



PAPERS DO NAEA

ISSN 15169111

PAPERS DO NAEA Nº 190

HIDROELÉTRICAS AMAZÔNICAS: FONTES ENERGÉTICAS APROPRIADAS PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL?

Alexandre Magno de Melo Faria

Belém, Maio de 2006

O Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) é uma das unidades acadêmicas da Universidade Federal do Pará (UFPA). Fundado em 1973, com sede em Belém, Pará, Brasil, o NAEA tem como objetivos fundamentais o ensino em nível de pós-graduação, visando em particular a identificação, a descrição, a análise, a interpretação e o auxílio na solução dos problemas regionais amazônicos; a pesquisa em assuntos de natureza socioeconômica relacionados com a região; a intervenção na realidade amazônica, por meio de programas e projetos de extensão universitária; e a difusão de informação, por meio da elaboração, do processamento e da divulgação dos conhecimentos científicos e técnicos disponíveis sobre a região. O NAEA desenvolve trabalhos priorizando a interação entre o ensino, a pesquisa e a extensão.

Com uma proposta interdisciplinar, o NAEA realiza seus cursos de acordo com uma metodologia que abrange a observação dos processos sociais, numa perspectiva voltada à sustentabilidade e ao desenvolvimento regional na Amazônia.

A proposta da interdisciplinaridade também permite que os pesquisadores prestem consultorias a órgãos do Estado e a entidades da sociedade civil, sobre temas de maior complexidade, mas que são amplamente discutidos no âmbito da academia.

Papers do NAEA - Papers do NAEA - Com o objetivo de divulgar de forma mais rápida o produto das pesquisas realizadas no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) e também os estudos oriundos de parcerias institucionais nacionais e internacionais, os Papers do NAEA publicam textos de professores, alunos, pesquisadores associados ao Núcleo e convidados para submetê-los a uma discussão ampliada e que possibilite aos autores um contato maior com a comunidade acadêmica.



Universidade Federal do Pará

Reitor

Alex Bolonha Fiúza de Mello

Vice-reitor

Regina Fátima Feio Barroso

Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

Diretor

Edna Maria Ramos de Castro

Diretor Adjunto

Thomas Hurtienne

Conselho editorial do NAEA

Armin Mathis

Luis Aragon

Francisco de Assis Costa

Oriana Almeida

Rosa Acevedo Marin

Sector de Editoração

E-mail: editora_naea@ufpa.br

Papers do NAEA: Papers_naea@ufpa.br

Telefone: (91) 3201-8521

Paper 190

Revisão de Língua Portuguesa de responsabilidade do autor.

HIDROELÉTRICAS AMAZÔNICAS: FONTES ENERGÉTICAS APROPRIADAS PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL?

Alexandre Magno de Melo Faria¹

Resumo:

Este trabalho visa discutir as hidroelétricas amazônicas como fonte de energia inanimada para a modernização e o desenvolvimento regional. Partindo da premissa aceita de que enormes fontes de energia são necessárias para o uso de tecnologias modernas e o desenvolvimento e, também, que a energia elétrica derivada de hidroelétricas são limpas, baratas e renováveis, o Governo Central implantou cinco grandes usinas hidroelétricas (UHE) na Amazônia, durante as décadas de 1970 e 1980. Assim, analisou-se, a partir da ampla literatura disponível, os impactos positivos e deletérios destas grandes obras nos trópicos úmidos. Apesar de ter gerado impactos positivos diretos sobre a economia e a geração de renda local, os custos sócio-ambientais são enormes e irão se perpetuar por muitos anos. Os grandes beneficiados foram os capitais internacionais da indústria eletro-intensivo, localizados na Amazônia, bem como capitais de outras regiões brasileiras, visto que 3/5 da energia produzida regionalmente é exportada. A energia que é utilizada localmente se restringe aos grandes centros urbanos, negligenciando milhares de pessoas que habitam as comunidades rurais, pois o “custo econômico” inviabiliza o acesso à rede de alta tensão. Procura-se demonstrar que a energia advinda das hidroelétricas não é limpa, pois as represas são verdadeiras fábricas de gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄), gases do efeito estufa, além de diversos outros impactos ecológicos. A energia somente é considerada de baixo custo porque não se internaliza os custos sociais e ecológicos do processo. A energia renovável não garante o desenvolvimento regional, pois a Amazônia é superavitária em geração de energia e possui os indicadores de desenvolvimento humano abaixo da média brasileira. Ao final, chega-se a duas grandes conclusões. Primeiro, que a construção de novas hidroelétricas é inevitável nos trópicos úmidos para garantir o crescimento econômico do eixo dinâmico brasileiro. Segundo, que as características da região Amazônica impõem uma visão flexível sobre as fontes energéticas para o desenvolvimento endógeno da região, incorporando fontes alternativas como energia solar, biomassa, eólica e cata-água (unidade flutuante) para comunidades e pequenas atividades produtivas.

Palavras-chave: Hidroelétricas. Desenvolvimento. Impactos Ecológicos. Fontes Alternativas.

¹ Economista (UFMT), Mestre em Planejamento do Desenvolvimento (UFPA/NAEA), Doutorando em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido (UFPA/NAEA).

Abstract:

This work aims debate the Amazon Dams like source inanimate energy for regional modernization and development. Its starting premise accepts which huge sources of energy are necessary to use modern technologies and development and likewise which electrical energy derived from dams are clean, cheap and renewable the Central Government implanted five high dams on Amazon during 1970s and 1980s. Thus, was analyzed the positive and negative impacts of these large dams on humid tropics from wide available literature. Despite direct impacts begotten upon economy and local income, the socio-environmental costs are enormous and will go perpetuate for many years. The great benefited were international capitals of electrical-intensive industry located on the Amazon well as capitals from other Brazilians regions, seen which 3/5 of Amazon energy is exported. The energy that is local utilized restricts to the large urban centers neglecting thousands of peoples living in rural communities, because economic cost is high and avoids access to the electrical net. It searches demonstrate which energy generated from dams is not clean because are true factories of carbonic (CO₂) and methane (CH₄) gas, greenhouse gases, beyond several others ecological impacts. The energy is considered cheap because the system not accounts the social and ecological costs of process. The renewable energy not guarantees the regional development because despite have surplus in energy, the Amazon have human development indicators below Brazilian average. At end, two conclusions are proposed. First, which building new dams are unavoidable on the humid tropics for guarantee economic growth of the Brazilian dynamic axis. Second, the features of Amazon forces flexible vision upon energy sources for regional endogenous development, incorporating options like solar energy, biomass, wind energy and river-mills (floating unit) in rural communities and small productive activities.

Key-words: Dams. Development. Ecological Impacts. Alternative Sources.

Introdução

O uso da energia hidráulica foi uma das primeiras formas de substituição do trabalho animal pelo mecânico, particularmente para bombeamento de água e moagem de grãos. Entre as características energéticas mais importantes, destacam-se as seguintes: *i*) disponibilidade de recursos, *ii*) facilidade de aproveitamento, e *iii*) seu caráter renovável. A energia hidráulica é proveniente da energia potencial gravitacional. Ao contrário das demais fontes renováveis, já representa uma parcela significativa da matriz energética mundial e possui tecnologias devidamente consolidadas. Atualmente, é a principal fonte geradora de energia elétrica para mais de 30 países e representa cerca de 20% de toda a eletricidade gerada no planeta. Os principais países com potencial hidráulico são EUA, Canadá, Rússia, China, Índia e Brasil (ANEEL, 2002).

A participação da energia hidráulica na matriz energética brasileira é da ordem de 42%. O petróleo representa 30%. Cerca de 90% de toda a eletricidade produzida no país provém de hidroelétricas, ou seja, 37,8% de toda a energia brasileira provém da hidroeletricidade. O potencial hidroelétrico brasileiro é estimado em cerca de 260 gigawatts (GW), dos quais 40,5% estão localizados na Bacia Hidrográfica do Amazonas. Entre as demais bacias, destacam-se a do Paraná, com 23% desse potencial, a do Tocantins (10,6%) e a do São Francisco (10%). As bacias do Uruguai e do Atlântico Leste representam cerca de 5% cada uma e as demais (Atlântico Sudeste, Norte e Nordeste) somam juntas apenas 5% do referido potencial (ANEEL, 2002). Observe-se que apenas as bacias do Amazonas e do Tocantins representam mais de 50% de todo o potencial hidroelétrico nacional.

Tabela 1. Potencial, Utilização e Ociosidade de Geração de Hidroeletricidade no Brasil em GW (2002)

Bacia	Potencial (GW)	Utilizado (GW)	Ociosidade (GW)	Ociosidade (%)
Amazonas	106	0,60	105,4	99,4
Paraná	61	39,50	21,5	35,2
Tocantins	28	5,50	22,5	80,3
São Francisco	26	10,8	15,2	58,4
Uruguai	13	0,30	12,7	97,7
Atlântico Leste	13	2,40	10,6	81,5
Atlântico Sudeste, Norte e Nordeste	13	2,90	10,1	77,7
Total	260	62	198	76,1

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de ANEEL (2002).

Em janeiro de 2002, havia registro de 433 centrais hidroelétricas em operação no Brasil, perfazendo uma capacidade instalada de 62 GW (~24% do potencial). Do total, 337 eram empreendimentos de micro e pequenas centrais hidroelétricas (PCH), com potência igual ou inferior a 30 megawatts (Mw), gerando apenas 2,4% da capacidade instalada. Havia 73 hidroelétricas operando

entre 31 Mw e 999 Mw, gerando 26,2% da energia total. As 23 centrais hidroelétricas com capacidade de geração superior a 1.000 Mw correspondiam a 71,4% da capacidade instalada no país (ANEEL, 2002).

A bacia mais importante é a do Paraná, que fornece 63,76% de toda energia gerada no país (apenas a UHE Itaipu gera 25% de toda a energia elétrica). A bacia do São Francisco gera 17,31%, a do Tocantins gera 8,91%, a bacia do Atlântico Sudeste 4,15%, do Atlântico Leste 3,91%, do Amazonas 0,98%, do Atlântico Norte e Nordeste 0,5% e a bacia do Uruguai apenas 0,49%. As usinas hidroelétricas instaladas na região Amazônica participam com aproximadamente 10% da energia instalada no Brasil. Dos 198 GW ainda potencialmente utilizáveis, 128 GW (~65%) estão localizados nas Bacias dos rios Amazonas e Tocantins.

O Processo de Desenvolvimento e a Hidroelétrica como Fonte de Energia

A Revolução Industrial ocorrida no século XVIII e a expansão global do capital a partir do século XIX foram responsáveis pela mudança nos padrões tecno-produtivos e nas relações sociais. A disseminação da tecnologia necessitava de amplas fontes de energia, que não poderiam ser supridas pela força humana, animal ou da energia solar de curto prazo armazenado principalmente na madeira, que vigoravam até então no período chamado de eotécnica (HUGILL, 1993). Assim, as fontes inanimadas de energia foram decisivas para a consolidação de um novo padrão de produção da humanidade, que deslocou a produção agrícola como o setor econômico fundamental para a grande indústria (SZTOMPKA, 1998).

A velocidade e a amplitude do crescimento econômico, a concentração da produção em aglomerados urbanos e em grandes complexos industriais somados a mudanças na estrutura de classes, no domínio político, na cultura e na vida cotidiana são, segundo Piotr Sztompka, as principais mudanças que marcaram a transmutação de uma sociedade rural e arcaica a uma industrial moderna (SZTOMPKA, 1998).

A modernidade é vista como elemento-chave no processo de desenvolvimento de um espaço. No centro do desenvolvimento estaria a indústria como o motor que gera efeitos de encadeamento para frente e para trás. Para Guimarães, a modernidade seria a expansão do modelo industrial que transforma pessoas em consumidores, potencializado pela globalização, onde a economia de mercado é hegemônica e os capitais se orientam pelo ponto de otimização do rendimento, sem incluir os custos sociais e ecológicos. Há um claro processo de homogeneização de valores, práticas e costumes culturais emanadas da “sociedade ocidental industrial moderna” (GUIMARÃES, 1998).

Manuel Castells define um espaço moderno como aquele que participa do jogo do mercado, mesmo que de mãos dadas com algum Estado-nação, se inserindo em algum setor específico, acumulando capital. Regiões, nações ou setores que não estão “globalizados” são atrasados e anacrônicos (CASTELLS, 2000).

Como corolário do processo de modernização, o desenvolvimento representa as mudanças qualitativas que reorientam a economia e a sociedade em manejar os recursos naturais, onde a biodiversidade deve ser preservada e a lógica racional econômica deve transitar da utilização ótima dos recursos para a utilização racional possível. Do ponto de vista social, o homem passa a ser o motivo central do desenvolvimento e não o crescimento econômico (GUIMARÃES, 1998). Para Manuel Castells, o desenvolvimento seria o processo simultâneo de melhoria nos padrões de vida, à mudança estrutural do sistema produtivo e ao aumento da competitividade na economia global (CASTELLS, 2000).

Para ambos autores, a modernização de um espaço depende da estratégia de inserção no mercado global, que é o principal lócus de competição. Esta participação no mercado garante fluxos de capital que engendrarão uma mudança qualitativa nas estruturas internas do espaço, que reforçarão a participação no mercado global, com rebatimentos no padrão de vida da população. Uma atividade produtiva com elevado nível de competitividade poderia alavancar o desenvolvimento de toda uma região dado seu nível de relacionamento com a economia regional.

Porém, não há como trilhar o caminho do desenvolvimento sem garantir fontes energéticas abundantes e de baixo custo que permitam a elevação da produtividade e da competitividade sistêmica. Para tal, os esforços desta indústria da energia deveriam andar *pari passu* ao desenvolvimento das forças capitalistas no Brasil. Mas não se viu ações coordenadas antes da década de 1930, pois o crescimento anterior foi espontâneo e sem regulamentação específica.

