

**The text that follows is a TRANSLATION
O texto que segue é uma TRADUÇÃO**

Impactos sociais da hidrelétrica de Tucuruí

Please cite the original article:
Favor citar o trabalho original:

**Fearnside, P.M. 1999. Social impacts of
Brazil's Tucuruí Dam.
Environmental Management 24(4):
483-495. Doi: 10.1007/s002679900248**

Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br>

IMPACTOS SOCIAIS DA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ

Philip M. Fearnside
Instituto Nacional de Pesquisas
da Amazônia (INPA)
C.P. 478
69011-970 Manaus-Amazonas

Fax: (92) 642-8909
e-mail: pmfearn@inpa.gov.br

17 de abril de 2002
28 de julho de 2002

RESUMO

.....
ABSTRACT

I.) INTRODUÇÃO: A HIDRELÉTRICA DE TUCURUI

II.) IMPACTOS SOCIAIS

- A.) POPULAÇÃO DESLOCADA
- B.) RESIDENTES A JUSANTE
- C.) POVOS INDÍGENAS
- D.) SAÚDE

- 1.) Malária
- 2.) Praga de Mosquitos *Mansonia*
- 3.) Mercúrio
- 4.) Outros Riscos em Potencial para a Saúde

E.) DISTORÇÃO ECONÔMICA

III.) BENEFÍCIOS DE TUCURUÍ

- A.) GERAÇÃO DE ENERGIA
- B.) EMPREGOS

IV.) IMPACTOS SOCIAIS NA TOMADA DE DECISÕES

V.) CONCLUSÕES

VI.) AGRADECIMENTOS

VII.) LITERATURA CITADA

LEGENDAS DAS FIGURAS

RESUMO

A hidrelétrica de Tucuruí, criada em 1984 no Estado do Pará, continua sendo uma fonte de controvérsia. A maioria dos benefícios da energia vão para empresas de alumínio, onde apenas um montante de emprego minúsculo é gerado. Apresentado freqüentemente por autoridades como um modelo para o desenvolvimento hidrelétrico devido à quantidade substancial de energia que gera, os impactos sociais e ambientais do projeto são igualmente substanciais. O exame do caso de Tucuruí revela uma sobre-estimativa sistemática dos benefícios e uma sub-estimativa dos impactos pelas autoridades. A Tucuruí oferece muitas lições ainda não aprendidas para o desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia.

Palavras Chaves: Barragens, Tucuruí, Reservatórios, Reassentamento, *Mansonia*, Mercúrio, Hidrelétricas, Amazônia

ABSTRACT

The Tucuruí Dam, closed in 1984 in Brazil's eastern Amazonian state of Pará, is a continuing source of controversy. Most benefits of the power go to aluminum smelting companies where only a tiny amount of employment is generated. Often presented by authorities as a model for hydroelectric development because of the substantial power that it produces, the project's social and environmental impacts are also substantial. Examination of Tucuruí reveals a systematic overestimation of benefits and underestimation of impacts as presented by authorities. Tucuruí offers many as-yet unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia.

Key words: Dams, Tucuruí, Reservoirs, Resettlement, Mercury, *Mansonia*, Hydroelectric development, Amazonia

I.) INTRODUÇÃO: A HIDRELÉTRICA DE TUCURUI

A hidrelétrica de Tucuruí, que bloqueou o rio Tocantins em 1974, inundou 2.430 km² incluindo parte da Área Indígena Parakanã (Fig. 1). O reservatório está localizado no Pará central, entre 3°43' e 5°15'Sul e 49°12' e 50°00'Oeste. A casa de força tem 4.000 megawatts (MW) de capacidade instalada na sua fase inicial (Tucuruí-I), que aumentaria para 8.000 MW em uma segunda fase planejada (Tucuruí-II). O Brasil tem planos ambiciosos para o desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia, e a experiência com Tucuruí contém muitas lições que precisam ser aprendidas caso o País queira tomar decisões sábias sobre esses desenvolvimentos.

[Figura 1 aqui]

Sempre houve indicações de que Tucuruí não é a maravilha descrita pela ELETRONORTE, a companhia elétrica no norte do Brasil. Antes da construção da barragem, o Banco Mundial foi sondado para o financiamento, mais recusou (R.J.A. Goodland, comunicação pessoal, 1986). Os residentes ao longo das margens do reservatório têm uma longa série de reclamações, e acamparam durante dois anos na entrada da sede da ELETRONORTE para reivindicar locais alternativos de re-assentamento. A economia das vilas a jusante da barragem foi destruída, criando, entre e a população do baixo rio Tocantins, uma hostilidade quase unânime contra a ELETRONORTE. Em 1991, uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) na Assembléia Legislativa do Estado do Pará investigou os problemas causados pela barragem e endossou uma longa lista de reclamações. Por último, o Tribunal Internacional das Águas condenou o governo brasileiro pelos impactos de Tucuruí, na sua sessão de 1991 em Amsterdã (Internacional Water Tribunal, 1991). Embora o Tribunal tenha apenas autoridade moral, a condenação foi foco de atenção mundial sobre a existência de um padrão subjacente de problemas sociais e ambientais causados por este empreendimento (*Informe Jurídica*, 1992).

A área de 2.430 km² referente a Tucuruí diz respeito ao reservatório no nível de Tucuruí-I, 72 m acima do nível médio do mar. Se o projeto de Tucuruí-II for implementado, o nível da água seria levantado para 74 m acima do nível do mar, segundo o plano original. Elevar o nível da água para 74 m aumentaria a área inundada em 205 km², resultando em uma área de 2.635 km² (Brasil, ELETRONORTE, 1989a, p. 243). A ELETRONORTE tem reconhecido, segundo informações informais, de que aumento do nível d'água acima do nível atual de 72 m seria politicamente inviável, devido aos efeitos sobre deslocamentos de populações, e a empresa está planejando operar a configuração de Tucuruí-II sem aumentar o nível da água (John Denys Cadman, comunicação pessoal, 1996). A menor quantidade de água armazenada no reservatório de Tucuruí, em comparação ao plano original para Tucuruí-II, presumivelmente seria compensada pela maior regulação do fluxo do rio por mais barragens a montante.

Independente de se inundar mais área pelo reservatório de Tucuruí propriamente dito, o projeto Tucuruí-II exigiria regularizar a vazão do rio Tocantins com a construção da barragem de Santa Isabel no baixo rio Araguaia, primeiro afluente importante acima de Tucuruí (Paulo Edgar Dias Almeida, comunicação pessoal, 1991). Os impactos desta obra, portanto, precisam ser considerados na avaliação das propostas para Tucuruí-II.

Tucuruí-II foi apresentado pela ELETRONORTE até recentemente como uma mera continuação do projeto de construção já em andamento antes de entrar em vigor em 23 de janeiro de 1986, a exigência de um Relatório de Impactos sobre o Meio Ambiente (RIMA). Em 1998, preparações para elaboração de um RIMA foram iniciadas (Andrea Figureido, afirmação

pública, 25 de maio de 1998). No entanto, em 14 de junho de 1998, o Presidente da República liberou as verbas para construção de Tucuruí-II (Indriunas, 1998), obviamente antes de completar o RIMA.

Como é normal no Brasil até hoje, os impactos de barragens a montante não seriam considerados no RIMA a ser preparado para Tucuruí-II. Cada uma das barragens rio acima seria obrigada a ter o seu próprio RIMA antes de ser construída. No entanto, estas barragens são, de fato, conseqüências de uma decisão que está sendo tomada sobre Tucuruí-II sem um RIMA destes impactos a montante. É necessária a exigência de avaliações de impactos para assegurar que as conseqüências das decisões iniciais estejam plenamente incluídas, como no caso de deslanchar o desenvolvimento de uma bacia hidrográfica pela decisão inicial sobre construção de uma barragem na parte mais baixa de uma cadeia de barragens. O exemplo mais dramático é o caso do rio Xingu, onde grandes áreas de terra indígena seriam inundadas por barragens que se tornariam "necessárias" pela estrutura inicial (a proposta barragem de Belo Monte, antes denominada Kararaô) que aparece ser altamente atraente se visto isoladamente (Fearnside, 1989).

II.) IMPACTOS SOCIAIS

A.) POPULAÇÃO DESLOCADA

A ELETRONORTE originalmente não incluiu nenhum estudo dos impactos sociais na sua avaliação da barragem (Brasil, ELETRONORTE, 1974). Em 1977, dois meses após o início da construção, um único consultor (Robert Goodland) foi contratado para preparar uma "avaliação ambiental". Ele fez sua avaliação baseada em apenas um mês (julho de 1977) de visita de campo (Goodland, 1978, p. 1). Os termos de referência especificamente excluía qualquer possibilidade de modificar decisões de engenharia, tal como o nível da água. O relatório aponta (p. 39) que de um a dois terços das famílias deslocadas não teriam nenhum direito à compensação por falta de títulos de terra ou equivalente aceitável. O lado superior desta faixa, de fato, se mostrou ser o caso (Magalhães, 1990).

