, e OD de pelo menos 5mg/l em qualquer amostra (5, p. 21).

Outras operações

A maioria das outras operações do Jari, tais como extração de toras para madeira sólida, mineração de caulim, e arroz irrigado, envolvem a destruição de habitat naturais. Alguns, tal como o arroz, envolvem o uso de produtos químicos que podem afetar ecossistemas além daqueles alterados diretamente na implantação de um sistema de produção.

Os compradores do Jari procuram aprovação do governo para vários projetos já tentados por Ludwig mas bloqueados por impasses de regulamentos. Tais projetos incluem a construção de uma barragem hidroelétrica e a importação de uma segunda fábrica de polpa (45). Outros projetos de Ludwig, tais como a expansão do setor industrial para a produção de papel no local, podem eventualmente também ser efetuados caso os vários projetos já em operação se tornem rentáveis.

Os riscos ambientais dos vários projetos dependem muito de quão grandes eles se tornem. O tamanho do Jari (305 propriedades deste tamanho ocupariam toda a Amazônia Legal brasileira) indica que impactos em potencial a nível local merecem um monitoramento cuidadoso.

CONCLUSÃO GERAL

A política de manejo do Jari deve empenhar-se pela sustentabilidade indefinida, mesmo que isso implique maiores gastos presentes. Entre os pré-requisitos necessários para um manejo sustentável da operação de silvicultura estão: plantações adicionais para prover combustível e polpa atualmente derivados da floresta nativa; um extenso esforço de pesquisa e monitoramento, e a recolocação de nutrientes removidos pelo corte da biomassa. Tais mudanças não asseguram o futuro do Jari, apesar das perspectivas a longo prazo serem claramente desanimadoras sem eles.

Silvicultura, arroz irrigado, e outros setores do Jari encontram-se em dificuldades biológi-

cas e técnicas, assim como sob riscos ambientais. Espera-se que debates bem informados sobre estes assuntos acontecerão, com idéias voltadas à minimização da probabilidade e impacto em potencial dos possíveis problemas, com o objetivo de contribuir para escolhas mais sábias de padrões de desenvolvimento, oferecendo uma base sustentável que sirva às necessidades humanas na região.

GLOSSÁRIO

ARCO	– Atlantic Richfield Corporation.
CENA	– Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, São Paulo.
CNPq	– Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasília.
EMBRAPA	– Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Brasília.
FAO	– Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
INCRA	– Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, Brasília.
INPA	– Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.
IRI	– IRI Research Institute, New York.
SBPC	– Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, São Paulo.
SEMA	– Secretaria Especial do Meio Ambiente, Brasília.

REFERÊNCIAS

1. Alvim, P. de T. 1981. Os riscos de desenvolvimento na Amazônia. Trabalho apresentado no Seminário Regional sobre Expansão da Fronteira Agropecuária e Meio Ambiente na América Latina, Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL), e Associação Nacional de centros de Pós-Graduação em Economia (ANPEC), Brasília, 10-13 de novembro de 1981.
2. Arkcoll, D. B. 1979. Uma avaliação das opções agro-silviculturais para a Amazônia. p. 101-111 *In* Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACINSP), *Anais do Simpósio sobre Ciências e Aplicadas. Publicações ACINSP*, nº 19. ACINSP, São Paulo, 219 p.
3. Barrett, S. C. H. s/d (1975). Report on the weeds of cultivated rice at Jari, Lower Amazon. Manuscrito, Department of Botany, University of California, Berkeley, California, California, EUA, 16 p.
4. Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). 1972. *Altamira – I Projeto Integrado de Colonização*. INCRA, Brasília, 217 p.
5. Brasil, Ministério do Interior, Secretaria Especial do