A implantação da indústria da energia no Brasil coincide com o grande período de transição da economia brasileira (1880-1930), que consolida a região Sudeste como o centro capitalista dinâmico e transforma paulatinamente a estrutura da sociedade em agrário-exportadora em urbano-industrial [(CANO, 1983); (FRAGOSO, 1996)]. Os primórdios desta indústria energética são datados entre 1879 e 1899, período de surgimento de pequenas usinas termelétricas e hidrelétricas com ação local. A implantação da indústria ocorreu entre 1903 e 1927, quando aportaram no país capitais canadenses e norte-americanos operando grandes hidrelétricas e termelétricas. O período entre 1934 e 1945 é conhecido como regulamentação, que inclui a publicação do Código de Águas (1934), que possibilitou a criação de um monopólio natural no setor elétrico, absorvendo as empresas privadas (BEDIN, 2003), a criação do Conselho Nacional de Águas e Energia (CNAE), a regulamentação da situação das usinas termelétricas, a normatização do cálculo das tarifas e o início da criação de empresas estaduais e federais de energia elétrica (MACHADO & SOUZA, 2003).

O período entre 1952 e 1961 é chamado de expansão, pois surgem a ELETROBRÁS, o Ministério das Minas e Energia e a ampliação das empresas regionais (MACHADO & SOUZA, 2003), onde o capital público centralizou os esforços na busca da implantação de grandes fontes energéticas. Na década de 1950 as indústrias leves que havia crescido durante a II Guerra Mundial foram complementadas com o início da instalação do parque industrial automobilístico e da indústria de bens duráveis

Entre 1962 e 1973, a consolidação, os esforços foram localizados na integração e sistematização das ações de todos os atores envolvidos, com uma operação centralizada. Entre 1975 e 1986, o modelo energético brasileiro se sedimentou em uma operação centralizada onde o Estado comandou todas ações. A fase de privatização se iniciou a partir de 1988 e se estendeu até 1999, onde muitas empresas foram repassadas ao capital privado. Ao final da década de 1990, a regulação se tornou a principal atividade estatal, com a distinção entre geração, transmissão, distribuição e comercialização (MACHADO & SOUZA, 2003).

A consolidação da indústria da energia seguia a lógica traçada pelo planejamento do desenvolvimento no Brasil, onde a modernização e a industrialização dependiam da construção da infra-estrutura básica para as forças produtivas. Há uma clara instauração de modelos específicos de gestão do Governo Central visando a expansão das frações hegemônicas do capital, que via de regra, estava localizada na região Sudeste do Brasil (VAINER & ARAÚJO, 1992). Por isso, antes da década de 1970, a Amazônia estava alijada deste processo, pois sua economia interna era muito restrita e pouco dinâmica. Todas as obras e investimentos se concentravam na e para a região Sudeste. A Amazônia somente veio a ser considerada quando em 1975 a Companhia Vale do Rio Doce e a empresa japonesa C. ITHOL anunciaram a construção de uma fábrica de alumínio em Belém (MACHADO & SOUZA, 2003).

O Governo Militar (1964-1985), facilitado pela liquidez monetária internacional, visava criar um “Brasil Potência”, com diversos programas de desenvolvimento regional. Neste contexto, a Amazônia era vista como um “vazio demográfico” que deveria ser ocupada de forma planejada, com infra-estrutura e exploração das vantagens competitivas. A Amazônia havia passado por dois ciclos econômicos extrativistas (cacau e borracha), mas a partir da segunda metade da década de 1970 o foco se transferiu para a expansão e consolidação de uma base industrial ligada à exploração dos recursos naturais. Esta nova configuração industrial criaria as condições de inserção da Amazônia no mercado competitivo global e permitiria o desenvolvimento regional.

Os choques do petróleo (1974 e 1979) tencionaram fortemente a balança comercial brasileira devido a dependência do petróleo importado, principal insumo da matriz energética. O Governo redirecionou sua política estratégica sobre as fontes inanimadas de energia, surgindo o PROALCOOL, a energia nuclear e um maior incentivo para aproveitamento do potencial hidroelétrico. Os grandes empreendimentos para a Amazônia, como o Grande Projeto Carajás e as indústrias de redução de alumínio, no Pará e no Maranhão, com fortes ligações com o comércio internacional, foram considerados fatores estratégicos para a atração de divisas e para o movimento de encadeamento para frente e para trás – baseado no modelo Hirschman (HIRSCHMAN, 1961), buscando impulsionar o crescimento e o desenvolvimento das áreas adjacentes à grande indústria. Para consolidar o planejamento do desenvolvimento, o Governo Central deveria abastecer a região com grandes e confiáveis fluxos de energia inanimadas e renováveis, independentes dos fluxos naturais de curto prazo, inexistentes até então na Amazônia.

Impactos Econômicos, Ecológicos e Sociais das Hidroelétricas Amazônicas

Como corolário da estratégia de desenvolvimento adotada pelo Governo Central, foram construídas cinco usinas de hidroeletricidade na Amazônia brasileira. A primeira foi a UHE Coaracy Nunes em 1976, em Ferreira Gomes no Amapá, distante 150 Km de Macapá. A Segunda foi a UHE Curuá-Una em 1977, em Santarém no Pará. A terceira foi a UHE Tucuruí em 1985, distante 300 Km de Belém. A quarta UHE foi Balbina em 1987, em Presidente Figueiredo no Amazonas, distante 178 Km de Manaus. A UHE Samuel foi inaugurada em 1988, no município de Porto Velho, capital de Rondônia. Na Tabela 2 pode-se verificar que a UHE Tucuruí é a maior geradora de energia, sendo a segunda maior hidroelétrica brasileira e a quarta maior do mundo. A UHE Balbina é a 47ª maior usina brasileira, UHE Samuel a 51ª, UHE Coaracy Nunes a 78ª e a UHE Curuá-Una a 96ª.

Tabela 2. Grandes Usinas Hidroelétricas (UHE) na Amazônia Brasileira

Usina	Proprietário	Município - UF	Rio	Potência (Mw)
(2) Tucuruí	Eletronorte	Tucuruí - PA	Tocantins	3.960
(47) Balbina	Manaus Energia	Pres Figueiredo - AM	Uatumã	250
(51) Samuel	Eletronorte	Porto Velho - RO	Jamari	216
(78) Coaracy Nunes	Eletronorte	Ferreira Gomes - AP	Araguari	68
(96) Curuá-Una	Eletronorte	Santarém - PA	Curuá-Una	40
Total	-	-	-	4.534

Fonte: ANEEL, 2002.

Interessante saber que apenas a UHE Tucuruí está conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), gerenciado pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), uma sociedade civil de direito privado, sem fins lucrativos, que opera o SIN por delegação dos agentes, as empresas de geração, transmissão e distribuição de energia. Assim, a energia elétrica de Tucuruí pode ser exportada pelo Sistema Interligado Norte-Nordeste (MACHADO & SOUZA, 2003). A UHE Balbina está conectada apenas com a cidade de Manaus, fornecendo principalmente para a Zona Franca. A UHE Samuel fornece energia para Porto Velho e Rio Branco, em um sistema regional. A UHE Coaracy Nunes garante a energia elétrica para Macapá e para a ICOMI (Indústria e Comércio de Minérios) e a CFA (Companhia Ferro-Liga do Amapá), atividades minero-metalúrgicas naquele estado (BRITO, 1995). A UHE Curuá-Una tem uma participação bastante reduzida, estando ligada apenas à região de Santarém.

Na Tabela 3, pode-se verificar a área inundada pelo reservatório nas cinco usinas. Tucuruí e Balbina geraram o maior impacto e Coaracy Nunes o menor. Um indicador importante é conhecer a relação energia gerada por área alagada, conhecida como **densidade energética**. As represas planejadas tem, em média, 1 watt/m² de densidade energética. Note-se que apenas Tucuruí (1,62) e Coaracy Nunes (2,96) possuem densidades energéticas acima desta média. O resultado alcançado por

Balbina é pífio (0,11). Samuel (0,40) e Curuá-Una (0,51) também ficaram abaixo da média, o que representa um custo muito alto pelos resultados objetivos alcançados na geração de energia (FEARNSIDE, 2004a). Na média das cinco usinas, a densidade energética da Amazônia (0,83) é baixa.

O custo médio mundial por Mw instalado é de mil dólares. A UHE Balbina custou quatro vezes mais e o custo da UHE Samuel foi 3,8 vezes maior que a média. Nos dados oficiais, a UHE Tucuruí custou 675 dólares por Mw, mas estudos recentes indicam que o custo final poderia alcançar 2.700 dólares por Mw (USP/IEE apud BAHIA, 1996). Não há informações do custo das obras de Coaracy Nunes e Curuá-Una.

Tabela 3. Algumas Características das UHE Amazônicas

Usina	Famílias Atingidas	Custo (US\$ / Mw)	Área Alagada (Km ²)	Potência (Mw)	Densidade Energética (w/m ²)
Tucuruí	4.407	675	2.430	3.960	1,62
Balbina	61	4.000	2.360	250	0,11
Samuel	258	3.870	540	216	0,40
Coaracy Nunes	-	-	23	68	2,96
Curuá-Una	-	-	78	40	0,51
Total	-	-	5.431	4.534	0,83

Fonte: ANEEL, 2002; FEARNSIDE, 2004a;

Em relação à retirada da população residente nas áreas de alagamento, a represa da UHE Tucuruí inundou as terras de mais de quatro mil famílias. Alguns autores acreditam em quase trinta mil pessoas desalojadas de suas áreas de reprodução social. A UHE Samuel obrigou 258 famílias a se transferirem para outro assentamento e a UHE Balbina inundou a área de 61 famílias e de duas aldeias indígenas Waimiri-Atroari, com 105 indivíduos. Em Balbina, a ELETRONORTE diz “não ter tido grandes problemas na desapropriação, pois apenas uma pessoa tinha o título de proprietário” (ELETRONORTE, 1998). No período de construção das hidroelétricas de Coaracy Nunes e Curuá-Una não era obrigatório o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e a confecção do Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), que passaram a ser exigidos legalmente somente na década de 1980 (BRITO, 1995). Desta forma, estas duas obras que implantaram objetos novos no ambiente não foram alvo de estudo detalhado que, ao menos, descrevesse as populações e os ecossistemas direta e indiretamente afetados.

Como discutido, grandes fontes de energia inanimada são essenciais para a modernização e o desenvolvimento das estruturas produtivas. A energia gerada a partir de hidroelétricas é considerada limpa, de baixo custo e renovável. A partir da literatura disponível, discutir-se-á os principais impactos destas grandes obras na Amazônia para aceitar ou negar tais assertivas, com o objetivo de contribuir

para uma grande discussão que está posta: se as hidroelétricas são a fonte energética mais apropriada para o desenvolvimento da região amazônica.

O primeiro foco será nos impactos ecológicos. Aceita-se que o uso da energia elétrica nas modernas máquinas não gera resíduos, liberando apenas calor. Porém, não se pode observar apenas o momento do consumo e sim todo o sistema, incluindo a geração e a transmissão de energia. Quando a calha central do rio é fechada totalmente pela barragem, há uma mudança estrutural, onde as águas passam de um sistema corrente (lótico) a um de água parada (lêntico). Como geralmente uma parcela diminuta das áreas alagadas é desmatada, ficaram submersas no reservatório toneladas de matéria orgânica, que entram em decomposição no fundo da represa, liberando gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄). Além disso, águas lênticas favorecem o surgimento de macrófitas (plantas aquáticas) (FEARNSIDE, 2004a).

Em 1995, sete anos após sua inauguração, a represa de Samuel estava emitindo 1,13 milhão de toneladas de carbono pela decomposição de matéria orgânica acima da água (FEARNSIDE, 2004a). O metano (CH₄) é produzido quando a decomposição acontece no fundo do reservatório, com a matéria verde e macia, como macrófitas e a vegetação que surge nas áreas de deplecionamento. A área de deplecionamento em Samuel é extremamente grande, variando em 15 metros entre os níveis operacionais máximos na cheia e mínimos na seca (FEARNSIDE, 2004a).

Em Curuá-Una a área de deplecionamento varia seis metros. As grandes áreas de lamaçais expostas no período da seca possibilitam o crescimento de vegetação macia que, quando inundadas na cheia, sob condições anóxicas se tornam fábricas de metano. Este metano é liberado quando a pressão da água cai repentinamente no momento que a água emerge das turbinas. As emissões dos gases do efeito estufa em represas diminuem com o passar do tempo, mas mesmo assim ficam estabilizadas em níveis de impacto significativo. A represa de Curuá-Una emite 3,7 vezes mais que o combustível fóssil substituído. Além disso, o nível de concentração de nutrientes naquela represa é suficiente para sustentar a reprodução de macrófitas que emitirão metano por longo período (FEARNSIDE, 2004a).

No ano de 2000, Samuel emitiu 2,6 vezes mais carbono que uma termelétrica capaz de gerar a mesma energia a partir do petróleo (FEARNSIDE, 2004a). Tucuruí também emite 2,6 vezes mais que uma usina termelétrica capaz de gerar a mesma quantidade de energia (FEARNSIDE, 2004b).

Esta informação de que as usinas emitem carbono pela decomposição de matéria orgânica e macrófitas em suas represas desmistifica a idéia de que a energia hidroelétrica é limpa. Como dito, estas usinas estão liberando mais carbono para a atmosfera do que usinas termoelétricas, que poderiam gerar a mesma magnitude de energia. Como a condição de reprodução de macrófitas é excelente nas represas, não há nada que indique uma reversão do processo de emissão de gases do efeito estufa pelas represas amazônicas no longo prazo.