O relatório de Goodland enfatizou os planos da ELETRONORTE para um levantamento da população atingida (*i.e.*, Brasil, ELETRONORTE s/d [1979]) e fez um cálculo grosseiro que aproximadamente 15 mil pessoas teriam que ser deslocadas (Goodland, 1978, p. 38-39).

O programa de re-assentamento para residentes da área de inundação gerou grandes problemas sociais (de Castro, 1989; Magalhães, 1990; Mougeot, 1987, 1990). Estimativas preliminares indicaram que 9.500 pessoas em 13 povoados seriam deslocadas (ELETRONORTE, s/d [1979]; ver também Monosowski, 1990, p. 39). As deficiências dos estudos feitos antes do enchimento do reservatório têm sido revisadas por Mougeot (1987, 1990) e Teixeira (1996, p. 198-200). Estimativas feitas após o enchimento indicam 3.350 famílias (17.319

peças) (Monosowski, 1990, p. 32). Estimativas oficiais do número de pessoas subseqüentemente aumentaram até 23.871 pessoas (*World Rivers Review*, 1991, p. 12; dos Santos & do Nascimento, 1995; Teixeira, 1996, p. 198, baseado em Brasil, ELETROBRÁS, 1987). A ELETRONORTE (1984, citado por Magalhães, 1990, p. 106) também calculou que 32.871 pessoas foram deslocadas, além da população indígena. Em 1985, um ano após o fechamento da barragem, 1.500 famílias continuaram sem assentamento (Comissão Interministerial, 1985, citado por Teixeira, 1996, p. 225). Até fevereiro de 1988, 2.539 famílias rurais e 1.433 famílias urbanas tinham sido re-locadas (Brasil, ELETROBRÁS, 1989a, p. 437).

Vários segmentos da população afetada foram excluídos das estimativas da ELETRONORTE dos programas de re-assentamento baseado nestas estimativas (Teixeira, 1996, p. 199). Um fator que levou à sub-estimativa foi consideração de apenas pessoas cujas residências estavam localizadas dentro da área de inundação, excluindo a população que morava adjacente a esta área e usava a várzea sazonalmente inundada para a sua subsistência. Outro fator foi o de ignorar todo o crescimento populacional, inclusive a imigração, ao longo do período de cinco anos (1980-1984) entre o levantamento e o enchimento do reservatório.

Em total, 3.700 pessoas reassentadas pela ELETRONORTE tiveram que ser re-allocadas para novas áreas quando os seus primeiros locais de re-assentamento foram inundados pelo reservatório (Magalhães, 1990, p. 111). Isto foi resultante de erros grosseiros no mapa topográfico da área a ser inundada, com algumas áreas mapeadas como sendo a mais de 76 m acima do mar (o limite para re-assentamento) sendo, na realidade, abaixo da cota de 72 m. Erros topográficos ocorrem em ambas as direções, com algumas áreas sendo inesperadamente inundadas e outras inesperadamente deixadas acima do nível da água. Tensões adicionais surgiram quando uma parte da população que tinha sido removida pela ELETRONORTE voltou espontaneamente para a faixa entre as cotas de 72 e 76 m. O limite superior para re-assentamento foi originalmente estabelecido em 86 m, e subseqüentemente reduzido até 76 m (em parte, com base em informações topográficas melhoradas) depois que a maioria dos residentes já tinha sido deslocado; o movimento de volta para a faixa entre 76 e 86 m criou muitas injustiças, especialmente para os numerosos residentes originais que não tinham a titulação legal às suas terras (Mougeot, 1986, p. 405). Alguns dos assentados, cujas terras foram apenas parcialmente inundadas, nas partes da margem onde o nível da água se elevou até pontos mais altos do que esperados, escolheram ficar no lugar apesar de ter suas áreas de terra diminuídas (observação pessoal, 1991).

Um dos problemas básicos na atuação da ELETRONORTE em lidar com a população deslocada era que a companhia limitou a sua assistência ao pagamento em espécie, na maioria dos casos. O objetivo da ELETRONORTE em se livrar de responsabilidades

legais subseqüentes pode ter sido realizado, mas o resultado social foi que a maioria da população deslocada foi reduzida à indigência, e efetivamente tinha que se virar por conta própria. Os valores de indenização eram pequenos, e o pagamento foi sujeito a demoras repetidas (que, no contexto de correção monetária inadequada para a inflação no Brasil naquela época, implicava em perdas substanciais de valor). Mais importante é o fato que, independente do valor monetário pago, o dinheiro evapora rapidamente nas mãos de pessoas inexperientes em lidar com finanças, deixando a maioria das famílias sem nada poucos meses depois. Em março de 1985, três meses depois de assumir o cargo como o primeiro presidente civil desde 1964, José Sarney visitou Tucuruí e autorizou a criação de uma comissão interministerial para lidar com os problemas de re-assentamentos que tinham se tornando, naquela altura, politicamente explosivos. A comissão reconheceu os problemas resultantes da restrição das ações da ELETRONORTE à indenização em dinheiro (Comissão Interministerial, 1985, citado por Magalhães, 1990, p. 108).

As relações entre a população deslocada e a ELETRONORTE se deterioraram na década que seguiu o fechamento da barragem. Estes problemas têm sido apropriadamente descritos como tendo "já assumido características Kafkanianas, fazendo com que as partes diretamente envolvidas perdessem todas as suas esperanças de resolução do conflito" (Schönenberg, 1994, p. 36).

A população afetada por Tucuruí não é limitada às pessoas reassentadas da área de inundação, mas também incluem outras que são atraídas à área por causa das suas estradas, mercados, e oportunidades de emprego fora da agricultura. A ELETRONORTE classifica migrantes deste tipo como sendo fora da sua responsabilidade. No entanto, a atração desta população é uma consequência previsível da construção de uma barragem. As pessoas deslocadas têm experimentado problemas adicionais, e têm provocado desmatamento adicional e outros impactos. Um exemplo deste fato foi decorrente de uma praga de mosquitos do gênero *Mansonia* que levou grande parte da população que tinha sido reassentada pela ELETRONORTE na área de assentamento Gleba Parakanã a mudar-se para uma área (Rio Gelado), localizada em uma estrada construída por madeireiros de mogno, ligando a rodovia Transamazônica com a cidade de Tucumã. Em abril de 1993, depois que um grupo de pessoas deslocadas tinha acampado na entrada da sede da ELETRONORTE durante dois anos, a empresa concordou em fornecer alguma infra-estrutura no local em Rio Gelado. Até 1993, apenas 103 das 1.500 famílias a serem assentadas em Rio Gelado tinham recebidas títulos da terra (Teixeira, 1996, p. 227). Tensões entre os que chegaram da Gleba Parakanã e outros reclamantes em Rio Gelado, sobretudo os madeireiros, forçando o líder do grupo da Gleba Parakanã a fugir da área e morar na clandestinidade no período 1996-1999.

Planos para construção de hidrelétricas a montante de

Tucuruí incluem 26 barragens (Figura 2) (ver Junk & de Mello, 1987; Fearnside, 1995a, 1997), mas uma lista da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) da situação dos planos em julho de 2002 indica 46 barragens, incluindo pequenos aproveitamentos (IDB, 2002) (Tabela 1). Mougeot (1987, p. 97) estimou que todas as barragens na bacia Tocantins/Araguaia deslocariam 85.673 pessoas. Esta estimativa foi baseada na presunção que a população destas áreas vai permanecer constante nos seus níveis de 1985; como Mougeot (1987, p. 97) reconhece, estes valores serão "ultrapassados em muitas vezes até a data que todos os prováveis reservatórios seriam formados". Um dos primeiros seria o reservatório Santa Isabel no baixo rio Araguaia, que iria deslocar uma população que provavelmente seria "bem maior que a estimativa de 1980 de 60.000" (Mougeot, 1990, p. 98).

[Figura 2 aqui]
[Tabela 1 aqui]

B.) RESIDENTES A JUSANTE

Os residentes do baixo rio Tocantins têm sofrido uma desagregação severa como resultado da barragem. O fechamento da barragem alterou radicalmente o ambiente aquático tanto acima como abaixo da barragem (Fearnside, 1995b). O trecho do rio Tocantins afetado por Tucuruí (500 km abaixo da barragem e 170 km acima) sustentava uma indústria de pesca abundante que forneceu tanto renda monetária como a maior parte da proteína animal para os ribeirinhos. Antes do fechamento da barragem, o consumo de peixe era, em média, 49 kg/pessoa/ano (de Merona, 1985).