- Meio Ambiente (SEMA). 1976. *Legislação básica*. SEMA, Brasília, 24 p.
6. Brooke, J. 1981. Billionaire's dream founders in Amazon jungle. *The Washington Post*, May 31, 1981. p. 1 & A18.
 7. Cox, G. W. e Atkins, M. D. 1979. *Agricultural ecology: an analysis of world food production systems*. W. H. Freeman & Co., San Francisco, California, EUA, 721 p.
 8. *A Crítica* (Manaus). 1982. "Venda do Jari tem rúbrica de Ludwig". 13 de janeiro de 1982, Cad. 1 p. 2.
 9. Doevan, J. G. P. e Poernik, H. G. 1955. Weeds in rice and their control in Surinam. *Tropical Agriculture* (Trinidad), 32 : 115-123.
 10. Dynia, J. F., Moreira, G. N. C. e Bloise, R. M. 1977. Fertilidade de solos da região da Rodovia Transamazônica II. Fixação do fósforo em podzólico-vermelho-amarelo e terra roxa estruturada latossólica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 12 : 75-80.
 11. Falesi, I. C. 1972. *Solos da Rodovia Transamazônica*. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) Boletim Técnico No. 55 IPEAN, Belém, 196 p.
 12. Fassbender, H. W. 1969. Retención y transformación de fosfatos en 9 latosoles de la Amazonia del Brasil. *Fitotecnica Latinamericana*, 6 (1) : 1-10.
 13. Fearnside, P. M. 1978. *Estimation of carrying capacity for human populations in a part of the Transamazon Highway colonization area of Brazil*. Dissertação de Ph. D. em Ciências Biológicas, University of Michigan, Ann Arbor. University Microfilms International, Ann Arbor, Michigan, EUA, 624 p.
 14. Fearnside, P. M. 1979. O processo de desertificação e os riscos de sua ocorrência no Brasil. *Acta Amazonica*, 9 (2) : 393-400.
 15. Fearnside, P. M. 1980. A previsão de perdas através do solo sob vários usos de terra na área de colonização da rodovia Transamazônica. *Acta Amazonica*, 10 (3) : 505-511.
 16. Fearnside, P. M. 1982. Desmatamento na Amazônia Brasileira: Com que intensidade vem ocorrendo? *Acta Amazonica*, 12 (3) : 579-590.
 17. Fearnside, P. M. e Rankin, J. M. 1979. Avaliação do Jari Florestal e Agropecuária, Ltda. como modelo para desenvolvimento na Amazônia. *Acta Amazonica*, 9 (3) : 609-615.
 18. Fearnside, P. M. e Rankin, J. M. 1980. Jari and development in the Brazilian Amazon. *Interciencia*, 5 (3) : 146-156.
 19. Fearnside, P. M. e Rankin, J. M. 1982. The new Jari: risks and prospects of a major Amazonian development. *Interciencia*, 7 (6) : 329-339.
 20. Gibson, I. A. S. e Nylund, J. 1976. Sudden death disease of cadam (*Antrocephalus cadamba* Roxb. Mig.) *Commonwealth Forestry Review*, 55 (3) : 219-227.
 21. Grist, D. H. 1975. *Rice*, 5th ed. Longman, Nova York, EUA, 601 p.
 22. Guimarães, G. de A., Bastos, J. B. e Lopes, E. de C. 1970. Métodos de análise física, química e instrumental de solos. *Instituto de Pesquisas e Experimentação do Norte (IPEAN) Série: Química de Solos*, 1 (1) : 1-108.
 23. Herrera, R., Jordan, C. F., Klinge, H. e Medina, E. 1978. Amazon ecosystems: their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. *Interciencia*, 3 (4) : 223-232.
 24. Institute of ecology. 1972. Cycles of elements. p. 41-89. *In Man and the living environment*. University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin, EUA.
 25. Johnson, N. E. 1976. Biological opportunities and risks associated with fastgrowing plantations in the tropics. *Journal of Forestry*, April 1976: 206-211.
 26. Johnson, N. E. 1977. How susceptible are tropical tree plantations to insect depredations? p. 209-214. *In BIOTROP Proceedings Symposium on Forest Pests and Disease in Southeast Asia, April 20-23, 1976, Bogor, Indonesia*. BIOTROP Special Pub. No. 2. South East Asian Ministers of Education Organization (SEAMEO), Regional Center of Tropical Biology (BIOTROP), Bogor, Indonésia, 225 p.
 27. Kalish, J. 1979. Jari. *Pulp and Paper International*, January, 1979: 37-52.
 28. Kinkead, G. 1981. Trouble in D. K. Ludwig's jungle. *Fortune*, April 20, 1981: 102-118.
 29. Lang, S. 1979. Jari Florestal e Agropecuária Ltda. p. 63-69. *In L. E. Hass (compilador) New pulps for the paper industry: proceedings of the Symposium on New Pulps for the Paper Industry, Brussels, Belgium, May 1979*. Miller Freeman Publications, San Francisco, California, EUA, 160 p.
 30. MacArthur, R. H. e Wilson, E. O. 1967. *The theory of island biogeography*. Monographs in Population Biology 1. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, EUA.
 31. Moraes, G. W. G., Brun, P. G. e Soares, L. A. 1982. Ocorrência de Lepidópteros desfolhadores de eucalipto em Minas Gerais e as perspectivas para seu controle. *Ci. e Cult.*, 34 (7) : 575 suplemento (resumo).
 32. Nações Unidas, Food and Agriculture Organization (FAO). 1977. *World pulp and paper demand, supply and trade - 2*. FAO Forestry Paper 4/2., UN-FAO, Roma, 243 p.
 33. Pimentel, D., Chick, S. e Vergora, W. 1981. Energy from forests: environmental and wildlife implications. *Interciencia*, 6 (5) : 329-335.
 34. Rankin, J. M. 1979. Manejo florestal ecológico. *Acta Amazonica*, 9 (4) suplemento: 115-129.
 35. Ribeiro, G. T. e Woessner, R. A. 1980. Efeitos de diferentes níveis de desfolha artificial, para avaliação de danos causados por saúvas (*Atta* supp.), em árvores de *Gmelina arborea* Linné e de *Pinus caribaea*