Outro problema relacionado as macrófitas é que a densidade populacional de culicídeos, vulgo mosquitos, pode aumentar. No caso específico de Tucuruí, foi relatada a expansão dos gêneros *Anopheles* e *Mansonia*, além de outros insetos, que utilizam as macrófitas, principalmente *Salvinia*, *Eichhornia* e *Pistia*, para se reproduzir. Estas plantas ocupam aproximadamente 30% da superfície da represa (MARIN, 1996). No período pré-enchimento de Tucuruí, o ápice da atividade de picar do gênero *Mansonia* era de 500 mosquitos por hora/homem. Em 1990, o ápice havia subido para 612 mosquitos hora/homem (+22%). O pesquisador acredita que este último valor de densidade está subestimado, em função da metodologia usada. Quanto mais próximo do lago, maior a densidade de mosquitos, mas a dispersão dos culicídeos alcança até 80 Km. A densidade elevada destes mosquitos podem disseminar doenças e ocasionar o aparecimento de epidemias ainda não existentes nestas áreas de modificação (TADEI, 1996). O gênero *Mansonia* não transmite a malária, mas pode ser vetor de vários tipos de arbovírus e a elefantíase, doença provocada por verme parasita (FEARNSIDE, s.d.).

Em Samuel se verificou uma explosão de mosquitos capazes de transmitir a malária, potencializando o problema que já era verificado na região de Rondônia (FEARNSIDE, 2004a). O reservatório da UHE Curuá-Una também está tomado de macrófitas, que cobrem 27% da área, propiciando o desenvolvimento de mosquitos e caramujos transmissores de esquistossomose, doença que era desconhecida na região de Santarém (MARIN, 1996).

Um dos problemas do aparecimento das macrófitas está relacionado à quantidade de sedimentos aluviais na água, que potencializam o desenvolvimento das plantas. Uma das fontes provém da carga sedimentária da Cordilheira dos Andes, principalmente no Peru (Solimões) e na Bolívia (Madeira) que formam os rios de “água branca”, como o Solimões, Amazonas, Madeira, Purus, Juruá e Japurá (GUTJAHR, 1996 *apud* COSTA & INHETVIN, 2005). Os sedimentos dos Andes representam ~84% do total de sedimentos da Bacia do Amazonas (GIBBS, 1967 *apud* STRASSER, 2002). Outra fonte são os desmatamentos que facilitam a lixiviação do solo e o transporte de sedimentos para dentro do leito dos rios. Na UHE Samuel a erosão dos solos à montante é muito intenso e resulta em perdas consideráveis de solo que se depositam no fundo da represa, devido a bacia ter sido ocupada por áreas de assentamento com base na agropecuária. A grande quantidade de erosão na bacia muito desmatada fornece grandes quantidades de nutrientes para sustentar o crescimento de macrófitas. A população de macrófitas explodiu nos primeiros anos após o enchimento da represa de Samuel, em seguida reduziram sua população, mas se estabilizaram em um número considerável. Como dito, estas plantas são uma fonte ininterrupta de carbono facilmente decomposto e emitido na forma de metano, além de contribuírem para a explosão de vetores da malária e esquistossomose (FEARNSIDE, 2004a).

O problema do depósito de resíduos na represa supera a fonte de energia e matéria para as macrófitas. Também conhecido como *runoff*, estes sedimentos reduzem a profundidade dos reservatórios, diminuindo assim a capacidade de retenção da água, o mineral que se transforma em insumo para captação de energia cinética. Quanto maior o *runoff*, maior o depósito de matéria na represa e, portanto, menor capacidade de geração da mercadoria das usinas, a energia elétrica. Para

reduzir o problema, tornam-se necessárias obras de dragagem deste material do fundo da represa e estima-se que ao nível mundial os custos com o *runoff* chegam a 6 bilhões de dólares. Nas usinas amazônicas o problema de assoreamento ainda é irrelevante, mas pode ser potencializado com o avanço do desmatamento à montante das represas (PONTE, 2005).

Estes sedimentos que viajam desde os Andes até a foz do rio Amazonas são o grande mecanismo de manutenção da elevada produtividade da agropecuária da várzea amazônica. Os rios de “água branca” inundam grandes áreas no período da enchente, entre os meses de janeiro e julho e, quando retornam ao seu leito no período da vazante, entre julho e dezembro, deixam no solo das várzeas, através do processo da colmatagem, uma enorme quantidade de sedimentos que fertilizam naturalmente as terras (LIMA *et al*, 2001). Quando há interrupção deste fluxo, os sedimentos em suspensão se depositam no fundo da represa e além de reduzirem a profundidade do lago servem como substrato para as macrófitas.

O Rio Tocantins, principal acidente geográfico da microrregião de Cametá, provém do Planalto Central e é caracterizado como de água cristalina. Porém, os rios que descem o planalto sempre recebem sedimentos derivados da erosão laminar que arrasta partículas sólidas para as bacias hidrográficas. Assim, o Tocantins carrega uma parcela de sedimentos importante, principalmente após grandes acidentes geográficos que geram abrasão das águas com as bordaduras dos rios, carregando uma magnitude de partículas para dentro dos leitos. Próximo à sua foz, as águas do rio Tocantins são barrentas até 50 quilômetros antes de sua confluência com o rio Pará, carregava consigo uma média de 200 mg de sedimento por litro de água antes da construção da barragem de Tucuruí [(LIMA & TOURINHO, 1996); (LIMA *et al*, 2000)].

Na jusante da Barragem de Tucuruí, no rio Tocantins, verificou-se que as lavouras cacaueiras declinaram logo após o fechamento da vertente e a redução do impacto das enchentes. Ocorre que apesar de evitar danos materiais e humanos atenuando as grandes inundações, a barragem impediu a fertilização bioquímica natural da várzea do Tocantins, a colmatagem, pela deposição no período da cheia de biomassa de fitoplânctons e zooplânctons, fenômeno conhecido como *lançante* pelos caboclos. Provavelmente toda a agricultura de várzea próxima da calha central do rio foi afetada pela queda de produtividade, pois se verifica um lento crescimento das espécies vegetais, devido a sintomas diversos de carência de macro e micro nutrientes minerais indispensáveis para o crescimento vegetal (COSTA, 2005).

Em recente trabalho sobre a economia de várzea na Amazônia, Costa e Inhetvin destacam o pífio desenvolvimento da microrregião de Cametá no Baixo Tocantins, que possui a cidade de Abaetetuba como pólo de atração. Nesta região, no período entre 1995 e 2003, a economia agropecuária retrocedeu a uma média de 2,2% ao ano, com revés nas culturas hortigranjeiras, permanentes, temporárias, extrativismo de aniquilamento e coleta, além da pecuária de leite, suínos e aves. As demais regiões estudadas apresentaram crescimento de suas economias agropecuárias: Baixo

Amazonas (+3,7%), Médio Amazonas (+1,6%) e Alto Solimões (+9,1%) no mesmo período (COSTA & INHETVIN, 2005).

Por outro lado, os rios de águas pretas (rio Negro, por exemplo) são naturalmente ácidos, com um pH entre 3,8 e 4,9. Esta característica resulta da composição química da geologia de suas bacias aluviais, formadas por terras arenosas e pobres em minerais. Os rios de águas escuras possuem baixa quantidade de sedimentos. Já os rios de água clara (Tapajós, Xingu) variam muito na quantidade de sedimentos, mas em geral são ácidos e com pouca matéria em suspensão. Assim, enquanto o rio Madeira, classificado como, água branca, transporta em média 200 mg de sedimento por litro, o rio Negro transporta 5 mg de sedimento por litro (STRASSER, 2002).

Como corolário destas características, uma represa construída em um rio de água branca irá interromper o fluxo de uma massa enorme de sedimentos que, por um lado, não mais fertilizará as várzeas pelo processo de colmatagem, à jusante da usina. Por outro, à montante, irá concentrar enormes quantidades de sedimentos no fundo da represa, gerando custos pela retirada do *runoff* e criando condições de desenvolvimento de macrófitas no lago artificial.

A barragem construída em um rio de água preta ou clara não gera o problema do *runoff* e da interrupção do processo de colmatagem, simplesmente porque não há sedimentos. O problema gerado é de outra envergadura. Como as águas claras são ácidas, como os afluentes do rio Curuá-Una, elas provocam uma forte corrosão das turbinas, elevando consideravelmente o custo de manutenção (MARIN, 1996). Na UHE Balbina, o baixo desmatamento (2%) da área represada combinada com a acidez natural da água tem agravado os problemas de corrosão das turbinas (MARIN, 1996). Ou seja, qualquer que seja a característica das águas, algum tipo de gerenciamento de óbices deverá ser implantado.

Os problemas ecológicos não se restringem aos gases do efeito estufa, macrófitas e *runoff*. Na UHE Curuá-Una, as concentrações de oxigênio na água são muito baixas, principalmente no período de seca, com formação de gás sulfídrico nas camadas inferiores da represa. Observa-se uma alta mortalidade de peixes em pontos isolados e um aumento considerável de peixes predadores, principalmente as piranhas (MARIN, 1996). Em Tucuruí, a água sem oxigênio proveniente das turbinas não se mistura ao fluxo do vertedouro antes de 60 quilômetros, deixando a água do rio muito pobre em O₂ (FEARNSIDE, s.d.).

Para o ecossistema à jusante da barragem de Samuel, a queda do teor de oxigênio na água representou a mudança com maior efeito, pois a qualidade da água é extremamente baixa, inclusive com aparecimento de gás sulfídrico, impactando as diversas populações faunísticas [(RIBEIRO, 1996); (FEARNSIDE, 2004a)]. O lençol freático também pode ser afetado, onde as áreas próximas do reservatório se tornam lamaçais e com saturação hídrica, ocorrendo estresse nas espécies vegetais (FEARNSIDE, 2004a).

O fechamento da barragem provoca uma redução drástica da fonte de alimentos das espécies piscívoras, com a alta mortalidade de peixes pela diminuição do nível de oxigênio na água e o aumento dos níveis de gás sulfídrico, como relatado em Tucuruí em 1984 e em Balbina em 1987 [(FEARNSIDE, 1990 *apud* COLARES, 1996); (SANTOS & MÉRONA, 1996)]. Além disso, a impossibilidade da desova dos peixes migratórios faz com que a população dessas espécies se reduza ou desapareça, comprometendo o habitat de várias espécies que se relacionavam com a espécie extinta ecologicamente. Muitos lagos à jusante da barragem reduzem seu volume ou mesmo desaparecem, destruindo locais de reprodução de peixes e habitat de espécies lacustres (COLARES, 1996).

Para Philip Fearnside, a conversão de um sistema de água corrente para um de água parada envolve, em geral, perda de espécies de peixes e outros organismos e elevação relativa de outros organismos, pois há uma mudança estrutural no ambiente (FEARNSIDE, 2004a). Assim, no reservatório, verifica-se uma extinção de animais bentônicos de águas lólicas, pois ficam vulneráveis à predação e os predadores se multiplicam de forma exponencial, como as piranhas, os tucunarés e alguns omnívoros (SANTOS & MÉNORA, 1996). Portanto, mudanças estruturais ocorrem tanto à montante quanto à jusante, com desestruturação de habitats e estratégias de reprodução de espécies.

A construção de barragens promove a separação de animais em pequenos grupos e esta segregação induzida pela ação antrópica diminui a variabilidade genética e aumenta a probabilidade de uma redução destas populações (COLARES, 1996). Assim, as barragens são obstáculos intransponíveis que afetam diretamente as estratégias de recombinação gênica fundamentais no processo de seleção natural e da garantia da esperança de sustentabilidade apoiada na complexidade e diversidade.

Uma alternativa de reduzir este impacto seria a construção de eclusas. Em Tucuruí, elas estão estimadas em 400 milhões de dólares. Esta obra amorteceria o problema de trafegabilidade e parcialmente o problema da piracema no rio Tocantins. Como a obra custou 11 bilhões de dólares, as eclusas representariam 3,6% do custo total. Para Bahia, as indústrias ALBRAS, ALUNORTE e ALUMAR (formada pelas empresas ALCOA, ALCAN, BHPBILLITON e ABALCO) deveriam se responsabilizar pela construção das eclusas, pois consomem juntas próximo de 60% da energia de Tucuruí. (BAHIA, 1996). A ELETRONORTE justifica a sua negligência na construção das eclusas pela situação econômico-financeira debilitada, com um alto endividamento em função de sucessivos exercícios financeiros com prejuízo líquido (BEDIN, 2004).

Esta segregação de populações e sua incapacidade de superar a barragem no período de reprodução, refletem-se na redução da riqueza e diversidade faunística. As espécies de peixes capturadas à jusante da UHE Tucuruí reduziram-se de 141 para 132 em um horizonte de vinte anos (1980-2000). A produção pesqueira foi de 1.188 toneladas em 1980 e de apenas 700 toneladas em 2001 na região de Cametá, confirmando a perda de biodiversidade (COSTA, 2005). Outro indicador é o consumo *per capita* de peixe, que era de 49 quilos em 1984 e se reduziu para 20 quilos por ano em 1986 nos 500 quilômetros abaixo da barragem (MERONA, 1985 *apud* FEARNSIDE, s.d.). A lontra, a

ariranha e o peixe-boi são mamíferos aquáticos e que também já apresentam redução de diversidade, estando inclusive em perigo de extinção em toda a região (COLARES, 1996). Esta perda de variabilidade genética é incalculável e, mesmo que as nove espécies que não foram observadas na segunda pesquisa em Cametá ainda tenham indivíduos remanescentes, a espécie pode ser considerada como extinta ecologicamente (REDFORD, 1997). A magnitude do problema fica mais evidente quando se constata que o pescado tem se tornado um produto cada vez mais importante entre os ribeirinhos do rio Tocantins. Entre 1995 e 2003, a dependência do pescado nesta região se elevou de 5,2% para 7,3% da produção agropecuária total. Este fato suscita questionamentos sobre o futuro alimentar de milhares de famílias que, a cada dia, se obrigam a elevar o esforço na captura do peixe em um ambiente de depleção dos estoques pesqueiros e elevação da pressão antrópica (COSTA, 2005).