No ano seguinte ao fechamento da barragem, a captura de peixes no baixo Tocantins permaneceu aproximadamente em níveis pré-barragem, já que os peixes migratórios presos no pé da barragem foram facilmente capturados pelos pescadores. No ano seguinte (1986), no entanto, a captura total era três vezes menor (Brasil, INPA/ELETRONORTE, 1987; Leite & Bittencourt, 1991). A captura de peixes por unidade de esforço, medido ou em kg/viagem ou em kg/pescador, caiu em aproximadamente 60%, enquanto o número de pescadores também caiu dramaticamente. Além das quedas em captura de peixes, as colheitas de camarões de água doce também diminuíram: a produção local no baixo Tocantins não mudou dos seus níveis no primeiro ano após o fechamento da barragem (1985), mas caíram em 66% no ano seguinte (Odinetz-Collart, 1987). A água passando através das turbinas é especialmente pobre em oxigênio durante a época seca. Esta água não mistura com o fluxo do vertedouro ao longo de aproximadamente 60 km a jusante da barragem, reduzindo as populações de peixes ao longo da margem ocidental desse trecho (Hino *et al.*, 1987 citado por Monosowski, 1990, p. 31).

Cametá é um dos assentamentos não-indígenas mais antigos na região amazônica, e tem sido um município independente

desde 1635 (Heinsdijk, 1958, p. 48). A base econômica de Cametá foi dizimada pelos efeitos de Tucuruí sobre o baixo Tocantins (ver Dwyer, 1990, p. 48-63). Como estes impactos foram resultados de uma ação proposital por parte do governo nacional, os faz com que eles sejam vistos de forma diferenciada de impactos do mesmo nível sofridos, por exemplo, devido a algum desastre natural. A diferença tem as suas raízes na história da região amazônica, que durante séculos tem sido explorada para o benefício de potências distantes, primeiro os portugueses e depois os "sulistas" (pessoas de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília e outros locais vistos por Amazônidas como parte do "sul" do País). É claro, Tucuruí é visto como sendo basicamente obra de sulistas.

C.) POVOS INDÍGENAS

O impacto sobre povos indígenas é um dos aspectos mais polêmicos de Tucuruí, assim como é o caso para outras barragens existentes e propostas na Amazônia. Tucuruí inundou parte de três áreas indígenas (Parakanã, Pucurui e Montanha), e as suas linhas de transmissão cortaram quatro outras áreas (Mãe Maria, Trocará, Krikati e Cana Brava) (Comissão Pró-Índio de São Paulo, 1991, p. 64). Além disso, a mudança do percurso da rodovia Transamazônica para acompanhar a margem ocidental do reservatório cortou a Área Indígena Parakanã, que foi truncada para ocupar apenas um lado da rodovia. A terra entre a rodovia e o reservatório foi usado para uma área de reassentamento (Gleba Parakanã), assim negando a tribo acesso ao reservatório. A invasão da reserva por caçadores não-indígenas foi facilitada por esta localização. A Área Indígena Trocará, onde vivem os índios Asurini do Tocantins, fica 24 km a jusante da barragem e portanto sofreu os efeitos da poluição da água e da perda de recursos pesqueiros que afetam todos os residentes a jusante de Tucuruí.

Da área submersa por Tucuruí, 36% pertenciam aos índios Parakanã (Comissão Pró-Índio de São Paulo, 1991, p. 74). Entre 1971 e 1977, a tribo foi deslocada cinco vezes pela FUNAI. Em 1978 (três anos depois do início da construção em 1975), um programa de assistência chamado "Projeto Parakanã" foi montado pela FUNAI e ELETRONORTE para efetuar a transferência da tribo para fora da área de inundaçã, mas o programa foi abandonado em 1979. A primeira parte da tribo mudou-se em 1981, deslocando-se por iniciativa própria em vez de esperar a assistência governamental. Em 1982 o restante da tribo Parakanã foi transferido de helicóptero até a aldeia nova (Marudjewara), construída pela ELETRONORTE. A malária e outras doenças contribuíram para um aumento da mortalidade na tribo após a mudança (Comissão Pró-Índio de São Paulo, 1991, p. 75). Em 1987 a ELETRONORTE e a FUNAI começaram o "Programa Parakanã" que incluiu a construção de uma estrada vicinal de 12 km para dar acesso a uma das aldeias (Paranati) a partir da rodovia Transamazônica, a compra de uma camionete e a construção de um armazém em cada uma das duas aldeias deslocadas por causa de Tucuruí. Atividades posteriores

incluíam serviços de saúde, educação primária, extensão agrícola, e ajuda na patrulha às fronteiras da reserva (Comissão Pró-Índio de São Paulo, 1991, p. 76).

Os índios Krikati receberam um caminhão, um trator, implementos agrícolas e algumas cabeças de gado como compensação pelo corte da linha de transmissão pela sua reserva (Comissão Pró-Índio de São Paulo, 1991, p. 69). Os índios Guarajara (da reserva Cana Brava) receberam Cr\$ 160 milhões em 1979-80 [aproximadamente US\$ 6,4 milhões] (Comissão Pró-Índio de São Paulo, 1991, p. 72). Os Asurini do Tocantins a jusante da barragem nunca foram incluídos nos planos da ELETRONORTE para mitigação e não receberam nenhuma assistência adicional ou compensação pelos impactos sofridos (Comissão Pró-Índio de São Paulo, 1991, p. 78).

A tribo Gavião-Parkatejê estava no caminho da linha de transmissão para São Luís, que corta uma faixa de 19 km de comprimento através da reserva Mãe Maria. Em abril de 1980 a tribo recebeu Cr\$ 40 milhões [aproximadamente US\$ 1,6 milhões] (Comissão Pró-Índio de São Paulo, 1991, p. 68). O valor da compensação pago neste e em outros casos é de importância muito menor do que o fato que a compensação foi em espécie ao invés de ser em forma de terra. O dinheiro pago, assim como na maioria dos pagamentos de compensação em espécie para povos indígenas, tem pouca utilidade. Este serve apenas para as companhias elétricas ficarem livres para construir barragens e linhas de transmissão, porque a falta de experiência das tribos em lidar com o dinheiro faz com que seja quase inevitável que as verbas sejam usadas para fins que não asseguram o bem estar contínuo das tribos.

D.) SAÚDE

1.) Malária

Os mosquitos do gênero *Anopheles*, que transmitem a malária, estão presentes em toda a área de Tucuruí (Tadei et al., 1983). *A. darlingi*, o vetor principal da malária na Amazônia, diminuiu em abundância, embora o mosquito e a doença permaneçam (Tadei et al., 1991). *Anopheles nunez-tovari*, a espécie anofelina mais comum antes do enchimento do reservatório, apresentaram uma redução na sua população, assim como *A. triannulatus* e *A. albitarsis*. *Anopheles braziliensis*, que não tinha sido encontrado antes do enchimento, apareceu nas coletas pós-enchimento. Espécies presentes tanto antes como depois do enchimento para as quais não foi observado nenhuma tendência clara de mudança aparente na abundância são: *A. oswaldi*, *A. argyritarsis*, *A. mediopunctatus*, *A. evansae*, *A. intermedius* e *A. rangeli* (Tadei et al., 1991). O grande aumento da população humana na área resultante da presença da hidrelétrica, junto com a presença contínua de uma gama ampla de vetores de malária, é uma fórmula certa para impactos severos dessa doença, sobre a saúde.

2.) Praga de Mosquitos *Mansonia*

Após o enchimento do reservatório, populações de mosquitos do gênero *Mansonia* têm explodido ao longo da margem ocidental do lago. Os mosquitos que têm se tornado uma "praga" são, na maioria, *M. titilians*, mas também incluem *M. pseudotitilians*, *M. indubitans* e *M. humeralis*, que picam tanto à noite como de dia (Tadei et al., 1991). O grande número destes insetos torna a vida intolerável nas áreas onde estão concentrados, e causaram uma significativa saída de residentes para locais mais agradáveis. A explosão de mosquitos era uma conseqüência previsível das macrófitas aquáticas no reservatório, que, acredita-se, fornece criadouros para estes mosquitos em toda Amazônia. Os ventos predominantes concentram as macrofitas, tais como a água-pé (*Eichhornia crassipes*), alface-da-água (*Pistia* spp.) e *Salvinia* spp., a longo da margem esquerda. A explosão inicial de macrófitas (especialmente a *Salvinia auriculata*), que cobriu grande parte da superfície do reservatório no primeiro ano, se retraiu até seu nível atual na medida em que o pulso inicial de nutrientes se esgotou. O nível atual de infestações por macrófitas, e, portanto, o atual nível de infestação de mosquitos, parece ser estável.

Mosquitos do gênero *Mansonia* não transmitem a malária, mas transmitem vários tipos de arbovírus (Brasil, ELETRONORTE, 1989b), além de poder transmitir a elefantíase, que é causada por um verme parasítico. Embora a doença ocorra em países vizinhos, tal como o Suriname, não tem se espalhado na Amazônia brasileira. A razão porque a doença não se espalhou é desconhecida, já que os mosquitos *Mansonia* ocorrem em toda a Amazônia (W.P. Tadei, comunicação pessoal, 1991).