- var *hondurensis* Barr & Golf. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 9 (2) : 261-272.
36. Rollet, B. 1980. Jari: succès ou échec? un exemple de développement agro-sylvopastoral et industriel en Amazonie brésilienne. *Bois et Forêts Tropiques*, N° 192 : 3-34.
37. Russell, C. E. 1981. Jari: a lesson in tropical ecosystem management? Trabalho apresentado no simpósio do International Society for Tropical Ecology (ISTE) sobre "Ecology and Resource Management in the Tropics". Bhopal, India, October 5-10, 1981.
38. Salati, E., Marques, J. e Molion, L. C. M. 1978. Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. *Interciência*, 3 (4) : 200-206.
39. Serrão, E. A. S., Falesi, I. C., de Viegas, J. B. e Teixeira Neto, J. F. 1979. Productivity of cultivated pastures on low fertility soils in the Amazon of Brazil. p. 195-225. In Sánchez, P. A. e Tergas, L. E. (compiladores) *Pasture production in acid soils of the tropics: proceedings of a Seminar at CIAT, Cali, Colombia, 17-21 April 1978*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Series EG-05. CIAT, Cali, Colombia 488 p.
40. Sioli, H. 1969. Ökologie im brasilianischen Amazonagebiet. *Naturwissenschaften*, 65 : 248-255.
41. Strong, D. R. Jr., McCoy, E. D. e Rey, J. R. 1977. Time and the number of herbivore species: the pests of sugarcane. *Ecology*, 58 : 167-175.
42. Tagudar, E. T. 1974. Development of industrial plantations inside Paper Industries Corporation of the Philippines. In *Proceedings of the Forest Research Symposium of Industrial Forest Plantations, Manila, June 26, 1974*.
43. United States, Council on Environmental Quality and Department of State. 1980. *The Global 2000 Report to the President*. Pergamon Press, Nova York. 3 vols.
44. *Veja* (São Paulo). 1981. "O adeus de Mr. Ludwig". 16 de dezembro de 1981. p. 112.
45. *Veja* (São Paulo). 1982. "O país afinal comprou o sonho do Jari". 13 de janeiro de 1982. p. 68-73.
46. *Veja* (São Paulo). 1982. "Jari com a cortina aberta". 27 de janeiro de 1982. p. 90-92.
47. Villa Nova, N. A., Salati, E., e Matusi, E. 1976. Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica. *Acta Amazonica*, 6 (2) : 215-228.
48. Wells, F. J. 1976. *The long-run availability of phosphorus: a case study in mineral resource analysis*. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, EUA.
49. Woessner, R. A. 1980a. Forestry operations and wood utilization at Jari. Manuscrito. Trabalho apresentado no World Woods Conference, Santiago, Chile, dezembro de 1980. 14 p.
50. Woessner, R. A. 1980b. *Gmelina arborea* Roxb. variation in wood density, height and diameter of international provenance trial at Jari. *Silvicultura*, julho-agosto de 1980: 50 (resumo).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por prover verbas para a viagem através do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Agradecemos ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) por analisar amostras de solo, água e vegetação. Este trabalho não representa as opiniões do CNPq, INPA, ou dos muitos colegas com quem discutimos os desenvolvimentos do Jari. Quaisquer erros são de nossa própria responsabilidade. Agradecemos à direção da revista *Interciência* pela permissão de publicar esta tradução (19). Agradecemos ao Flávio Luizão pela revisão cuidadosa do português.