Como corolário da redução da biodiversidade, os pescadores do Baixo Tocantins estão migrando para o Baixo Amazonas e para a represa de Tucuruí, ficando até três meses longe de suas famílias. Nos rios e igarapés da região muitas vezes não é possível capturar uma quantidade mínima de pescado capaz de garantir a segurança alimentar da família (COSTA, 2005). Além disso, possíveis tensões nos novos espaços de pesca podem ocorrer, tanto com os pescadores locais como sobre as populações de peixes, transferindo o problema para outras áreas.

Por fim, como a energia gerada na Amazônia tem seu destino muito longe da origem, as linhas de transmissão são obras essenciais e complementares às usinas hidroelétricas. As áreas de servidão das Linhas de Transmissão da ELETRONORTE ocupam 9.943 quilômetros de comprimento por cem metros de largura (ELETRONORTE, 2004), ou 994 Km², que representa mais do que a soma das áreas alagadas das UHE Samuel, Coaracy Nunes e Curuá-Una (641 Km²). Sua manutenção exige, além de reparos técnicos nas linhas de alta tensão, que a área abaixo destas linhas estejam “estéreis”, limpas de vegetação, pois no período de seca a matéria orgânica pode servir de combustível para o fogo e, quando ocorre um incêndio abaixo da Linha de Transmissão, o fornecimento pode ser interrompido. Para evitar as rebrotas da “juquirá”, a ELETRONORTE utiliza agroquímicos diversos, inclusive o famoso “agente laranja” ou “pó da china” (PINHEIROS, 1989 *apud* COSTA, 2003). Há relatos de mortes de animais, vegetais, poluição de poços, riachos e igarapés. Muitas pessoas foram contaminadas, com casos de aborto, cefaléia, vômitos, vertigens, eritema ocular, torpor seguido de hematúria, oligúria e anúria, febre, icterícia, tremor e casos de morte (COUTO, 1983 *apud* BECKER et al, 1996). O uso de agroquímicos pode contaminar diferentes compartimentos do ambiente devido à sua distribuição através da água e da atmosfera, depositando-se no solo, nas águas superficiais, subterrâneas, de sub-superfície, pluviais e de sub-bacias. Estas áreas podem ser consideradas perdidas para a agropecuária.

Os principais impactos ecológicos podem ser aqui resumidos: *i*) redução dos níveis de oxigênio na água; *ii*) geração de gás sulfídrico; *iii*) alta mortalidade de peixes à jusante e à montante; *iv*) mudanças estruturais nos habitats à montante e à jusante; *v*) crescimento acelerado de macrófitas; *vi*) decomposição de matéria orgânica emitindo gás carbônico e metano; *vii*) proliferação de vetores de

doenças; *viii*) *runoff*; *ix*) extinção ecológica de espécies animais; *x*) perda de biodiversidade intra e inter espécies; *xi*) perda de fertilidade dos solos à jusante e *xii*) contaminação ambiental por agroquímicos.

Muitas outras relações ainda podem existir e que não foram aqui relatadas, mas admite-se que estes impactos decorrentes da mudança estrutural do fluxo normal dos rios representam grandes ameaças à população residente na área alterada. Assim, não se pode afirmar que a energia elétrica é limpa apenas por não emitir gás carbônico no momento do consumo. Além de emitir mais gases do efeito estufa que as termoelétricas, estas grandes obras alteram a dinâmica ecológica em suas bacias hidrográficas, que podem comprometer a estratégia de reprodução social das populações humanas e a reprodução biológica das espécies animais e vegetais.

Os impactos deletérios de longo prazo das usinas podem ser muito superiores aos benefícios de curto prazo, geralmente apenas mensurados do ponto de vista econômico. Porém, o homem não está separado da natureza e suas ações podem gerar novas situações que nem mesmo a resiliência, pautada principalmente na tecnologia, poderá superar. Um questionamento ausente na discussão sobre os impactos de grandes barragens é a visão de muito longo prazo, talvez dois ou três séculos. Quais são os planos de contingência caso as condições ambientais mudem e seja necessário que a bacia hidrográfica retorne à sua configuração antes da construção da barragem? Admitindo que problemas técnicos endógenos ou ambientais exógenos imponham uma atitude de reversão de ações, como retirar toneladas de concreto e aço e liberar milhões de toneladas de água de volta à calha do rio? Estas não são questões contemporâneas, pois admite-se que a tecnologia domina a natureza. Mas, em uma visão secular ou mesmo milenar, quais seriam os impactos de um desastre a partir do rompimento de uma grande barragem? Este texto não tem o objetivo de discutir conjecturas, mas talvez os pesquisadores, técnicos e burocratas envolvidos com a questão possam ao menos incluir em suas agendas possíveis planos de contingência desta magnitude.

Discutida as questões de cunho ecológico, passa-se agora a abordar questões econômicas. O estado do Pará é o grande produtor (67%) e consumidor (68%) de energia elétrica na região Norte. Apenas o estado de Tocantins é importador líquido de energia. Note-se na Tabela 4 que quase 60% da energia total gerada não é consumida regionalmente, sendo exportada em grandes blocos de energia quando há ligação com as linhas de transmissão.

Tabela 4. Oferta e Demanda de Energia Elétrica na Região Norte (Gw/h) – 2002

Estado	Geração de Hidroeletricidade	Geração de Termoeletricidade	Geração Total	Demanda Total de Energia Elétrica	Saldo
Pará	22.316	473	22.789	9.858	12.931

Amazonas	2.750	2.830	5.580	2.367	3.213
Rondônia	1.588	983	2.571	887	1.684
Acre	439	755	1.194	277	917
Roraima	368	427	795	215	580
Amapá	321	426	747	333	414
Tocantins	285	6	291	470	(179)
Total	28.067	5.900	33.967	14.407	19.560

Fonte: BEDIN, 2004.

Energia para quem? Para que? Interessante analisar o caso da UHE Tucuruí. Aproximadamente 50% da energia gerada nesta hidroelétrica está comprometida com a indústria eletro-intensivo instaladas nos municípios de Barcarena (ALBRAS e ALUNORTE) no Pará e São Luís (ALUMAR) no Maranhão. Demais 25% (CHESF + CEMAR) são exportadas para outros estados, 5% são perdidos e apenas 15% são destinados ao consumo interno do Pará. Assim, a segmentação de Tucuruí reflete a mesma estrutura da região como um todo, onde apenas 40% (24% da ALBRAS + 14,5% da CELPA + 2% ALUNORTE e CVRD) da energia gerada é consumida dentro das fronteiras paraenses.

Tabela 5. Demanda de Energia Produzida na UHE Tucuruí – 1995

Destino	Percentual
ALUMAR	25,52
ALBRÁS	23,88
CHESF	16,00
CELPA	14,61
CEMAR	9,46
CCM	1,51
ALUNORTE	1,41
CELG / CELTINS	1,10
CVRD	0,93
ELETRONORTE	0,24
PERDAS	5,18

Fonte: BEDIN, 2004.

Tabela 6. Tarifas Praticadas às Indústrias de Redução de Alumínio (US\$ / Mwh)

Nível de Tarifas Praticadas	Faixa 1 Tarifa Baixa	Faixa 2 Tarifa Média	Faixa 3 Tarifa Alta	Faixa 4 Tarifa Muito Alta
Tarifas	US\$ 11-20	US\$ 21-30	US\$ 31-40	+ US\$ 40

Fonte: GONÇALVES & SUSLICK, 1997 *apud* BEDIN, 2004.

Na Tabela 6 verificam-se as tarifas cobradas das indústrias minero-metalúrgicas de redução de alumínio praticadas a nível mundial. O contrato de fornecimento de energia da ELETRONORTE para a ALBRAS-ALUNORTE, que vigorou entre 1984 e outubro de 2004 estabeleceu uma tarifa de US\$ 11,00 por Mwh, ou seja, dentro da faixa de tarifa baixa. A empresa calcula que o custo máximo seria

de US\$25,00 e que qualquer valor acima deste nível inviabilizaria o empreendimento. O contrato foi reajustado em outubro de 2004 até o ano de **2024** (+ 20 anos) com uma nova tarifa de US\$ 18,00, apenas US\$ 7,00 de reajuste em duas décadas. Mesmo assim, a ELETRONORTE continua subsidiando a indústria eletro-intensivo na faixa de tarifa baixa, pois o Governo Federal acredita na importância desta indústria para o desenvolvimento regional. Por sua vez, a ALUMAR firmou contrato com a ELETRONORTE a uma tarifa de US\$ 22,00 por Mwh, no limite inferior da faixa média de tarifas deste setor (BEDIN, 2004). Contudo, considerando que o custo médio de geração e transmissão de cada Mwh pela ELETRONORTE está em US\$ 41,00, observa-se um nítido descompasso na política de desenvolvimento, que privilegia apenas o grande capital internacional e não a população e o capital regional. Além disso, todos os custos da construção de Tucuruí, do porto em Barcarena, da malha viária e dos projetos de urbanização ficaram sob responsabilidade do governo brasileiro, não cabendo qualquer contrapartida do consórcio ALBRAS-ALUNORTE e ALUMAR (BERMANN, 1996).

O discurso desenvolvimentista fica frágil quando se constata as tarifas praticadas para a população. Até mesmo os consumidores de baixa renda, que consome até 30 Kw por mês, apesar de subsidiados, estão sujeitos a uma tarifa muito superior àquelas praticadas às indústrias eletro-intensivas (US\$ 34,35 contra US\$ 18,00). As famílias que consomem acima de 30 Kw por mês já pagam um valor acima do custo médio de 41 dólares por Mw. Assim, percebe-se que por um lado a sociedade está sendo penalizada por subsidiar a energia fornecida para as empresas eletro-intensivas e por outro lado consome apenas 15% do total gerado, pois 50% da energia está comprometida com as empresas de alumínio. O retorno destas empresas para a sociedade paraense é extremamente baixo. A ALBRAS, por exemplo, empregava no ano de 1999 apenas 1.340 funcionários, 0,46% do pessoal ocupado nas indústrias de transformação da região Norte do Brasil (BEDIN, 1996). A ALUNORTE empregava pouco mais de 750 funcionários na década de 1990 (FEARNSIDE, s.d.)

Tabela 7. Tarifas da CELPA para o setor residencial, sem impostos

Classe de Consumo Mensal	US\$ / Mwh
Até 30 Kwh	34,35
De 31 a 100 Kwh	58,89

De 101 a 140 Kwh	88,34
Acima de 140 Kwh	98,15

Fonte: ANEEL apud SILVA, 2003.

Contudo, não se pode negar o impacto da oferta de energia sobre a infra-estrutura e a economia regional. Sandro Bedin estimou, via Matriz Insumo-Produto os efeitos da expansão de atividades em função direta da oferta de energia. As comunicações, serviços financeiros, alojamento e alimentação, aluguéis e administração pública responderam fortemente com um maior nível de produção, com impactos sobre emprego e renda. Porém, a produção e o emprego estão fortemente concentrados e a estrutura de fornecimento energético é insustentável do ponto de vista econômico, pois a maior parcela da energia vendida não é remunerada a contento, com reflexo na evolução da dívida da ELETRONORTE verificada na década de 1990 (BEDIN, 2004).

Ou seja, a recente expansão da economia amazônica está relacionada à oferta de energia elétrica, isto é fato. Mas, a energia tem destino certo nas indústrias de alumínio que recebem exagerados auxílios do Governo Federal. A socialização dos custos dos subsídios com a sociedade ocorre de duas formas: *i*) cobrança de tarifas elevadas na classe de consumo acima de 140 Kw, que concentra a maior demanda agregada; e *ii*) endividamento da ELETRONORTE, com impactos diretos na dívida pública. Desta forma os capitais internacionais estão totalmente amparados para explorar os recursos naturais, pois o seu principal insumo, a energia elétrica, possui um dos mais baixos custos do mundo.

Percebe-se na Tabela 8 os recorrentes prejuízos nos exercícios financeiros da ELETRONORTE. O ano de 2001 foi atípico, com um prejuízo de apenas R\$ 58 milhões, em função do racionamento de energia imposto à sociedade brasileira. O passivo circulante e o exigível a longo prazo cresceram a uma taxa de 17% ao ano, passando de R\$ 5,09 bilhões em 2000 para R\$ 9,51 bilhões em 2004. Exatamente aqui pode-se inferir a magnitude da socialização dos custos que o setor mineiro-metalúrgico vem impondo à sociedade. No exercício de 2004, a ALBRAS obteve lucro líquido de R\$ 439 milhões, a ALUNORTE R\$ 417 milhões e a ALUMAR R\$ 716 milhões (IPIB, 2005). O prejuízo da ELETRONORTE foi de R\$1,05 bilhão. Ou seja, os lucros destas três empresas (R\$ 1,57 bilhão) representaram 149% do prejuízo da estatal e 74% da elevação do passivo da ELETRONORTE (R\$ 2,1 bilhões) somente no ano de 2004. Há uma clara transferência de renda líquida da sociedade para os capitais pela intermediação da ELETRONORTE, gerando um enorme passivo financeiro que no futuro deverá ser quitado pelo conjunto da sociedade. Considerando todos os estados da Amazônia Legal, 18,5 milhões de habitantes, tem-se que a *dívida per capita* da ELETRONORTE é de aproximadamente R\$ 614,00 por amazônida.

Tabela 8. Evolução do Prejuízo e do Passivo da ELETRONORTE – 2000-2004

Exercício Financeiro	Prejuízo Líquido Anual (Mil R\$)	Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo (Mil R\$)
-----------------------------	---	--

2000	520.290	5.096.742
2001	58.703	5.816.052
2002	571.320	6.641.795
2003	292.903	7.389.059
2004	1.055.434	9.515.193

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ELETRONORTE 2001, 2002, 2003 e 2004.