A praga de mosquitos *Mansonia* afeta severamente a área de re-assentamento de Gleba Parakanã. A um grau menor ela também afeta as aldeias para as quais os índios Parakanã têm sido deslocados (aproximadamente 30 km ao oeste do reservatório).

3.) Mercúrio

A metilização do mercúrio (Hg) representa uma grande preocupação para o desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia. O mercúrio é concentrado biologicamente em uma ordem de grandeza a cada passo que sobe na cadeia alimentar. Os seres humanos tendem a ocupar a posição de topo e espera-se que abriguem as concentrações mais altas de mercúrio.

Cerca de 50 a 70 t de mercúrio são lançados anualmente no meio ambiente na forma de aerossóis atmosféricos quando os garimpeiros Amazônicos amalgamam o seu ouro (Pfeiffer & de Lacerda, 1988, p. 329). É provável que uma parte disto seja transportada até reservatórios de hidrelétricas. Estima-se que o garimpo de Serra Pelada tenha liberado 360 t de Hg no meio ambiente entre 1980 e 1986 (Porvari, 1995, p. 110). O ouro em Serra Pelada se esgotou no final da década de 1980,

mas há garimpos ativos em vários locais na bacia hidrográfica de Tocantins, inclusive no rio das Mortes e na bacia do alto Araguaia.

O transporte aéreo de mercúrio por mais de mil km tem sido constatado no Canadá, onde o aumento de fontes industriais nos Estados Unidos logo após a Segunda Guerra Mundial ficou registrada nos sedimentos na área da baía de Hudson, no extremo norte do Canadá (Marc Lucotte, comunicação pessoal, 1993). A contaminação por mercúrio nos reservatórios no norte do Canadá é bem conhecida (Bodaly *et al.*, 1984). Os índios Cree, que comem peixes dos reservatórios, sofrem de conseqüências severas de saúde.

As concentrações de mercúrio nos sedimentos e na água nos rios Itacaiúnas e Paraupebas (perto de Carajás e Serra Pelada) são mais altas que aquelas no rio Madeira, que tem se tornado notório por contaminação mercurial (Fernandes *et al.*, 1990). Já que os peixes podem migrar, é possível que a contaminação venha das áreas de garimpagem e isto é enfatizado pelas autoridades da ELETRONORTE (Paulo Edgar Dias Almeida, comunicação pessoal, 1991). No entanto, a probabilidade da migração de peixes explicar o fenômeno, em um número substancial de espécies, é pequena.

As concentrações de mercúrio total em plantas na floresta perto de Tucuruí têm sido registradas muito mais altas que no Canadá onde a contaminação de mercúrio é bem estabelecida (Marc Lucotte, comunicação pessoal, 1993). O mesmo fenômeno tem sido demonstrado na Guiana Francesa (Roulet & Lucotte, 1995). É provável que as altas concentrações no solo e na vegetação na Amazônia têm se acumulado lentamente a partir da deposição lenta ao longo de milhões de anos, em vez de se originar de entradas antropogênicas recentes (Roulet *et al.*, 1996).

O passo chave levando à contaminação mercurial de populações humanas é a metilização de mercúrio metálico. Grandes entradas de mercúrio metálico, por exemplo, da garimpagem de ouro, não são necessárias para que os níveis de contaminação mercurial cheguem a ser um risco para a saúde humana. Os níveis existentes de Hg nos solos e na vegetação (principalmente de fontes vulcânicas, e transporte à distância a partir de centros industriais) são suficientes para ter conseqüências severas em ambientes que facilitem a metilização. Diferenças químicas na água entre rios Amazônicos são muito mais importantes do que a presença da atividade garimpeira em explicar as diferenças na contaminação por mercúrio nos ribeirinhos (Silva-Forsberg *et al.*, 1999).

A metilização está ocorrendo em reservatórios, como é indicado pelos altos níveis de mercúrio nos peixes (Porvari, 1995) e nos cabelos humanos (Leino & Lodenius, 1995) em Tucuruí. Em uma amostra de 230 peixes tirados do reservatório, 92% dos 101 peixes predatórios tinham níveis de

Hg mais altos que o limite de segurança de 0,5 mg/kg de peso fresco (Leino & Lodenius, 1995, p. 109). O tucunaré (*Cichla ocellaris* e *C. temensis*), um peixe predatório que compõe mais da metade da captura comercial em Tucuruí, está contaminado, em média, a 1,1 mg/kg fresco, mais que o dobro do limite de segurança. Para ficar dentro das taxas de consumo recomendadas, uma pessoa teria que comer, no máximo, uma refeição de tucunaré por semana (Marc Lucotte, comunicação pessoal, 1993). Muitos residentes das margens de Tucuruí comem peixe todos os dias, assim como fazem muitas pessoas em Belém onde grande parte da coleta de peixes de Tucuruí é comercializada.

A média de Hg nos cabelos de pessoas que pescam no reservatório era 65 mg/kg de cabelo (Leino & Lodenius, 1995, p. 121), um valor muitas vezes mais alto que os valores em áreas de garimpagem. Por exemplo, em garimpos perto de Carajás, concentrações de Hg nos cabelos humanos variam de 0,25 a 15,7 mg/kg de cabelos (Fernandes *et al.*, 1990). Dados do rio Tapajós têm indicado sintomas mensuráveis, tal como redução de campo visual, entre os ribeirinhos que têm níveis de Hg nos seus cabelos bastante menores que ambos os níveis encontrados em Tucuruí e o limite máximo de 50 mg/kg atualmente reconhecido como padrão (Lebel *et al.*, 1996). As concentrações de Hg nos cabelos humanos em Tucuruí já são mais que o dobro do que aquelas constadas como causadoras de danos ao feto, resultando em retardamento psicomotor (Leino & Lodenius, 1995, p. 124).

As conseqüências sobre a saúde humana podem ser devastadoras, e ainda não são entendidas pela maioria das pessoas da Amazônia. O mercúrio se concentra no organismo ao longo da vida de uma pessoa, e não é removido por processos naturais de limpeza. Cozinhar o peixe não altera os níveis de toxicidade do metilmercúrio. O surgimento de sintomas severos, incluindo morte em casos severos, pode ocorrer com bastante rapidez depois de anos de saúde aparente. Em Minamata, Japão, pescadores saudáveis caíram doentes e morriam após uma semana do começo dos sintomas. O mercúrio é concentrado no feto: uma mãe saudável pode dar luz a uma criança deformada (Harada, 1976). O período antes de aparecer os sintomas é muito longo. Em Minamata, a companhia química Chisso começou a lançar resíduos de mercúrio na baía de Minamata em 1932, mas foi apenas em 1956 (24 anos depois) que o primeiro caso de contaminação foi reconhecido. Muitas pessoas na Amazônia hoje estão comendo peixe sem sentir nenhum efeito negativo, levando elas à conclusão errônea de que elas estão escapando das conseqüências do envenenamento por mercúrio.

4.) Outros Riscos em Potencial para a Saúde

A esquistossomose poderia potencialmente afetar a área. Os caramujos planórbidos (*Biomphalaria* sp.) que servem como vetores para o parasita ocorrem na área (de Mello, 1985).

Felizmente, estes ainda não estão afetados pelo parasita helmíntico *Schistosoma mansoni*. A doença está largamente espalhada no nordeste brasileiro e em Minas Gerais, fazendo com que seja provável que o parasita chegue até Tucuruí um dia (Junk & de Mello, 1987).

A doença de Chagas representa um problema em potencial para a saúde, já que os barbeiros da família Reduviidae que transmitem a doença ocorrem na área. O parasita (*Trypanosoma cruzi*) tem sido encontrada na área em três espécies de barbeiros, *Panstrongylus geniculatus*, *Rhonius pictipes* e *Lutzomaia anduzei* (Arias et al., 1981, p. 7-10). Em geral, o fator mais estreitamente associado com surtos da doença de Chagas é a pobreza: casas com paredes de barro e tetos de folha de palmeira são especialmente aptas para abrigar os vetores. A prevalência de pobreza na área é evidente.

E.) DISTORÇÃO ECONÔMICA

O Brasil tem se comprometido em fornecer eletricidade bastante subsidiada às empresas estrangeiras de alumínio em Barcarena (PA) e São Luís (MA). Este fato distorce toda a economia energética brasileira. ALBRÁS, (o consórcio que beneficia o alumínio em Barcarena) sozinha recebeu US\$ 395,5 milhões em subsídios do governo brasileiro no período de janeiro de 1985 a maio de 1994, e em 1993 o total pago a este consórcio era US\$ 97,9 milhões (Conselho Nacional da Amazônia Legal, 1994, p. 41). Quase dois terços da energia gerada pela hidrelétrica de Tucuruí é fornecida a tarifas altamente subsidiadas à indústria de alumínio em Barcarena e São Luís. A capacidade instalada de 4.000 MW gera 2.059 MW (18,03 TWh) anualmente (Brasil, ELETRONORTE, s/d [1992], p. 3); o uso de energia em 1985 para fabricação de alumínio era 630 MW em Barcarena e 625 MW em São Luís (Gitlitz, 1993). A expansão da capacidade da usina em Barcarena (CVRD, 1997) implica num consumo energético de 677 MW até 1996. Presumindo perdas em transmissão de 2,5% (ver Fearnside, 1997), 65% da produção disponível de energia é usado para alumínio.

O Brasil perde quantias astronômicas com o subsídio dado à indústria de alumínio. A raiz do problema é a Portaria no. 1654 do Ministério das Minas e Energia, datado 13 de agosto de 1979 (*Diário Oficial*, 16 de agosto de 1979), que concede eletricidade durante 20 anos a uma tarifa ligada ao preço internacional de alumínio. O custo da energia usada no beneficiamento não pode ultrapassar 20% do preço internacional do produto. Quando o alumínio é barato, como é o caso hoje, as empresas pagam quase nada.

As financiadoras internacionais de barragens no Brasil, tal como o Banco Mundial, estão essencialmente canalizando dinheiro para o Japão em vez de ao Brasil. As verbas constroem barragens para suprir energia às cidades brasileiras que poderiam ter sido abastecidas a partir de barragens existentes, tal como Tucuruí, mas que não abastecem as zonas

urbanas porque o governo brasileiro está efetivamente doando a energia de Tucuruí ao Japão na forma de barras de alumínio subsidiado.

Toda a economia brasileira tem sido destorcida pelas concessões negociadas como parte do acordo para permitir a construção de Tucuruí. Até 1991, as duas usinas de alumínio que recebem energia de Tucuruí estavam usando 5% de toda a energia elétrica do Brasil (Pinto, 1991a). A percentagem do consumo de energia representada pelas "indústrias intensivas de energia", das quais o alumínio é a mais importante, mas que também incluem aço, ferro ligas, cloro, e celulose, aumentou de 33% do uso industrial de energia em 1975 para 41% em 1987 (Lobo, 1989). O subsídio pesado das tarifas elétricas no Brasil explica o crescimento, especialmente no setor de exportações. Os produtos de exportação brasileiros tinham um conteúdo energético médio de 674,9 kwh/US\$ 1.000 exportado em 1975, aumentando para aproximadamente 1.000 kwh/US\$ 1000 em 1989 (Lobo, 1989). Em 1985, o Brasil cobrava dos fabricantes de alumínio US\$ 0,010/kwh, enquanto o Japão cobrava US\$ 0,069 (Lobo, 1989).

Em uma escala global, o subsídio da energia para alumínio permite um desperdício no uso deste metal. O alumínio é usado, por exemplo, para latas de refrigerantes e cerveja; mesmo se forem recicladas várias vezes, estas acabam no lixo. Uma lata de alumínio sem reciclagem usa 7.000 unidades termiais britânicas (BTUs) de energia, uma lata reciclada usa 2.500 BTU por uso, enquanto uma garrafa de vidro reaproveitada 10 vezes consome uma média de 500 BTU por uso (Young, 1991, p. 24). Se o custo verdadeiro do alumínio fosse cobrado pelo produto, inclusive o custo de construir barragens hidrelétricas e as compensações pelos seus impactos ambientais e sociais, o alumínio seria muito mais caro e seria usado apenas para finalidades que não têm nenhum substituto. Os principais países consumidores de alumínio não estão mais construindo grandes barragens, tendo descoberto que os custos financeiros, sociais e ambientais de barragens são pesados demais. Eles preferem mais exportar estes impactos para países como o Brasil, enquanto eles continuam a desfrutar os benefícios na forma de alumínio barato.

Subsídios para novos projetos foram revogados em agosto de 1985, mas continuam para projetos existentes; os contratos de ALBRÁS e ALUMAR vão até 2004 (Lobo, 1989). Em março de 1990, logo após a posse do então Presidente Fernando Collor de Mello, cortes profundos nos subsídios foram anunciados, com o objetivo de eliminar todos os subsídios governamentais da economia brasileira. Logo após, no entanto, exceções começaram a aparecer. A exceção mais importante era o beneficiamento de alumínio, para qual a continuação dos subsídios foi garantida. O subsídio para alumínio escapou por pouco ser abolido pelo Congresso Nacional em abril de 1990 (*Gazeta Mercantil*, 07 de abril de 1990).

A energia gerada por Tucuruí faz pouco para melhorar a vida daqueles que moram na área: um fato dramatizado pelas linhas de alta tensão passando por cima de barracas iluminadas apenas por lamparinas. A maior parte da energia de Tucuruí fornece energia subsidiada para usinas multinacionais em Barcarena (ALBRÁS-ALUNORTE do Nippon Amazon Aluminum Co. Ltda. de NAAC, um consórcio de 33 firmas japonesas) e em São Luís (ALUMAR, da empresa norteamericana Alcoa e a empresa britânica e holandesa Billiton). A Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) mantém 51% e 61% em ALBRÁS e ALUNORTE, respectivamente (CVRD, 1983). A energia é vendida às companhias de alumínio às tarifas entre um terço e a metade do custo de geração: de acordo com Aureliano Chaves, então Ministro das Minas e Energia, a energia é gerada por Tucuruí a um custo de US\$ 38/MWh estava sendo vendida por US\$ 10,5-16,5/MWh (Silva, 1991). De acordo com o Departamento Nacional das Águas e Energia Elétrica (DNAEE), o custo de geração é de US\$ 50/MWh em Tucuruí, comparado à média brasileira de US\$ 20/MWh (Monosowski, 1990). A energia vendida para ALBRÁS em 1989 foi paga a menos da sexta parte da tarifa paga pelos consumidores residenciais no Brasil (Brasil, ELETRONORTE, 1989b). Em 1990 a ALBRÁS pagou 22 mils (milésimos de dólar)/kWh e ALUMAR pagou 26 mils, enquanto um consumidor residencial pagou 64 mils, três vezes mais que ALBRÁS (*Jornal do Brasil*, 17 de abril de 1990). A diferença entre a tarifa cobrada às usinas de alumínio e o custo de geração é subsidiado pela população brasileira através dos seus impostos e das suas contas de luz.

III.) BENEFÍCIOS DE TUCURUÍ

A.) GERAÇÃO DE ENERGIA

A geração de energia é, normalmente, a fonte primária de benefícios sociais de barragens hidrelétricas, já que as quantidades de emprego e bens produzidos geralmente são proporcionais à eletricidade gerada. A Tucuruí-I tem uma capacidade instalada de 4.000 MW (12 geradores de 330 MW cada e dois de 20 MW). Nenhuma hidrelétrica produz tanto energia quanto a sua capacidade instalada, já que a vazão dos rios Amazônicos varia seguindo um ciclo anual, e inevitavelmente fica insuficiente durante uma parte do ano para acionar todas as turbinas da hidrelétrica. A potência firme, ou seja, aquela sobre que se pode contar com um alto grau de certeza, é 2.115 MW (Monosowski, 1990).

Tucuruí-II duplicaria a capacidade instalada de 4.000 MW para 8.000 MW, mas isto não significa que a produção de energia seria duplicada. A energia adicional seria gerada apenas durante a estação de alta vazão, já que, durante uma boa parte do ano a geração é limitada pela vazão insuficiente no rio Tocantins. Barragens adicionais fornecendo armazenamento e regulação da vazão a montante de Tucuruí aumentariam a geração de Tucuruí-II, mas não alterariam a sua função como um fornecedor de eletricidade adicional apenas durante os períodos de pico de vazão. Planos ambiciosos para barragens adicionais na bacia do Tocantins/Araguaia ilustram a

necessidade para uma consideração dos impactos de projetos relacionados.

B.) EMPREGOS

As perdas financeiras representam apenas uma parte do impacto do subsídio às indústrias de alumínio. A quantidade de empregos criada pelo beneficiamento de alumínio é mínima: são 1.200 empregos em Barcarena e 750 em São Luís. Em 1986 a ALBRÁS usou 49,5% de toda a eletricidade consumida no Pará (Brasil, ELETRONORTE, 1987, p. Amazonas-32 & Pará-12). A vila operária em Barcarena, incluindo dependentes, comerciantes, etc., tem uma população de apenas 5.000 pessoas; esta vila consome mais energia do que Belém, Santarém e todas as demais cidades do Pará juntas. Praticamente qualquer outro uso da eletricidade traria maiores benefícios ao Brasil (ver Fearnside, 1989).

A construção de Tucuruí custou um total de US\$ 8 bilhões, quando se inclui os juros sobre a dívida, de acordo com os cálculos de Lúcio Flávio Pinto (1991b). Considerando a percentagem da energia usada para alumínio, somente a hidrelétrica de Tucuruí, que é apenas uma parte da infraestrutura fornecida pelo governo brasileiro, custou US\$ 2,7 milhões por emprego gerado.