Para Costa, esta exportação de energia elétrica da Amazônia, tanto para o espaço mais dinâmico da economia brasileira quanto para o exterior embutida nas barras de alumínio, estaria se configurando em um *terceiro ciclo de exploração* dos recursos naturais, am alusão ao ciclo das drogas do sertão e da borracha (COSTA, 2003). Para Valença, Tucuruí representa “forças de sucção” dos recursos, ao invés da esperada irradiação do desenvolvimento pelo espaço regional (VALENÇA, 1991 apud BECKER et al, 1996). O problema é que se criam condições excepcionais de valorização e acumulação de capital a partir de estruturas perversas que excluem milhares de pessoas do processo de desenvolvimento, criando condições de alienação que sustenta justamente aquelas estruturas de exploração como o paradigma de modernização e progresso.

O que deve ficar claro é que a construção das grandes hidroelétricas são formas específicas de apropriação dos recursos e a sua concentração em grupos específicos. Não é a região que acolhe os grandes projetos, é o grande projeto que define a nova regionalização (VAINER & ARAÚJO, 1992). A energia gerada na Amazônia não tem o objetivo de desenvolver a região, mas sim garantir a reprodução ampliada do capital privado a custo de capital público e de endividamento social. Não é possível o desenvolvimento regional porque a lógica da implantação do projeto é exógena à região, não possui lastro interno. A base de reprodução material da região não era, e ainda não é, intensiva em energia e qualquer alteração no sentido de se criar novas práticas tecno-produtivas são ações de mudança estruturais que reforçam a lógica do capital que é excludente por natureza. A inserção da região no mercado global, com adoção de novas tecnologias para processamento dos recursos naturais não garante o desenvolvimento regional e a elevação do padrão de vida da população amazônica.

Para se confirmar que as grandes obras de energia na Amazônia não foram construídas para o desenvolvimento sócio-econômico-ecológico da maioria da população, basta verificar o censo de 1996, onde das 206.404 propriedades rurais existentes no Pará, somente 3.828 tinham acesso à energia elétrica fornecida pela concessionária CELPA, ou seja, um percentual de apenas 1,85% (IBGE 2002 apud SILVA, 2003).

Na Amazônia há ainda grandes áreas de floresta densa, as bacias hidrográficas são constituídas por rios largos e caudalosos e seu potencial hidroelétrico localiza-se distante dos centros de consumo. Estes fatores dificultam o acesso da energia para mais de 2 milhões de habitantes paraenses (SILVA, 2003). Na Amazônia como um todo, ainda persistiam, em 1996, 3,4 milhões de habitantes vivendo nos Sistemas Isolados (SI), fora do alcance da energia produzida em Tucuruí, Balbina e Samuel. O atendimento prioriza apenas os grandes centros urbanos como Manaus, Belém e demais capitais

estaduais. Estes excluídos permanecem à margem da “modernidade”, convivendo com um sistema de racionamento com funcionamento entre 8 e 12 horas diárias (BAHIA, 1996).

Após diversas reivindicações da sociedade, a ELETRONORTE e a CELPA implantaram linhas de transmissão para atender localidades que operavam com sistemas isolados. As cidades de no eixo da rodovia Transamazônica, Rurópolis, Altamira, Itaituba, além de Santarém foram integradas à energia provinda de Tucuruí pela Linha Tramoeste. As cidades do Baixo Tocantins foram interligadas pela Linha de Transmissão Tucuruí-Cametá (LA ROVERE & MENDES, 2000). As obras foram iniciadas em 1997 e envolveram valores próximos de R\$ 250 milhões, sendo que a ELETRONORTE investiu R\$ 210 milhões e a CELPA R\$ 40 milhões.

Contudo, as concessionárias possuem uma lógica de acumulação de capital e não de desenvolvimento sócio-econômico-ecológico. Como muitas comunidades e pequenas cidades não representam uma demanda considerável, os custos de construir linhas de transmissão não têm o fito de gerar novas atividades tecno-produtivas e garantir a inserção global destes espaços locais. Por trás do véu do desenvolvimento regional está a garantia de uma via segura de exportação de futuras gerações de energia dos rios amazônicos. Voltar-se-á a este ponto em breve.

As questões econômicas muitas vezes são priorizadas em detrimento da sociedade e do meio ambiente. E no jogo econômico, os grandes capitais possuem maior peso competitivo. O fato da segregação das fontes energéticas com a população local reflete a capacidade de jogar do capital que se apropria dos recursos naturais para ampliar sua acumulação. A primeira apropriação é do mineral água, a partir da garantia do fornecimento de energia cinética transformada em elétrica nas grandes usinas. Mas não apenas a quantidade de insumo está em pauta, pois a sociedade está sendo obrigada desde 1985 a subsidiar o fornecimento às indústrias minero-metalúrgicas a preços muito abaixo do custo. Este subsídio tem dois caminhos, o primeiro a sociedade está sujeita e tarifas muito superiores aos custos médios de geração e transmissão. O segundo caminho é o endividamento público da ELETRONORTE, que na verdade é um passivo a ser assumido pela sociedade, seja pagando juros no presente seja arcando com a conta total no futuro.

Assim, o modelo de desenvolvimento econômico é excludente, pois apenas dois consórcios de empresas de minério absorvem 35% de toda a energia gerada na região Norte, com fracos relacionamentos com a economia e a sociedade regionais, o enclave. O desenvolvimento a partir de pólos não se concretizou e milhares de brasileiros estão alijados do processo produtivo e social. Não bastou o endividamento público para fornecer a infra-estrutura para o capital, os custos continuam sendo divididos com a sociedade e os lucros garantidos dentro de uma caixa preta. O modelo adotado é perverso e injusto, porque garante excepcionais condições de acumulação para o capital e ao mesmo tempo apresenta baixas condições de vida para a população da região, verificadas nos índices de desenvolvimento humano, onde o IDH de todos os estados do Norte do Brasil estão abaixo da média nacional (PNUD, 2005).

A construção das hidroelétricas teve fortes impactos sobre a sociedade, principalmente porque o padrão de desenvolvimento capitalista se deu de forma autoritária, sem a participação das comunidades diretamente atingidas, apenas em prol dos interesses do capital (COSTA, 2005). Uma vez definida a área exata da construção da barragem e de alagamento, as comunidades estabelecidas dentro do perímetro da futura represa deveriam ser retiradas e assentadas em outro local, ou seja, deveria ocorrer a *limpeza do terreno* (VAINER & ARAÚJO, 1992). Não importava o número de pessoas atingidas, pois o desenvolvimento nacional nas áreas dinâmicas e com milhões de habitantes garantiam o pano de fundo ideológico que impulsionava as desapropriações. Isto ocorre porque a Amazônia é vista como um sistema-objeto, onde seus cenários são construídos a partir da combinação de variáveis exógenas à região, mediados por atores também exógenos com interesse sobre a região (MACHADO & SOUZA, 2003)

De forma geral, nas regiões de implantação de UHE verifica-se uma desestruturação das atividades produtivas, o crescimento desordenado da população, desemprego, favelização, marginalização social e degradação ambiental (VAINER & ARAÚJO, 1992).

Na região de Tucuruí, indígenas e caboclos diferiam na sua organização social, mas sua cultura se caracterizava pela relação com a natureza, alimentada por crenças, mitos, lendas, sabedoria dos anciãos, relações de parentesco e de etnia, de convivência em um local comum na aldeia ou no povoado (HÉBETTE, 1996). Pode-se dizer que houve uma negação dessas populações por parte do Estado e das empresas participantes do processo, enquanto uma pré-concepção da Amazônia como um vazio social e histórico (MAGALHÃES, 1991 *apud* HÉBETTE, 1996). Pode-se dizer ainda que não se tratava de inserir nada na vida destas pessoas, mas apenas tirar-lhes o essencial para sua sobrevivência, não reconhecendo seus direitos humanos (MARTINS, 1991 *apud* HÉBETTE, 1996). A construção da UHE Tucuruí veio a transformar a vida de quase 30 mil pessoas, que não tinham mais direitos sobre suas terras, matas e rios, em prol do desenvolvimento da nação. Expulsas de suas terras, estas pessoas perderam muito mais do que posses materiais, perderam sua cultura, sua dignidade, sua existência e sua lógica de reprodução social.

Após um ano da formação da represa de Tucuruí, mais de 1.500 famílias ainda permaneciam desabrigadas, pois o processo de indenização contemplou apenas as famílias detentoras de títulos de propriedade, em detrimento daquelas apenas posseiras, que representavam 2/3 do total (BERMANN, 1996). Das três áreas indígenas que a represa de Tucuruí submergiu, os Parakanã foram os mais prejudicados, pois 36% da área total inundada estava em seu território e toda sua população foi transferida [(MARIN, 1996); (FERANSIDE, s.d.)]. Parte territorial das tribos Pucurui e Montanha foram submersas. As áreas indígenas Mãe Maria, Trocara, Krikati e Cana Brava foram impactadas pelas linhas de transmissão (FEARNISIDE, s.d.). No Amazonas, a represa de Balbina alagou 311 Km² de terras de ocupação imemorial dos Waimiri-Atroari (SANTOS, 1996).

Na maioria dos casos, não houve nenhum tipo de assistência pela ELETRONORTE à população deslocada, a não ser a indenização monetária em espécie. Esta atitude da empresa estatal

tinha o objetivo de recompensar as famílias pelos transtornos, mas este compromisso se extinguiu no momento do pagamento em moeda. Um dos problemas eram os constantes atrasos do pagamento, isto em uma economia com altas taxas de inflação, que resultava em valores depreciados. Além disso, para grande parcela destas pessoas, a moeda era um signo pouco conhecido e de difícil manejo, que em muitos casos foi drenado rapidamente para a economia em consumo não produtivo. Muitas famílias estavam totalmente pauperizadas poucos meses após receberem sua indenização (FEARNSIDE, s.d.). Raras foram as ações estruturantes como construção de vias de acesso e outras obras, que possivelmente surtiriam maiores efeitos que o pagamento em espécie.

Os grandes projetos hidroelétricos atraem numerosas populações de desempregados e indivíduos com objetivo de garantir uma remuneração e garantias trabalhistas superiores aos que antes prevaleciam em suas vidas (BECKER *et al*, 1996). Por exemplo, no município de Tucuruí havia 3.000 habitantes antes do início das obras da usina na década de 1970. Em 1981, trabalhavam apenas no canteiro de obras da UHE Tucuruí 31.000 trabalhadores (ELETRONORTE, 1998). Em 2004 a estimativa era de 80.000 habitantes no município de Tucuruí, um aumento de quase 27 vezes em 30 anos.

Porém, a ausência de infra-estrutura nestas áreas de fronteira não garante as demandas mínimas da nova concentração humana. Há muitas vezes uma desestruturação de áreas agrícolas que normalmente são a fonte desta população móvel. Estas pessoas não estão qualificadas para o trabalho na área urbana e muitas vezes permanecem subempregadas. O poder público não garante a infra-estrutura e a dinamização da economia não ocorre na velocidade das necessidades materiais crescentes. A cidade se torna um “depósito de mão-de-obra”, as doenças como a malária e outras endemias se desenvolvem rapidamente (BECKER *et al*, 1996). Ao final da obra, o número de trabalhadores necessários para a manutenção da usina é extremamente baixo em relação à época da construção. Há uma desmobilização acentuada e milhares de pessoas ficam desempregadas.

Em 1981 houve um surto de febre tifóide na região de Tucuruí. Em 1984 Tucuruí, Jacundá e Itupiranga, todas próximas à represa, registraram os maiores casos de malária do Pará. O surto de malária depende do contexto social, ocorrendo mais fortemente onde a ocupação humana é mais precária e há condições excepcionais dos vetores se desenvolverem. O índice de IPA (incidência parasitária anual) nestes três municípios, que eram muito baixos no período entre 1962-75, antes da construção da barragem, se elevaram para índices de alto risco no período 1976-95. Contudo, a incidência da malária não ocorre de forma homogênea. Na Vila Permanente da ELETRONORTE, em Tucuruí, o IPA médio no triênio 1992-94 foi de apenas 0,15, enquanto que na sede do município foi de 2,14, em função das piores condições sanitárias. Este índice indica endemicidade, expressa morbidade, mortalidade e tendência da malária. Fica claro que o IPA está relacionado à ausência de infra-estrutura, pois na *company town* há um elevado grau de controle da doença e na sede a probabilidade de ocorrer novos casos de lâmina positiva é muito mais alta (COUTO, 1996).

O risco de hepatite infecciosa se elevou à jusante da barragem, nos municípios de Baião e Mocajuba, em função da baixa qualidade das águas. A diarreia ocorre tanto à montante quanto à jusante, em função da quantidade de matéria orgânica na represa e da ausência de infra-estrutura sanitária na região (BECKER *et al*, 1996). Os impactos sobre a saúde pública nas áreas afetadas pela barragem de Tucuruí são evidentes, principalmente pelas doenças veiculadas pela água ou vetores que se desenvolvem em meio aquático.

Assim, os custos sociais de reordenamento espacial das populações afetadas pelas barragens e da população móvel que se desloca para os grandes canteiros de obras incluem disseminação de doenças, violência, desestruturação social, cultural e produtiva, abandono de áreas de assentamento rural, pobreza generalizada. Estes custos não são assumidos pelo poder público em nenhuma esfera, muito menos pelo capital instalado na fronteira. O que se deve ter em mente é que a infra-estrutura construída tem o objetivo de dar suporte à reprodução do capital e não para as classes trabalhadoras ou população em geral. Os baixos níveis de qualidade de vida da população são a imagem do projeto desenvolvimentista que não incorpora a filosofia da redução da pobreza, mas apenas a utilização dos recursos naturais disponíveis e passíveis de apropriação privada, ancorada na superestrutura estatal.