IV.) IMPACTOS SOCIAIS NA TOMADA DE DECISÕES

Os impactos sociais tiveram um papel mínimo na tomada de decisão inicial de construir a barragem. Esta decisão foi principalmente baseada em seus benefícios financeiros para atores distantes, sobretudo no Japão e na França, e para os beneficiários brasileiros dos contratos de construção (ver Teixeira, 1996; Pinto, 1991a,b). Já que Tucuruí foi planejada e construída durante o regime militar, é também, pouco surpreendente que pouca importância foi dada aos efeitos negativos sobre residentes locais na Amazônia. No entanto, desde aquela época, exigências têm sido implementadas para um Relatório dos Impactos sobre o Meio Ambiente (RIMA), um Estudo dos Impactos Ambientais (EIA) e uma audiência pública. Estes cobrem impactos sociais, assim como os ambientais. Poderia se esperar que esses avanços levariam a um processo de tomada de decisões em que os benefícios e custos, incluindo benefícios e custos sociais, dos projetos propostos seriam estimados de uma maneira completa e objetiva, e seriam publicamente debatidos antes se tomar decisões sobre projetos de desenvolvimento tais como hidrelétricas. No entanto, a experiência recente com estas medidas de proteção no caso de barragens Amazônicas indica a facilidade com que os seus efeitos protetores podem ser empatados quando interesses políticos fazem a aprovação dos projetos uma prioridade política (Fearnside & Barbosa, 1996a,b). O fortalecimento destes procedimentos deve ser uma alta prioridade para se evitar os piores impactos do desenvolvimento. A avaliação de propostas de desenvolvimento futuro pode ser melhorada se as lições forem aprendidas a

partir das experiências passadas tal como no caso de Tucuruí.

No Brasil, as exigências para avaliação de impactos de hidrelétricas e outros projetos de desenvolvimento são vagas com respeito aos impactos sociais. Estes ditames seguem a Lei no. 6.938 de 31 de agosto de 1981 e o Decreto no. 8.835 de 10 de junho de 1983, que criam o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), e a regulamentação desta lei em 21 de janeiro de 1986 (Resolução de CONAMA 001/86). A ELETRONORTE sempre se aproveita da linguagem vaga para interpretar uma inclusão mínima de aspectos sociais (Sigaud, 1990, p. 100; ver também Teixeira, 1996, p. 118-120). Em 1986 (*i.e.*, depois que o sistema político brasileiro ter se tornado mais democrático), a ELETROBRÁS produziu um conjunto de diretrizes para estudos de impactos que incluía algumas exigências a mais para avaliações sociais (Brasil, ELETROBRÁS, 1986).

Um problema fundamental é que o EIA e o RIMA são produzidos por empresas de consultoria que dependem completamente do proponente do projeto, neste caso a ELETRONORTE. O proponente prepara os termos de referência, escolhe a empresa vencedora, e paga pelos serviços. Além disto, a parcela final do pagamento não é liberada até que o documento passe através de uma série de versões nos quais o proponente pode pedir mudanças no conteúdo do relatório (ver Fearnside & Barbosa, 1996b). As empresas são, portanto, induzidas a produzir relatórios que indicam um mínimo de impactos, tanto por meio de pressões diretas como em função do seu interesse em ser escolhido para contratos futuros de consultoria.

Rosa *et al.* (1987) propuseram uma redefinição do "potencial" das hidrelétricas da Amazônia que eliminaria locais da lista em casos onde os impactos sociais claramente seriam excessivamente grandes. Atualmente, os cálculos oficiais indicam um potencial total de 97.800 MW, que se plenamente aproveitados, inundaria 100.000 km² (Brasil, ELETROBRÁS, 1987, p. 150). Isto representaria 2% da Amazônia Legal, ou em torno de 3% da área florestada. Assim como locais em potencial para implantação de hidrelétricas são eliminados da lista quando fatores de engenharia, tais como a topografia e vazão, são inapropriados, locais com limitações sociais e ambientais poderiam ser eliminados logo no início do processo decisório, antes que as pressões para a construção das barragens se tornassem tão forte que os projetos tornar-se-iam "irreversíveis". Atualmente, os cálculos do potencial hidrelétrico incluem a presunção de que todos os locais identificados pelos critérios físicos serão aproveitados. O caso mais grave é a produção estimada da hidrelétrica de Belo Monte, um cálculo que, aparentemente, conta com a regulação da vazão do rio Xingu por barragens a montante que teriam impactos sociais desastrosos (Fearnside, 1996).

V.) CONCLUSÕES

Os custos sociais da hidrelétrica de Tucuruí foram, e continuam a ser, pesados. Estes incluem o deslocamento da população na área de inundação e a sua realocação subsequente devido a uma praga de mosquitos *Mansonia*, o desaparecimento da pescaria que sustentava, tradicionalmente, a população a jusante da barragem, os efeitos sobre a saúde devido à malária e a contaminação por mercúrio, e o deslocamento e perturbações de grupos indígenas. O alto custo financeiro e a quantidade minguada de emprego produzido por Tucuruí, que fornece principalmente energia para beneficiamento de alumínio, causam distorções econômicas com impactos sociais de grande alcance, inclusive o custo de oportunidade de não ter usado os recursos financeiros e naturais da nação de modo mais benéfico para os residentes locais. No caso de Tucuruí, as autoridades sistematicamente subestimaram os impactos e sobre-estimaram os benefícios. Apesar de muitas mudanças desde a construção de Tucuruí em 1984, os procedimentos de tomada de decisões ainda precisam de reformas substanciais para que os impactos sociais, assim como os efeitos ambientais e outros, sejam plenamente considerados nas tomadas de decisões sobre projetos de desenvolvimento, e para que, quando projetos forem considerados dignos de implementação, os impactos que eles provocam sejam mitigados com justiça.

VI.) AGRADECIMENTOS

Agradeço às seguintes pessoas pelas discussões sobre Tucuruí: Lúcia Andrade e Leonide dos Santos (Comissão Pró-Índio de São Paulo); Deputada Aída Maria Silva (Assembleia Legislativa, Belém); J. Revilla Cardenas, E.G. Ferreira, R. Leite, J.A.S.N. de Mello e W.P. Tadei (INPA); J. Carvalho (Projeto Parakanã, Tucuruí); E. Monosowski (Monosowski Consultants); agradeço aos funcionários de ELETRONORTE e Camargo Corrêa em Tucuruí pela paciência com as minhas perguntas, e os funcionários de INPA em Tucuruí e o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Tucuruí pelo apoio logístico e pelas informações. Os colonos da Gleba Parakanã merecem agradecimento especial pelo tempo e hospitalidade durante a minha visita. Bruce Forsberg e Marc Lucotte forneceram informações valiosas sobre contaminação por mercúrio. P.L.M.A. Graça, N. Hamada e S.V. Wilson e dois referees comentaram o manuscrito. O texto foi atualizado de Fearnside (1999a). Agradeço a Springer-Verlag New York, editora da revista *Environmental Management*, pela permissão de publicar esta tradução. Uma versão anterior deste trabalho foi apresentada no "Simpósio sobre Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais", Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu-SP, 25-28/05/98 (Fearnside, 1999b). Agradeço ao Pew Scholars Program in Conservation and the Environment, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq AI 350230/97-98) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA PPI 5-3150) pelo apoio financeiro.

VII.) LITERATURA CITADA

Arias, J.R., R.A. de Freitas, R.D. Naiff & M. Naiff. 1981. Impacto do reservatório sobre as doenças endêmicas da região. In: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Estudos de Ecologia e Controle Ambiental na Região da UHE de Tucuruí-PA: Sub-Projeto: Estudos do Impacto do Reservatório de Tucuruí no aumento das doenças endêmicas da região. INPA, Manaus, AM. Pag. irreg.

Bodaly, R.A., R.E. Hecky & R.J.P. Fudge. 1984. Increases in fish mercury levels in lakes flooded by the Churchill River Diversion, Northern Manitoba. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41(4): 682-691.

Brasil, ELETROBRÁS. 1986. *Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos*. Centrais Elétricas do Brasil (ELETROBRÁS), Rio de Janeiro, RJ.

Brasil, ELETROBRÁS. 1987. *Plano 2010: Relatório Geral. Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010 (Dezembro de 1987)*. Centrais Elétricas do Brasil (ELETROBRÁS), Brasília, DF. 269 p.

Brasil, ELETRONORTE. 1974. *Aproveitamento Hidrelétrico de Tucuruí: Estudos de Viabilidade, Vol. I - Texto*. Estudos e Projetos de Engenharia (ENGEVIX, S.A.) & Economia e Engenharia Industrial, S.A. (ECOTEC). Brasília, DF. Paginação irregular.

Brasil, ELETRONORTE. 1984. "Ata de Reunião" Com participação do GETAT, FUNAI e representantes do povo indígena Parakanã. Brasília, DF, 18.10.84. (Atas não publicadas).

Brasil, ELETRONORTE. 1987. *Contribuição da ELETRONORTE para Atendimento das Necessidades Futuras de Energia Elétrica da Amazônia*. ELETRONORTE, Brasília, DF. Paginação irregular.

Brasil, ELETRONORTE. 1989a. *Usina Hidrelétrica Tucuruí: Memória Técnica*. ELETRONORTE, Brasília, DF. 681 p.

ELETRONORTE. 1989b. *Relatório: Comissão de Estudos da Proliferação de Mosquitos a Montante de Tucuruí, período 20 de setembro a 20 de dezembro/1989*. ELETRONORTE, Brasília, DF. 32 p. + anexos.

Brasil, INPA/ELETRONORTE. 1987. *Estudos de Ecologia e Controle Ambiental na Região da UHE Tucuruí: Relatório Setorial, Segmento: Ictiofauna, Relatório Semestral, julho-dezembro/87*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM.

Brasil, ELETRONORTE. s/d. [1979]. *Estudo das Condições Sócio-Econômicas da Área de Influência do Reservatório da UHE de Tucuruí-PA*. BASEVI Construções e Topografia, S.A. & ELETRONORTE, Brasília, DF. 3 vols.

Brasil, ELETRONORTE. s/d. [1992]). Ambiente Desenvolvimento Tucuruí. ELETRONORTE, Brasília, DF. 32 p.

Comissão Interministerial. 1985. Relatório e Dossiê: Anexos à CIT 001/85 encaminhado aos Ministros de Estado da Justiça, das Minas e Energia, e da Reforma e do Desenvolvimento Agrária. Brasília, DF.

Comissão Pró-Índio de São Paulo. 1991. IIº Tribunal Internacional das Águas. Caso: As Hidrelétricas na Amazônia Brasileira. São Paulo, SP. 172 p. + anexos.

Conselho Nacional da Amazônia Legal. 1994. *Política Integrada do Governo Federal para a Amazônia Legal. Revisão 1. Agosto 1994*. Grupo de Trabalho-Energia, Brasília, DF. 76 p.

CVRD - Companhia Vale do Rio Doce. 1983. ALBRÁS ALUNORTE. *CVRD-Revista* 4(14): 12.

CVRD - Companhia Vale do Rio Doce. 1997. ALBRAS: Arrancada para o ano 2000. *Jornal da Vale* janeiro de 1997: 1-4.

de Castro, E.M.R. 1989. Resistência dos atingidos pela barragem de Tucuruí e construção de identidade. *Cadernos NAEA* 10: 41-70.

de Lacerda, L.D. & W. Salomons. 1991. *Mercury in the Amazon: A Chemical Time Bomb?* Dutch Ministry of Housing, Physical Planning and Environment, Haia, Países Baixos. 46 p.

de Mello, J.A.S.N. 1985. Estudos de Ecologia e Controle Ambiental na Região da UHE de Tucuruí, Relatório Setorial, Sub-Projeto Esquistossomose, Período Julho/Dezembro 1985. INPA, Manaus, AM. 12 p.

de Merona, B. 1985. Les peuplements de poissons et la pêche dans le bas Tocantins (Amazonie Brésilienne) avant la fermeture du barrage de Tucuruí. *Verhandlungen International Vereinigung für Limnologie* 22: 2.698-2.703.

Diário Oficial da União. 16 de agosto de 1979, Seção 1, Parte 1, p. 11.705. Portaria No. 1.654 de 13 de agosto de 1979, Ministério das Minas e Energia. Brasília, DF.

dos Santos, M.A. & do Nascimento, J.A.S. 1995. A inserção regional de empreendimentos hidrelétricos: uma discussão acerca da tecnologia, o espaço e o meio ambiente. *Cadernos de Geociências* 14: 29-37.

Dwyer, A. 1990. *Into the Amazon*. Key Reporter Books, Toronto, Canadá. 250 p.

Fearnside, P.M. 1989. Brazil's Balbina Dam: Environment versus the legacy of the pharaohs in Amazonia. *Environmental Management* 13(4): 401-423.

- Fearnside, P.M. 1995a. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. *Environmental Conservation* 22(1): 7-19.
- Fearnside, P.M. 1995b. Os impactos ecológicos das grandes barragens. p. 100-115. In: L.P. Rosa, L. Sigaud & E.L. La Rovere (eds.) *Estado, Energia Elétrica e Meio Ambiente: O Caso das Grandes Barragens*. Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro, RJ. 184 p.
- Fearnside, P.M. 1996. Hydroelectric dams in Brazilian Amazonia: Response to Rosa, Schaeffer & dos Santos. *Environmental Conservation* 23(2): 105-108.
- Fearnside, P.M. 1997. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: The example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. *Environmental Conservation* 24: 64-75.
- Fearnside, P.M. 1999a. Social Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. *Environmental Management* 24(4): 485-495.
- Fearnside, P.M. 1999b. Impactos sociais da barragem de Tucuruí. p. 219-244 In: R. Henry (ed.) *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP. 799 p.
- Fearnside, P.M. & R.I. Barbosa. 1996a. Political benefits as barriers to assessment of environmental costs in Brazil's Amazonian development planning: The example of the Jatapu Dam in Roraima. *Environmental Management* 20(5): 615-630.
- Fearnside, P.M. & R.I. Barbosa. 1996b. The Cotingo Dam as a test of Brazil's system for evaluating proposed developments in Amazonia. *Environmental Management* 20(5): 631-648.
- Fernandes, R.J., A.F. Guimarães, E.D. Bidone, L.D. de Lacerda & W.C. Pfeiffer. 1990. Monitoramento por mercúrio na área do Projeto Carajás. p. 211-228. In: S. Hacon, L.D. de Lacerda, W.C. Pfeiffer & D. Carvalho (eds.) *Riscos e Conseqüências do Uso do Mercúrio*. FINEP, Rio de Janeiro, RJ.
- Gazeta Mercantil* [São Paulo]. 7 de abril de 1990. "Mantida a concessão de incentivos para a produção de alumínio".
- Gitlitz, J. 1993. The relationship between primary aluminum production and the damming of world rivers. (IRN Working Paper 2). International Rivers Network (IRN), Berkeley, California, EUA. 151 p.
- Goodland, R.J.A. 1978. *Environmental Assessment of the Tucuruí Hydroproject, Rio Tocantins, Amazonia, Brazil*. ELETRONORTE, Brasília, DF. 168 p.

Harada, M. 1976. Intrauterine poisoning: Clinical and epidemiological studies and significance of the problem. *Bulletin of the Institute of Constitutional Medicine, Kumamoto University* 25 (suppl.): 1-32.

Heinsdijk, D. 1958. *Report to the Government of Brazil on a Forestry Inventory in the Amazon Valley (Part Two) (Region between Rio Xingú and Rio Tapajós)*, FAO Report No. 949, Project No. BRA/FO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Itália. 94 p.

Hino, K. et al. 1987. Influência da barragem da Usina Hidroelétrica de Tucuruí nos teores de oxigênio dissolvido a jusante, Rio Tocantins (PA). ELETRONORTE, Brasília, DF.

IDB (Interamerican Development Bank). 2002. Termos de referência: Elaboração do Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia. IDB, Washington, DC. 18 p.
(<http://www.iadb.org/regions/rel/br/tocantins/plano.pdf>)

Indriunas, L. 1998. "FHC inaugura obras em viagem ao Pará". *Folha de São Paulo*, 14 de junho de 1998, p. I-7.

Informe Jurídico. 1992. "Sentença estabelece recomendações sobre Tucuruí e outras hidrelétricas da Amazônia". *Informe Jurídico* [Comissão Pró-Índio de São Paulo, São Paulo] 3(19-20): 4-5.

International Water Tribunal. 1991. Case of (i) Pro-Indian Commission of São Paulo (CPI), São Paulo, Brazil, (ii) Coordinating Committee of those Affected by Dams in the Amazon, Altamira (Pará), Brazil. Sentença datada 21 de fevereiro de 1991, Amsterdã, Países Baixos. 3 p.

Jornal do Brasil. [Rio de Janeiro]. 17 abr 1990. "Subsídio do alumínio é de US\$ 1,25 bilhão".

Junk, W.J. & J.A.S.N. de Mello. 1987. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. p. 367-385. In: G. Kohlhepp & A. Schrader (eds.) *Homem e Natureza na Amazônia*. Tübinger Geographische Studien 95 (Tübinger Beiträge zur Geographischen Lateinamerika-Forschung 3). Geographisches Institut, Universität Tübingen, Tübingen, Alemanha. 507 p.

Lebel, J., D. Mergler, M. Lucotte, M. Amorim, J. Dolbec, D. Miranda, G. Arantes, I. Rheault & P. Pichet. 1996. Evidence of early nervous system dysfunction in Amazonian populations exposed to low-levels of methylmercury. *NeuroToxicology* 16: 157-167.