Pode-se afirmar, então, que o baixo custo de geração de energia proveniente de hidroelétricas (41 dólares em Tucuruí) somente é verdade se os custos sociais e ecológicos do processo não forem incluídos no cômputo final. A desestruturação social e econômica de diversas populações impactadas e os custos derivados das alterações ecológicas não são considerados, uma falha grave na interpretação que fortalece a ideologia de que a energia elétrica produzida em barragens é o grande paradigma para o desenvolvimento. Talvez mesmo com a inclusão dos custos sociais e ecológicos e a devida compensação àqueles prejudicados demonstre ser a hidroelétrica a fonte mais barata de geração de energia. Então, o que falta é a clareza neste cálculo e a sua devida implementação.

Um aspecto pouco discutido sobre uma hidroelétrica é a sua capacidade de provocar abalos sísmicos. A barragem de Tucuruí com mais de sete quilômetros de extensão, formou um imenso reservatório com 50,8 bilhões de metros cúbicos de água. Os trabalhos de monitoramento sísmográfico começaram quatro anos antes do enchimento do reservatório e, durante este tempo, não houve registro de abalo sísmico significativo. No entanto, após sete meses do enchimento da represa, foram registradas dezenas de microssismos, em função da enorme pressão concentrada. Os abalos de maior magnitude corresponderam a 3,4 graus da Escala Richter, provocando sismos de intensidade III na Escala de Mercalli. Os hipocentros destes sismos ocorreram numa profundidade média de 1,2 a 1,5 Km e no terço superior do lago, nas proximidades da barragem. Com a dissipação das tensões acumuladas, a sismicidade induzida foi se reduzindo gradualmente e, atualmente, a área retornou ao nível de sismicidade anterior ao da construção da barragem (BRASIL, 2002).

Na hidroelétrica de Balbina a atividade de monitoramento sísmográfico começou a ser realizado sete anos antes do enchimento do reservatório, caracterizando uma área com baixos níveis de sismicidade. Contudo, um ano após o enchimento do reservatório, foram registrados numerosos

microssismos, com magnitudes variando entre 3 e 3,4 graus da Escala Richter, cujos epicentros estavam localizados a 17 km a jusante da barragem, numa profundidade média de 1,5 Km e tardaram um ano para desaparecer. Diferente de Tucuruí, os abalos ocorreram fora da área da barragem e levaram um ano para aparecer. É possível que, o menor peso da água contida no reservatório e a maior distância da área fraturada tenham concorrido para retardar o aparecimento dos abalos sísmicos (BRASIL, 2002). Apesar de não haver registros de abalos significativos no Brasil, grandes obras de engenharia como as hidroelétricas requerem uma vigilância continuada no intuito de evitar desastres ecológicos e humanos.

Depois de extensa discussão dos impactos das grandes usinas hidroelétricas, pode-se afirmar que estes projetos têm uma lógica diferenciada da população residente nas áreas afetadas. Primeiro porque a ação é exógena, não reconhece a particularidade e a estrutura social e econômica local, impelindo sua racionalidade estrangeira. Segundo, porque os estrangeiros vêem o rio como sendo apenas fonte de potencial energético, enquanto indígenas, caboclos e populações locais o vêem como fonte de alimento, água, rotas de transporte, meio de fertilização das terras, etc. Terceiro, porque a população local é um obstáculo, uma rugosidade ao processo de apropriação territorial, devendo ser removida (VAINER & ARAÚJO, 1992). Assim, esta população estaria sendo egoísta por não entender que o espaço “selvagem” deve ser “dominado” e “transformado” para o desenvolvimento nacional, que inclui milhares de pessoas e não algumas famílias maltrapilhas vivendo nos rincões isolados do país.

Considerando que o potencial hidroelétrico das bacias do Amazonas e do Tocantins representam ~65% da capacidade a ser instalada (128 GW) e que no Centro-Sul do Brasil a densidade demográfica torna a *limpeza do terreno* mais difícil e de altos custos e que os preços das terras são relativamente altos que na região Norte, a estratégia de implantar novos projetos na Amazônia, com a menor população residente e terras mais baratas para indenização, é real e factível. A região Sudeste concentra aproximadamente 2/3 de toda a riqueza econômica e material do Brasil e a sua expansão é vista como fundamental para o desenvolvimento nacional. Como o Sistema Interligado Nacional garante energia para o setor produtivo com tarifas semelhantes em todas as regiões do país, a energia gerada na periferia poderá garantir o pleno crescimento da região Sudeste (MACHADO & SOUZA, 2003).

A construção de grandes projetos energéticos possui o respaldo ideológico do “progresso”, da “modernização”, do “desenvolvimento”. Estas obras são defendidas por atores de peso no cenário político-econômico, como empreiteiras, bancos, construtores de equipamentos e capitais complementares ao projeto principal. A lógica de curto prazo e da acumulação de capital exclui qualquer análise se variáveis sócio-ecológicas e culturais. Como no passado recente, a Amazônia é vista como um grande estoque de recursos e que devem ser criados canais para bombear o fluxo da periferia até o centro dinâmico. A região amazônica não está incluída como região a ser desenvolvida, mas como garantia do desenvolvimento dos espaços hegemônicos nacionais e internacionais.

Assim, apesar de todos os problemas relatados, que são de conhecimento público, a ELETRONORTE ainda mantém grandes projetos para Amazônia e é claro que, cedo ou tarde, as obras irão começar nos trópicos úmidos. Sabe-se que o potencial hidráulico amazônico é muito grande, há disponíveis ainda ~128 GW nas Bacias do Amazonas e Tocantins. Esta potencialidade concentra-se no contato entre o complexo rochoso cristalino pré-cambriano e a área de planície sedimentar, sem relevo topográfico. Nesta área não há grandes concentrações populacionais que, e, geral, estão localizadas nas margens dos grandes rios e seus afluentes na planície (BAHIA, 1996). Por um lado, este “vazio demográfico” poderia justificar a construção de hidroelétricas, pois haveria reduzido problemas de conflitos sobre a posse da terra e políticas de assentamento rural. Por outro lado, a transmissão de energia elétrica é a forma mais cara de transporte de energia e as comunidades amazônicas possuem baixa capacidade de consumo, obviamente a energia gerada regionalmente seria canalizada para o Nordeste e o Sudeste do Brasil. Mais uma vez os grandes projetos teriam características de enclave, retirando recursos na periferia para fornecer insumos aos centros mais dinâmicos da economia brasileira.

O próximo passo será a construção do Complexo Belo Monte, a mais importante usina visualizada na Tabela 9. Esta usina terá a capacidade 4.700 Mw, inundando 400 Km², com densidade energética de 11,75 w/m², muito acima da média. O custo médio por Mw fornecido será baixo, cerca de 20 dólares, comparados com os atuais 41 dólares de Tucuruí. O custo total de instalação está estimando em 3,04 bilhões de dólares, ou 272 dólares por Kw, está muito abaixo do custo de Balbina (4.000), de Samuel (3.870) e Tucuruí (675 ou 2.700) e da média mundial de 1.000 dólares por Kw. Contudo, os diversos impactos verificados nas outras hidroelétricas amazônicas servem de referência para a ELETRONORTE e para a sociedade refletir sobre os impactos destas grandes obras sobre os ecossistemas e a sociedade local (SILVA, 2003).

Contudo, como já mencionado, a Linha de Transmissão Tramoeste já interliga a região de Altamira e da Bacia do Xingu ao Sistema Interligado Nacional (SIN). As bases para a sucção da energia e a estabilidade e confiabilidade do fornecimento para o eixo dinâmico da economia já estão postos. A LT Tramoeste não foi construída para desenvolver o interior da Amazônia. Foi apenas mais uma manobra de integração e valorização do espaço para projetos de desenvolvimento exógenos à região. Já há indícios de que enormes parcelas da população rural da Transamazônica não foram beneficiadas com a Tramoeste, pois apenas 5% das estradas vicinais que ligam a sede dos municípios às comunidades rurais receberam infra-estrutura de eletrificação (CAMPBELL, 2004).

Para entender porque diversos atores da sociedade civil, da política e da academia estão contra a construção destes grandes projetos hidroelétricos nos trópicos úmidos, apresenta-se a visão de um renomado pesquisador sobre a Amazônia. Philip Fearnside acredita que a UHE Balbina foi um erro crasso, uma decisão política com uma lógica totalmente adversa à razão ecológica, econômica e social. Conforme afirma, Balbina foi resultado de uma pressão política, pois esta obra teria sido um presente do presidente da República ao governador do Estado do Amazonas. O Banco Mundial não autorizou o financiamento da obra, mas empréstimos setoriais deste próprio banco foram usados em Balbina

(MARIN, 1996). A racionalidade política se sobrepôs a qualquer outra lógica, pois a densidade energética desta usina é muito baixa, a energia gerada não atende a demanda nem mesmo da cidade de Manaus, os impactos sobre o meio ambiente são diversos e as populações tradicionais foram diretamente afetadas pela represa. Segundo Fearnside “Balbina é uma tragédia irremediável” (FEARNSIDE, 1990 *apud* MARIN, 1996).

Tabela 9. Projetos de Grandes Usinas Hidroelétricas (UHE) na Amazônia

Usina	Rio	Área Alagada (Km ²)	Potência (Mw)	Densidade Energética
Belo Monte	Xingu	400	4.700	11,75
Serra Quebrada	Tocantins	420	1.328	3,16
Cachoeira Porteira	Trombetas	912	700	0,77
Ji-Paraná	Ji-Paraná	957	512	0,54
Barra do Peixe	Araguaia	1.030	450	0,44
Couto Magalhães	Araguaia	48	220	4,60
Santo Antônio I	Cotingo	37	120	3,24
Total	-	3.804	8.030	2,11

Fonte: BECKER et al, 1996; BERMANN, 2003.

Porém, o discurso oficial apresenta Belo Monte como catalisador do desenvolvimento da região de Altamira, mas sabe-se que o objetivo principal é transportar esta energia para o Nordeste e o Sudeste, como afirma a própria geradora regional (ELETRONORTE, 1998). O consumo de energia está estritamente relacionado com capacidade de consumo, indicador extremamente baixo na região (SILVA, 2003). Assim, o Complexo de Belo Monte não será edificado com o objetivo de desenvolver a região amazônica, mas de garantir energia inanimada para a reprodução do capital nas áreas mais dinâmicas do país. Mais uma vez a lógica se repete. A Amazônia servindo apenas como uma fonte de insumos baratos para a garantia da *sustentabilidade excludente* promovida pelo capital (FARIA, 2005).

Para Célio Bermann, a UHE Belo Monte, com 11.182 Mw de potência instalada, somente poderá operar com esta capacidade durante três meses do ano. Em função do regime hidrológico, nos demais meses, a água disponível possibilitará uma energia firme de 4.670 Mw, o que torna esta energia muito cara para viabilizar o investimento total requerido. O custo divulgado de US\$ 20 por Mw somente será atingido com um custo de capital de 400 dólares por Kw. Porém, a realidade é que o custo médio de capital instalado é hoje de 1.000 dólares por Kw. Para Bermann, o custo final de geração não será menor que US\$41,40 por Mwh (BERMANN, 2003).

A adição dos custos de transmissão da energia a ser gerada em Belo Monte praticamente irá dobrar o custo final da eletricidade para as empresas distribuidoras do Centro-Sul do país. Com Belo Monte corre-se o risco de repetir Tucuruí, que custou quatro vezes mais que o previsto no orçamento inicial. O custo de investimento de Belo Monte será de 11,18 bilhões de dólares, e não de 4,47 bilhões

como diz a ELETRONORTE. Por outro lado, para viabilizar Belo Monte, será necessário regularizar a vazão do rio Xingu através da construção de outras quatro usinas, que formarão reservatórios com áreas tão grandes que a própria ELETRONORTE não divulga sua dimensão. Para Bermann, o Brasil não precisa de Belo Monte, pois é possível afastar as perspectivas de déficit energético para os próximos anos adotando-se quatro soluções para aumentar a oferta (BERMANN, 2003).

Primeira, reduzindo as perdas no sistema elétrico brasileiro para 6% (atualmente em 15%). Segunda, repotencializando as usinas com mais de 20 anos, com novas tecnologias. Terceira, gerando energia em sistemas descentralizados através das Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH) e de usinas eólicas. Quarta, aproveitando biomassa, através de bagaço de cana ou resíduos do papel e celulose. Estas soluções requerem um investimento menor em comparação com as grandes usinas, sem causar os impactos sociais e ecológicos. Haveria a possibilidade do acréscimo de 1/3 da capacidade de geração de energia atualmente instalada, ou 24.000 Mw (BERMANN, 2003).

Deve-se ter clareza que o processo de desenvolvimento é complexo e dinâmico. Não ocorre de forma homogênea e simétrica. Assim, o peso político e econômico são fundamentais para se definir as estratégias que serão traçadas para cada espaço específico. No Brasil, a região Sudeste concentra o principal estoque de recursos econômicos que lhe permitem ser o eixo dinâmico do país. O discurso ideológico afirma que o que é bom para o Sudeste é bom para o Brasil. Desta forma, torna-se inevitável a construção de novas e gigantescas hidroelétricas nos trópicos úmidos brasileiros a despeito da necessidade do desenvolvimento. Uma nova crise de oferta no setor energético ou um crescimento econômico sustentado já serão suficientes para o *discurso ideológico* convencer a sociedade de abrir mão de alguns milhares de quilômetros de floresta por expectativas de uma vida melhor.

Desta forma, sabendo da inexorável marcha do capital sobre os recursos naturais dignos de apropriação, e um futuro próximo o início das obras de Belo Monte, resta discutir quais seriam as poucas chances de desenvolvimento regional, pois a energia hidroelétrica a ser gerada na Amazônia tem destino certo a milhares de quilômetros da origem. Quais seriam as perspectivas de fontes alternativas de desenvolvimento para a população amazônica?