Leite, R.A.N. & M.M. Bittencourt. 1991. Impacto de hidroelétricas sobre a ictiofauna amazônica: O exemplo de

- Tucuruí. p. 85-100. In: A.L. Val, R. Figiuolo & E. Feldberg (eds.) *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas, Vol. 1*. INPA, Manaus, AM.
- Leino, T. & M. Lodenius. 1995. Human hair mercury levels in Tucuruí area, State of Pará, Brazil. *The Science of the Total Environment* 175: 119-125.
- Lobo, T. 1989. "Brasil exporta produtos que consomem muita energia". *Jornal do Brasil*, 09 de julho de 1989, p. I-26.
- Magalhães, S.B. 1990. Tucuruí: A relocation policy in context. In: L.A.O. Santos & L.M.M. de Andrade (eds.) *Hydroelectric Dams on Brazil's Xingu River and Indigenous Peoples*. Cultural Survival, Cambridge, Massachusetts, EUA. p. 105-114 (Cultural Survival Report 30).
- Monosowski, E. 1990. Lessons from the Tucuruí experience. *Water Power and Dam Construction* February 1990: 29-34.
- Mougeot, L.J.A. 1986. Aménagements hydro-électriques et réinstallation de populations en Amazonie: Les premières leçons de Tucuruí, Pará. *Cahiers des Sciences Humaines (ORSTOM)* 22(3-4): 401-417.
- Mougeot, L.J.A. 1987. O reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Pará, Brasil: Uma avaliação do programa de reassentamento populacional (1976-85). p. 387-404. In: G. Kohlhepp & A. Schrader (eds.) *Homem e Natureza na Amazônia*. Tübinger Geographische Studien 95 (Tübinger Beiträge zur Geographischen Lateinamerika-Forschung 3). Geographisches Institut, Universität Tübingen, Tübingen, Alemanha. 507 p.
- Mougeot, L.J.A. 1990. Future hydroelectric development in Brazilian Amazonia: Towards comprehensive population resettlement. p. 90-129. In: D. Goodman & A. Hall (eds.) *The Future of Amazonia: Destruction or Sustainable Development?* MacMillan, London, Reino Unido. 419 p.
- Odinetz-Collart, O. 1987. La pêche crevettiere de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins, après la fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). *Revue d'Hidrobiologie Tropical* 20(2): 131-144.
- Pfeiffer, W.C. & L.D. de Lacerda. 1988. Mercury inputs into the Amazon Region, Brazil. *Environmental Technology Letters* 9: 325-330.
- Pinto, L.F. 1991a. Sem título. 2ª Reunião Sobre a CPI do Meio Ambiente. 22.04.91. Transcrito oficial do depoimento, Comissão Parlamentar sobre o Meio Ambiente, Assembléia Legislativa do Estado do Pará, Belém, PA. paginação irregular.
- Pinto, L.F. 1991b. *Amazônia: A Fronteira do Caos*. Falangola,

Belém, PA. 159 p.

Porvari, P. 1995. Mercury levels in fish in Tucuruí hydroelectric reservoir and in River Moju in Amazonia, in the state of Pará, Brazil. *Science of the Total Environment* 175: 109-117.

Rosa, L.P., L. Sigaud & E.L. La Rovere. 1995. Introdução. p. 5-7. In: L.P. Rosa, L. Sigaud & E.L. La Rovere (eds.) *Estado, Energia Elétrica e Meio Ambiente: O Caso das Grandes Barragens*. Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro, RJ. 184 pp.

Roulet, M. & M. Lucotte. 1995. Geochemistry of mercury in pristine and flooded ferralitic soils of a tropical rain forest in French Guiana, South America. *Water, Air, and Soil Pollution* 80: 1.079-1.088.

Roulet, M., M. Lucotte, I. Rheault, S. Tran, N. Farella, R. Canuel, D. Mergler & M. Amorim. 1996. Mercury in Amazonian soils: Accumulation and release. p. 453-457. In: S.H. Bottrell (ed.) *Proceedings, Fourth International Symposium on the Geochemistry of the Earth's Surface*. Ilkely, Reino Unido.

Schönenberg, R. 1994. Environmental conflicts in the Amazon region of Brazil. Report to Environment and Conflicts Project (ENCOP), Swiss Peace Foundation, Berne, Suíça & Center for Security Studies and Conflict Research, Zurich, Suíça. 55 p.

Sigaud, L. 1990. Social implications of the electric sector policy. p. 97-104. In: L.A.O. Santos & L.M.M. de Andrade (eds.) *Hydroelectric Dams on Brazil's Xingu River and Indigenous Peoples*. Cultural Survival, Cambridge, Massachusetts, EUA, (Cultural Survival Report 30).

Silva, A.M. 1991. Requerimento No. 009/91. Requerimento ao Assembléia Legislativa do Estado do Pará, 11 de março de 1991. 5 p.

Silva-Forsberg, M.C., B.R. Forsberg & V.K. Zeidemann. 1999. Mercury contamination in humans linked to river chemistry in the Amazon Basin. *Ambio* 28(6): 519-521.

Tadei, W.P., B.M. Mascarenhas & M.G. Podestá. 1983. Biologia de anofelinos amazônicos. VIII. Conhecimentos sobre a distribuição de espécies de *Anopheles* na região de Tucuruí-Marabá (Pará). *Acta Amazonica* 13(1): 103-140.

Tadei, W.P., V.M. Scarpassa & I.B. Rodrigues. 1991. Evolução das populações de *Anopheles* e de *Mansonia*, na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará). *Ciência e Cultura* 43(7) (supl.): 639-640.

Teixeira, M.G.C. 1996. *Energy Policy in Latin America*. Ashgate

Publishing, Aldershot, Reino Unido. 348 p.

World Rivers Review. 1991. "Tucuruí protestors occupy ELETRONORTE offices". *World Rivers Review* 6(5): 1 & 12.

Young, J.E. 1991. Discarding the throwaway society. Worldwatch Institute, Washington, DC, EUA. 45 p. (Worldwatch Paper No. 101).

LEGENDAS DAS FIGURAS

- Figura 1 -- O reservatório de Tucuruí e a Amazônia Legal oriental com os locais mencionados no texto.
- Figure 2 -- Desenvolvimento hidrelétrico na bacia Tocantins/Araguaia.

TABELA 1: SITUAÇÃO DE HIDRELÉTRICAS EXISTENTES E PLANEJADAS NA BACIA DO RIO TOCANTINS^(a)

Código da ANEEL	Aproveitamento hidrelétrico	Potência (MW)	Situação em julho de 2002

CURSO PRINCIPAL DO RIO TOCANTINS			
130	Serra da Mesa	1.275	Em operação
140	Cana Brava	450	Em operação
190a	São Salvador	280	Licitada 2o sem. 2001
190b	Peixe Angical	452	Licitada 1o sem. 2001
220	Ipueiras	600	A licitar em 2003
230	Lajeado [Magalães]	850	Em operação
290	Tupiraatins	820	A licitar 2o sem.
2002-320 de 2002	Estreito	1.087	Leilão em julho
330	Serra Quebrada	1.328	A licitar 2o sem. 2002
400	Marabá	2.070	A licitar em 2003
430	Tucuruí I & II		Tucuruí I em operação
AFLUENTES MENORES DO TOCANTINS			
A MONTANTE DE SERRA DA MESA			
10	Quintal		Inventário
20	Maranhão	125	Inventário
30	Porteiras 2		Inventário
40	Jaraguá		Inventário
50	Volta do Deserto	33	Inventário
60	Ceres	130	Inventário
70	Mutum	16	Inventário
80	Jenipapo	18	Inventário
90	Buriti Queimado	137	Inventário
100	Moquém	29	Inventário
110	Mirador	140	A licitar em 2003
120	Colinas	28	Inventário
BACIA DO PARANÃ			
150	São Domingos	12	Em operação
160	Foz do Bezerra	300	Viabilidade
170	São Domingos	200	Inventário
180	Palma	79	Inventário
BACIA DO SONO			
240	Soninho I e II	20	Inventário
245	Arara	30	Inventário
250	Jalapão	54	Inventário
255	Cachoeira da Velha	81	Inventário
260	Brejão	75	Inventário
265	Novo Acordo	160	A licitar em 2003
270	Isamu Ikeda	26,8	Em operação
275	Rio Sono	168	Inventário
280	Perdida 1	24	Inventário

285	Perdida 2	48	Inventário
BACIA DO ITACAIÚNAS			
410	Itacaiúnas 1	135	Inventário
420	Itacaiúnas 2	182,6	Inventário
CURSO PRINCIPAL DO RIO ARAGUAIA			
340	Couto Magalhães	220	Licitada 2o sem. 2001
350	Barra do Peixe	450	Viabilidade
360	Torixoréu	408	A licitar em 2003
370	Barra do Caiapó	220	Inventário
390a	Araguanã	960	A licitar em 2003
390b	Santa Isabel	2.200	Licitada 2o sem. 2001
BACIA DO RIO DAS MORTES			
380	Foz do Noidore	129	Projeto Básico

(a) Fonte: Dados da ANEEL em IDB (2002).