Alternativas Energéticas para o Desenvolvimento da Amazônia

Considerando os diversos impactos ecológicos e sociais e a baixa dinamização da economia regional, as grandes usinas hidroelétricas não têm representado, até agora, uma alternativa capaz de impulsionar o desenvolvimento da região amazônica e possibilitando melhores condições de vida para a população. A energia elétrica é transportada em grandes blocos nas linhas de transmissão de alta tensão. Vários povoados nas proximidades destas linhas não são atendidos, pois há um alto custo na construção de subestações convencionais para rebaixar a tensão. As comunidades residentes em ilhas

ficam mais comprometidas, pois os rios são em geral muito largos e a construção de linhas não são viáveis pela baixa capacidade de consumo destas populações. Apenas no estado do Pará, 75% dos 6,5 milhões de habitantes moram no interior, sendo que 2,7 milhões em pequenas comunidades e 2,2 milhões em pequenas cidades. Das 959 grandes e médias comunidades do Pará, a CELPA atende 501 (452 com subestações e 49 com grupos geradores a diesel). As demais 458 (48%) não são atendidas pela CELPA. Não constam nesta estatística as pequenas comunidades dispersas pelo estado (PINHO, 1996). Inclusive a CELPA sequer possui condições de atender um sistema descentralizado com grupos gerados a diesel (NOGUEIRA, 1996).

Assim, dada a dificuldade de se atender um amplo espaço com baixa densidade demográfica a partir de subestações, uma estratégia seria induzir o uso de fontes alternativas, gerenciadas localmente (PINHO, 1996), principalmente aquelas que permitem uma certa flexibilidade e hibridismo, dada as condições ecológicas.

A radiação solar pode ser convertida diretamente em energia elétrica, através de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma força eletromotriz, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, através do uso de células solares (ANEEL, 2002).

Os maiores índices de radiação no Brasil se encontram no Vale do Rio São Francisco, no Nordeste, com a média anual de 6 Kwh/m².dia. No Amapá, Leste do Pará e Amazônia Ocidental as médias estão abaixo do índice nacional, porém com grande potencial energético. Em geral, a região Norte possui o índice entre 5.1 e 5.7 Kwh/m².dia. Estes índices são excelentes se comparados com a média de 1 watt por m² gerado em hidroelétricas.

Já existe uma infinidade de pequenos projetos nacionais de geração fotovoltaica de energia elétrica, principalmente para o suprimento de eletricidade em comunidades rurais e isoladas do Norte e Nordeste do Brasil. O uso da geração fotovoltaica tem sido essencialmente social, dividindo-se em três categorias: *i*) bombeamento de água, para abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura; *ii*) iluminação pública; e *iii*) sistemas energéticos coletivos (eletrificação de escolas, postos de saúde e telefônicos e centros comunitários, podendo ocorrer a eletrificação de cercas, a produção de gelo e a dessalinização de água). Já há no Brasil 5.956 projetos de energia solar, com 2.952 Kw de potência. Na Região Norte, destaca-se os estados do Pará e do Acre, totalizando cerca de 400 comunidades atendidas até o ano de 2000. No Nordeste, há uma distribuição regional mais homogênea dos projetos, com destaque para a Bahia, onde foram atendidas 474 comunidades até 2000 (ANEEL, 2002).

Uma das grandes vantagens é um melhor sistema de conversão de energia, se comparado com a hidroeletricidade. Seria necessária apenas 5% da área total alagada pelas usinas para gerar a mesma potência que aquelas. Contudo, o grande obstáculo para a geração em escala comercial tem sido os custos das células solares. Os valores estão situados na faixa de US\$ 200 a US\$ 300 por Mwh gerado

(Tucuruí está em US\$ 41,00) e entre US\$ 3 e US\$ 7 mil por Kw instalado (Tucuruí foi estimado entre US\$ 675,00 e US\$ 2.700) (ANEEL, 2002).

Uma alternativa para a Amazônia poderia ser a biomassa. Do ponto de vista energético, biomassa é toda matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia. Assim como a energia hidráulica e outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar. A energia solar é convertida em energia química, através da fotossíntese, base dos processos biológicos de todos os seres vivos. No Brasil, a biomassa apresenta grande potencial no setor de geração de energia elétrica, principalmente pelos resíduos do setor sucro-alcooleiro e pela produção de madeira, em forma de lenha, carvão vegetal ou toras (ANEEL, 2002).

Os estado de São Paulo tem o maior potencial de uso dos resíduos da cana-de-açúcar, podendo gerar mais de 5.000 GW por ano. Para o aproveitamento de resíduos da madeira o estado do Pará, com forte atividade extrativista e o estado de São Paulo, com áreas de reflorestamento, possuem um potencial entre 500 e 600 GW por ano. Na Amazônia como um todo, o potencial estimado da energia elétrica advinda da madeira é reduzido. Com exceção de Rondônia e Pará, o potencial dos demais estados está baixo de 50 GW por ano (ANEEL, 2002).

Os maiores potenciais para a Amazônia residem no aproveitamento dos resíduos agrícolas e nos óleos vegetais. No aproveitamento de resíduos agrícolas, os estados do Pará, Amapá, Rondônia e Roraima possuem estimavas entre 50 e 500 GW por ano. Amazonas, Acre e Tocantins possuem estimativas abaixo de 50 GW por ano. O uso de óleos vegetais poderá gerar entre 10 e 100 GW por ano no estado do Pará. Amazonas e Amapá poderão gerar entre 2 e 10 GW por ano. Acre, Rondônia e Roraima as estimativas estão abaixo de 2 GW por ano (ANEEL, 2002).

Entre as várias plantas para a produção de óleo vegetal, destaca-se o dendê, que possui uma produtividade média anual de 4 toneladas de óleo por hectare, dez vezes maior que a da soja. Outras culturas de grande potencial são o buriti, o babaçu e a andiroba, fartamente encontrados na região (Freitas et al., 1996 *apud* ANEEL, 2002). O óleo queimado em caldeiras e motores de combustão interna gera energia elétrica e pode atender as comunidades isoladas do sistema elétrico nacional e regional.

Há diversas formas de usar a biomassa, como a combustão direta, a gaseificação, a pirólise, a digestão anaeróbica, a fermentação e a transesterificação. Os custos de implantação estimados estão em cerca de US\$ 1.400,00 por Mw e entre US\$ 65,00 e US\$ 80,00 por Mwh gerado (lembrando que o custo de implantação de Tucuruí foi de US\$ 675,00 por Mw e a geração de US\$ 41,00 por Mwh) (ANEEL, 2002).

No Brasil, os principais entraves ao maior uso comercial da biomassa na geração de energia elétrica são a baixa eficiência termodinâmica das plantas e os custos relativamente altos de produção e transporte. Porém, ao nível de pequenas comunidades, o potencial é interessante, pois o custo de

instalação é similar ao das grandes hidroelétricas, sem gerar os impactos ecológicos e sociais discutidos, bem como podem promover uma agricultura complementar voltada para a madeira e os óleos, os principais insumos verificados.

Um exemplo claro é a comunidade de São Roque, no município de Carauari, a cerca de 800 quilômetros sudoeste de Manaus, onde o óleo de andiroba, está substituindo o óleo diesel, em um gerador de energia de 144 kVA, especialmente adaptado. Como a andiroba é uma árvore relativamente abundante nas várzeas do rio Juruá, o insumo está garantido localmente. Apesar de ser mais caro do que o diesel, a alternativa pode ser uma solução para comunidades muito isoladas, que hoje dependem de longas viagens de barco para obter o óleo diesel. Além disso, o óleo de andiroba não produz óxidos de enxofre e não há emissão de carbono (ANEEL, 2002).

Porém, deve-se ter clareza que a biomassa é uma fonte energética derivada dos fluxos naturais de curto prazo, ou seja, dependente dos ciclos solar e hidrológico. Sabe-se que a instabilidade destes fluxos muitas vezes não garante a confiabilidade na oferta de insumos. Seria um retorno à eotécnica, onde os recursos naturais, principalmente o uso do solo, são o principal mecanismo no processo.

Uma terceira alternativa seria a energia eólica a partir da energia cinética contida nas massas de ar em deslocamento. Seu aproveitamento ocorre através da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas ou através de cata-ventos e moinhos para a geração de energia elétrica (ANEEL, 2002).

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 w/m^2 , a uma altura de 50 metros, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s naquela altura (Grubb and Meyer, 1993 *apud* ANEEL, 2002). Os mapas de isolinhas de velocidade de ventos indicam que o potencial eólico da ilha de Marajó e do litoral do Pará, Amapá e Maranhão são muito altos, com média de vento acima de 8,5 m/s. Há ainda uma extensa isolinha de ventos médios entre 6,0 e 8,5 m/s que inclui os estados do Maranhão, Pará, Amapá e Roraima. Nesta área poder-se-ia instalar as turbinas de porte médio nas áreas com média acima de 6,0 m/s, que geram entre 500 e 1.000 Kwh. Infelizmente, na maior parcela da Amazônia as isolinhas de ventos estão abaixo de 5,0 m/s, não sendo tão eficientes na conversão da energia cinética (ANEEL, 2002). Dos 38 empreendimentos atualmente em operação no Brasil, 15 estão no Rio Grande do Norte, 14 no Ceará, 5 em Pernambuco, 2 na Bahia e 2 no Rio de Janeiro. Ainda não há previsão de instalação na região Norte do Brasil.

As turbinas eólicas podem ser conectadas à rede elétrica ou mesmo destinadas ao suprimento de eletricidade de comunidades ou sistemas isolados. Em relação ao local, a instalação pode ser feita tanto em terra firme ou na costa, em locais de ventos fortes ou moderados. O custo de instalação de uma turbina eólica está em torno de US\$ 1.000,00 por Mw. Os custos de operação e manutenção variam de US\$ 6,00 a US\$ 10,00 por Mwh de energia gerada nos dez primeiros anos e de US\$ 15,00 a US\$ 20,00 por Mwh, após dez anos de operação (ANEEL, 2002). Aqui, mais uma vez, as fontes energéticas estariam diretamente dependentes dos ciclos naturais de curto prazo.

Há também o cata-água, um equipamento que aproveita a boa densidade energética dos rios amazônicos que são comparáveis a ventos fortes. Estes aparelhos são constituídos de flutuadores, um rotor multipá submerso, uma corrente que transmite a rotação e um gerador convencional montado sobre flutuadores. Submersos na correnteza, funcionam como hidroeletrógeradores, com potencial de gerar 1 Kwh quando a correnteza alcança 1,1 m/s. Em diversos rios da região, esta velocidade é verificada, pois mesmo rios lentos apresentam faixas de correnteza (HARWOOD, 1996). Claro que a potência é extremamente reduzida se comparada com as demais fontes de energia elétrica, mas um hidroeletrógerador poderia fornecer até 24 Kw por dia, ou 720 Kw em um mês ou 8,6 Mw por ano. Uma potência considerável para comunidades com baixo potencial de consumo. Em cinco pontos de observação em rios amazônicos, John Harwood encontrou o ponto mínimo de geração diária de energia elétrica de 21 Kw em São Paulo de Olivença (AM) e o ponto máximo 621 Kw em Óbidos (PA).

Esta tecnologia foi adaptada para a construção de uma bomba com braço oscilante que, gerando energia a partir da correnteza dos rios, é capaz de fornecer de 3 a 6 m³ de água por dia até uma altura de 9 metros acima do nível do rio. Para residências e pequenas atividades produtivas esta bomba seria uma interessante alternativa, visto a desnecessária construção de barragens (HARWOOD & MORAES, 1992).

A Tabela 10 apresenta uma comparação do custo de instalação e operação de algumas fontes energéticas. Não estão inclusos neste cálculo os custos sociais e ecológicos. A energia eólica é que apresenta menor custo de operação após a instalação. A energia solar, apesar de muito eficiente na conversão, é muito cara tanto na instalação quanto na sua operação. A biomassa e a eólica se apresentam como alternativas reais para as comunidades amazônicas, devido seu baixo custo e sua relativa eficiência na geração. O cata-água parece ser um projeto interessante e digno de novos projetos experimentais. Uma solução seria operar sistema híbridos, que incluía uma termoelétrica, à diesel e óleos vegetais, com uma usina eólica ou um cata-água ou mesmo placas fotovoltaicas se os recursos forem generosos. A utilização de cada sistema dependeria das condições ecológicas e sociais na relação tempo-espaço. Aquela opção que se apresentasse mais eficiente seria colocada em operação. Não haveria dependência de uma única fonte energética e a comunidade teria maiores graus de liberdade em gerenciar a oferta e a demanda.

Tabela 10. Custos de Instalação e Operação de Fontes de Energia Elétrica

Energia	Custo de Instalação (US\$/Mw)	Custo de Geração (US\$/Mwh)	Média de Mwh gerado
Hidráulica	1.000,00	41,00	1 w/m ²
Solar	3.000,00 a 7.000,00	200,00 a 300,00	5.1 a 5.7 Kwh/m ² .dia
Biomassa	1.400,00	65,00 a 80,00	?
Eólica	1.000,00	6,00 a 10,00* 15,00 a 20,00**	0,5 a 1 Mw/dia
Cata-água	925,46***	-	1 Kw/hora

Fonte: elaborada pelo autor com base em ANEEL, 2002.

* primeiros dez anos de operação

** a partir do décimo primeiro ano de operação

*** Cr\$ 500.000,00, cotação média em julho de 1983: US\$ 1,00 = Cr\$ 540,27

Assim, não há uma solução energética padrão para a Amazônia e sim uma estratégia para cada situação dada (NOGUEIRA, 1996). A extensa dimensão territorial, a baixa densidade demográfica, as características tecno-produtivas e, principalmente, a baixa capacidade de consumo limitam a expansão do setor elétrico via distribuição por linhas de alta tensão. As alternativas regionais e locais são mais apropriadas e deve-se buscar a melhor alternativa que inclua os custos econômicos, ecológicos e sociais e o impacto na vida das pessoas. Grandes ofertas de energia são capazes de impulsionar setores econômicos dependentes de alta tecnologia. Qual seria a vocação produtiva da Amazônia? Ingressar na industrialização de seus produtos? Esta é uma primeira questão a ser debatida, ou seja, encontrar as matrizes produtivas de cada espaço e, a partir da sua estrutura tecno-produtiva, estabelecer a fonte energética mais apropriada.

Considerações Finais

A partir da década de 1970 a paisagem da Amazônia brasileira passou a incluir grandes represas, com o início da construção de hidroelétricas. Atualmente são cinco, que inundam 5.400 Km² e alteraram significativamente o ecossistema de grandes rios como o Tocantins. Estas ações foram justificadas pela necessidade de grandes fontes de energia inanimada para a modernização e o desenvolvimento regional. Contudo, os diversos impactos ecológicos desmistificaram a idéia de que a energia provinda de usinas hidroelétricas é limpa, principalmente porque as emissões de gases do efeito estufa nas represas são relativamente maiores do que termoeletricas, que poderiam gerar a mesma potência energética. Os impactos sociais da construção de barragens incluem deslocamentos populacionais e todos os problemas advindos deste processo, como desestruturas sociais, culturais e produtivas, desemprego, violência, epidemias, pobreza. Caso os custos sociais e ecológicos fossem incluídos no preço de geração da energia elétrica, a visão predominante dos baixos custos deste tipo de empreendimento poderia ser relativizada.

Os impactos positivos da maior oferta energética sobre a economia regional privilegiaram grupos específicos, principalmente as indústrias minero-metalúrgicas no Pará e no Maranhão. Além disso, apenas 40% da energia gerada é consumida regionalmente, sendo o restante exportado para outras regiões pelo Sistema Interligado Nacional. Mais de 3,4 milhões de pessoas vivendo em médias e pequenas comunidades no interior da região estão excluídas das benesses do desenvolvimento, pois não estão interligadas à rede energética. Uma clara demonstração de que os grandes projetos não se instalaram na Amazônia para desenvolvê-la, mas sim para atuar como *forças de sucção* de seus recursos e enviá-los para os centros dinâmicos da economia, seja a nível nacional, pela exportação de energia para outras regiões, seja a nível internacional, pela exportação de barras de alumínio. Assim, pode-se afirmar que a energia renovável não é sinônima de desenvolvimento regional sustentável.

As forças políticas e econômicas dominam o campo das idéias e das ações. Assim, considerando que o crescimento econômico é sempre buscado acima de qualquer outro objetivo, fontes energéticas adicionais são necessárias para garantir a reprodução do capital no centro dinâmico

nacional. Apesar dos impactos sócio-ecológicos, a construção de novas hidroelétricas na Amazônia é inevitável, pois esta região representa ~65% do potencial de energia hidráulica brasileira ainda a ser explorada, além de possuir uma baixa densidade demográfica que facilita a *limpeza do terreno* e terras mais baratas, que reduzem os custos de indenização. Sabendo que a energia que será gerada não será usada para desenvolver a região amazônica, deve-se incentivar o uso de fontes alternativas de energia para as comunidades isoladas. Há diversas potencialidades a serem exploradas, como a energia solar, a biomassa, a energia eólica e o sistema de cata-água. Uma operação flexível com sistemas híbridos poderia fornecer energia suficiente para o desenvolvimento endógeno da região.

Do ponto de vista sócio-ecológico, os impactos destas grandes obras são enormes e com claros objetivos de garantir a *sustentabilidade excludente* de grupos específicos sediados em espaços muito distantes da região amazônica. Os impactos de longo prazo sobre os ecossistemas ainda são incertos e, considerando que estes são a base de reprodução social de milhares de pessoas, a lógica e as alternativas sócio-produtivas das populações amazônicas deverão se alterar em um futuro próximo. A resiliência dos amazônidas será fundamental para sua manutenção na escala espaço-temporal, em um ambiente mutante. Assim, de um ponto de vista crítico, as usinas de hidroeletricidade não representam a melhor estratégia de fontes energéticas para o desenvolvimento da Amazônia, mas pelo contrário, são apenas uma estrutura refinada de pilhagem dos recursos da região que vem ocorrendo a séculos.

Referências

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Brasília, ANEEL, 2002.

BAHIA, Raymundo Ruy P. Benefícios e Vantagens Sociais, Econômicas e Ambientais da Termoeletricidade na Amazônia. In: MAGALHÃES, S. B; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

BEDIN, Sandro Luis. **Investimentos em Infra-Estrutura Energética e o Desenvolvimento da Indústria de Alumínio na Amazônia Paraense**. 180 f. Dissertação de Mestrado, Belém, UFPA/NAEA, 2004, mimeografado.

BECKER, Bertha; NASCIMENTO, José A. S.; COUTO, Rosa C. S. Padrões de Desenvolvimento, Hidroelétricas e Reordenação do Território na Amazônia. In: MAGALHÃES, S. B; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

BERMANN, Célio. Privatização da Produção de Energia na Amazônia: cenários prováveis, conflitos possíveis, traumas irreversíveis. In: MAGALHÃES, S. B; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

_____. O Brasil não Precisa de Belo Monte. **Observatório da Cidadania – Pará: políticas públicas e controle popular**. Belém, n. 2, 2003.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Manual de Desastres Mistos**. Brasília, 2002.

BRITO, Aucilene Moraes de. **Percepção dos Agentes de Planejamento Sobre Desenvolvimento do Setor Energético da Hidroelétrica Coaracy Nunes no Amapá**. 56 f. Monografia de Especialização, FIPAM, Belém, UFPA/NAEA, 1995. mimeografado.

CAMPBELL, Ullisses. **A Estrada Sem Fim**. Correio Braziliense, 23/06/2004.

CANO, Wilson. A Questão Regional no Brasil: Traços Gerais de sua Evolução Histórica. In: **Raízes da Concentração Industrial de São Paulo**. São Paulo, 1983.

CASTELLS, Manuel. A Economia Informacional e o Processo de Globalização. In: **A Sociedade em Rede**. São Paulo, Paz e Terra, 2000.

COLARES, Francisco Antonio Pinto. Barragens: conseqüências sobre as populações de mamíferos aquáticos da Amazônia. In: MAGALHÃES, S. B.; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

COSTA, Francisco de Assis; INHETVIN, Tomas. **A Agropecuária na Economia de Várzea do Rio Solimões/Amazonas**: diagnóstico e perspectivas. Projeto de Manejo dos Recursos Naturais de Várzea (ProVárzea), Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG7), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Department for International Development (DFID). Belém, setembro de 2005. mimeografado.

COSTA, Gilson da Silva. **Desenvolvimento Rural Sustentável com Base no Paradigma da Agroecologia: um estudo sobre a região das ilhas em Cametá, Pará, Brasil**. 300 f. Dissertação de Mestrado, Belém, UFPA/NAEA, 2003. mimeografado.

_____. **Reprodução Social da População Camponesa, com Base no Paradigma do Desenvolvimento Rural Sustentável na Região das Ilhas em Cametá, Pará, Brasil**. Belém, 2005. mimeografado

COUTO, Rosa Carmina de Sena. **Hidrelétricas e Saúde na Amazônia: um estudo sobre a tendência da malária na área do lago da hidrelétrica de Tucuruí - PA**. 127 p. Tese de Doutorado, Ciência na Área de Saúde Pública, Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz, 1996. mimeografado.

ELETRONORTE (Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A). **Memória da Eletricidade: Eletronorte 25 Anos**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **Demonstrações Contábeis de 2001**. Disponível para download no endereço eletrônico: <<http://www.eln.gov.br>>. Acesso em 29/11/2005.

_____. **Demonstrações Contábeis de 2002**. Disponível para download no endereço eletrônico: <<http://www.eln.gov.br>>. Acesso em 29/11/2005.

_____. **Demonstrações Contábeis de 2003**. Disponível para download no endereço eletrônico: <<http://www.eln.gov.br>>. Acesso em 29/11/2005.

_____. **Relatório de Administração 2004**. Disponível para download no endereço eletrônico: <<http://www.eln.gov.br>>. Acesso em 29/11/2005.

FARIA, Alexandre Magno de Melo. **Teorias do Desenvolvimento: dos clássicos burgueses à sustentabilidade excludente**. Texto apresentado como requisito à aprovação na disciplina Teorias do Desenvolvimento e Estratégias de Desenvolvimento Sustentável do Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Belém, NAEA, 2005. mimeografado.

FEARNSIDE, Philip M. **A Hidroelétrica de Samuel: lições para as políticas de desenvolvimento energético e ambiental na Amazônia**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2004a.

_____. **As Usinas Hidroelétricas Mitigam o Efeito Estufa? O Caso da Barragem de Curuá-Una**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2004b.

_____. Impactos Sociais da Barragem de Tucuruí. In: HENRY, I. R. **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, UNESP, s.d.

FRAGOSO, João Luís. A Economia Brasileira no Século XIX: mais do que uma Plantation Escravista-Exportadora. In: LINHARES, Maria Y. (Org.). **História Geral do Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

GUIMARÃES, Roberto. Modernidad, Medio Ambiente y Ética: un nuevo paradigma de desarrollo. **Revista Ambiente e Sociedade**, ano 1, nº 2, 1998.

HARWOOD, John Harry; MORAES, Rejane de Siqueira. Bomba Com Braço Oscilante Acionada por Correnteza de Rios. **Acta Amazonica**, Manaus, vol 22 (3): 421-436, 1992.

HARWOOD, John Harry. Protótipo de Um Cata-Água Como Gerador de Eletricidade. In: MAGALHÃES, S. B; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

HÉBETTE, Jean. A Reconstrução do Espaço Perdido no Entorno da Barragem de Tucuruí. In: MAGALHÃES, S. B; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

HIRSCHMAN, A. O. La Estrategia del Desarrollo Económico. México: Fondo de Cultura Económica, 1961. 205 p.

HUGILL, P. Technology and Geography in the Elaboration of Capitalism. In: **World Trade Since 1431**. Baltimore, John Hopkins University Press, 1993.

IPIB (Internet Produto Interno Bruto). **Ranking das 1000 Maiores Empresas Brasileiras**. Disponível para download no endereço eletrônico: <<http://www.ipib.com.br>>. Acesso em 29/11/2005.

LA ROVERE, E. L.; MENDES, F.E. Tucuruí Hidropower Complex, Brazil. Appendices. **Report on the II Work Meeting of the Consultation Group**. Belém, January, 2000.

LIMA, Rubens Rodrigues; TOURINHO, Manoel Malheiros; COSTA, José Paulo Chaves da. **Várzeas Flúvio-marinhas da Amazônia Brasileira**: características e possibilidades agropecuárias. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 2001. 342 p.

MACHADO, José A. C.; SOUZA, Rubem C. R. Fatores Determinantes da Construção de Hidrelétricas na Amazônia: bases para exigência de indenização. In: ARAGON, Luis E.; CLÜSENER-GODT, Miguel. **Problemática do Uso Local e Global da Água da Amazônia**. Belém, NAEA, 2003.

MARIN, Rosa Elizabeth Acevedo. Amazônia: o custo ecológico das hidroelétricas. In: MAGALHÃES, S. B; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

NOGUEIRA, Manoel F. M.. Diretrizes para um Programa Energético no Estado do Pará. In: MAGALHÃES, S. B; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

PINHO, João Tavares. Alternativas Energéticas na Amazônia. In: MAGALHÃES, S. B; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em <<http://www.pnud.org.br>>. Acesso em 28/05/2005.

PONTE, Marcos Ximenes. **Hidroelétricas na Amazônia**. Palestra do Projeto Cenários Amazônicos: modelando as interações entre o uso da terra, fogo e clima. Belém, UFPA/NAEA, IPAM, abril de 2005.

REDFORD, Kent H. A Floresta Vazia. In: VALLADARES-PADUA, C.; BODMER, R. E. **Manejo e Conservação de Vida Silvestre no Brasil**. Belém, MCT / Sociedade Civil Mamirauá, 1997.

RIBEIRO, Jorge Salomão Boabaid. Aspectos Limnológicos da UHE de Tucuruí. In: MAGALHÃES, S. B; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

SANTOS, Geraldo Mendes dos; MÉRONA, Bernard de. Impactos Imediatos da UHE Tucuruí sobre as Comunidades de Peixes e a Pesca. In: MAGALHÃES, S. B.; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

SANTOS, Silvio Coelho dos. Notas sobre o Deslocamento Compulsório de Populações Indígenas em Conseqüência da Implantação de Hidroelétricas na Amazônia. In: MAGALHÃES, S. B.; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

STRASSER, Maximiliano Andrés. **Estudo da Geometria das Formas de Fundo no Curso Médio do Rio Amazonas**. 100 f. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Engenharia Civil, 2002. mimeografado.

SILVA, Marcos Vinicius Miranda da. O Paradoxo Elétrico no Pará. **Observatório da Cidadania – Pará: políticas públicas e controle popular**. Belém, n. 2, 2003.

SZTOMPKA, Piotr. Modernidade e Além da Modernidade. In: **A Sociologia da Mudança Social**. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1998.

TADEI, Wanderli Pedro. O Gênero *Mansonia (diptera: culicidae)* e a Proliferação de Mosquitos na Usina Hidroelétrica de Tucuruí. In: MAGALHÃES, S. B.; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará / Associação de Universidades Amazônicas, 1996.

VAINER, Carlos B.; ARAÚJO, Frederico G. B. **Grandes Projetos Hidrelétricos e Desenvolvimento Regional**. Rio de Janeiro, CEDI, 1992.

* Revisão: Jussara Maria Pettenon Dallemole