

## A PRODUÇÃO DO ALUMÍNIO PRIMÁRIO NA AMAZÔNIA E OS DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Dumara Regina de Lima<sup>54</sup>

José Aroudo Mota<sup>55</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

Analisar a produção de alumínio primário na Amazônia pela perspectiva da sustentabilidade implica na consideração de uma atividade intensiva em recursos e serviços naturais e de grande impacto ambiental, situada em um dos biomas mais importantes do planeta.

Implica ainda em uma atividade intensiva em capital e tecnologia, associada ao comércio internacional e a grandes empresas transnacionais que, no entanto, ainda não se demonstrou capaz de contribuir para a redução das desigualdades sociais e regionais que colocam os índices de desenvolvimento humano da região abaixo dos índices nacionais.

Deste modo, a produção de alumínio primário na Amazônia apresenta o desafio de promover tanto o desenvolvimento local e regional como a preservação e conservação da floresta, o que exige novas políticas e arranjos institucionais capazes de promover o desenvolvimento sustentável na região.

Tais políticas necessitam de cooperação institucional, de mudanças nos seus atuais padrões de produção e consumo, na valorização dos recursos naturais, especialmente na internalização dos impactos sociais e ambientais de sua exploração.

### 2. ALUMÍNIO: UMA GEOGRAFIA DO METAL DO SÉCULO XX

Na natureza, o alumínio só ocorre na forma de óxido, e o processo de produção do metal primário envolve um complexo sistema caracterizado por três etapas distintas: a extração da bauxita (minério que apresenta maior teor de óxido de alumínio), o refino da alumina (separação do óxido de alumínio de outros elementos da bauxita) e a produção propriamente do metal, o chamado processo de redução (que separa o oxigênio do alumínio, e requer elevado consumo de energia). Neste processo, são necessários de 4 a 5 toneladas de bauxita para se extrair apenas uma do metal.

A produção em escala industrial do alumínio só foi possível com o advento da eletricidade e das sucessivas pesquisas no campo da física e da química que culminaram com o método Hall-Héroult, patenteado em 1886 e até hoje utilizado na redução do metal. Até o final do século XIX, o alumínio era um metal raro e praticamente não tinha preço, chegando inicialmente a ser comercializado por quilograma, daí ser considerado o metal do século XX (ABAL, 2007a). Intensiva em tecnologia, apresentando forte barreira de entrada, a indústria do alumínio se caracterizou pela forte integração da cadeia, controlada por um pequeno número de grandes corporações. Tais empresas atuam de forma integrada desde a produção do metal primário até a sua transformação em semiacabados e produtos finais.

É desse modo que “um pequeno cartel de corporações controla igualmente preços e mercados” (GRAHAM, 1982), pois as empresas integradas globais participam tanto da produção como do consumo do metal primário, atuando também na sua transformação. Se até o pós-guerra a atuação das empresas se limitou aos países centrais, atualmente tais processos ocorrem em locais bastante distintos, tendo como escala o espaço mundial.

<sup>54</sup> Mestre em Desenvolvimento Sustentável do CDS/UnB.

<sup>55</sup> Coordenador de Meio Ambiente e do Fórum Ipea de Mudanças Climáticas.

No caso da Amazônia, a implantação do pólo exportador de alumínio se deu no período do milagre econômico, período também da crise do petróleo e que marcou a emergência da temática ambiental em escala internacional. Tal contexto, da política desenvolvimentista do governo militar, de restrições ambientais de atividades poluidoras nos países centrais e de escassez energética, acabou por favorecer a descentralização mundial da sua produção.

Terceira maior reserva mundial de bauxita e de elevado potencial energético, a Amazônia reuniu condições dificilmente encontradas para a produção integrada do alumínio primário, que fizeram do Brasil o segundo maior produtor mundial de bauxita, o quarto maior produtor de alumina, e o sexto maior produtor mundial do metal.

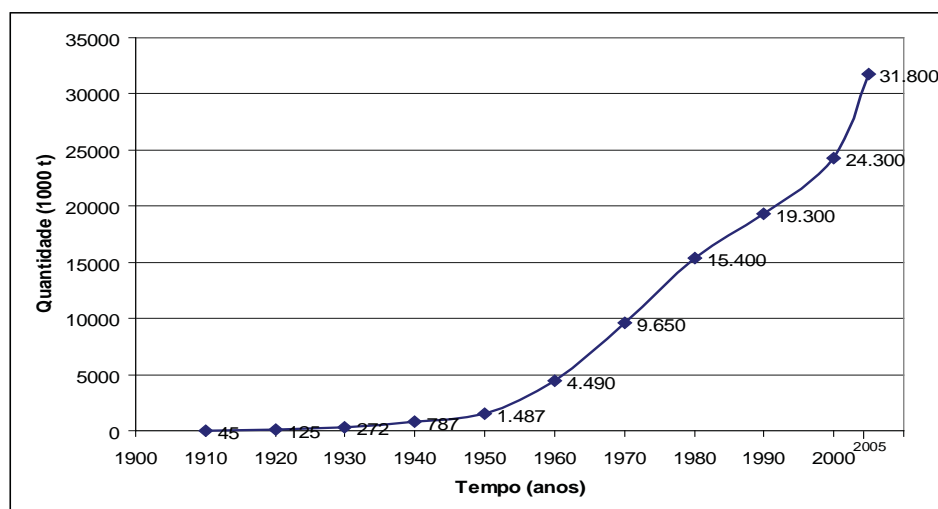
Atualmente, diferente de países como Jamaica, Guiné, e Índia, que atuam como grandes produtores na etapa inicial da cadeia, e Rússia, Estados Unidos e Canadá, como grandes produtores nas etapas finais, o Brasil só encontra paralelo com Austrália e China, que atuam como grandes produtores nas três etapas de produção do metal.

No entanto, apesar da significativa produção chinesa, este país ainda não possui a auto-suficiência do metal, fazendo com que apenas o alumínio brasileiro e australiano participem do mercado internacional com tamanha vantagem comparativa.

Guiné, Austrália, Brasil, China e Índia, notadamente países que abrigam significativa diversidade biológica e cultural, concentram as maiores reservas mundiais de bauxita e se apresentam atualmente como maiores produtores mundiais. Como se observa no Gráfico 1, a descentralização da cadeia do metal primário para os países tropicais, a partir da década de 1960, também corresponde a um crescimento exponencial da produção mundial do metal.

Gráfico 1

**Produção mundial de alumínio primário (1910-2005)**



Fonte: U.S Geological Survey, 2005; Anuário Estatístico Setor Metalúrgico, SGM/MME, 2006 apud Lima, 2007.

Se a rigidez locacional da mineração faz com que as etapas iniciais da produção do alumínio apresentem elevada concentração, esta é, no entanto, ainda maior do ponto de vista do consumo. Por mais de duas décadas, os Estados Unidos e o Japão concentraram mais da metade do consumo mundial de alumínio primário. Em 2005, apenas seis países, Estados Unidos, China, Japão, Alemanha, Itália e França, foram responsáveis por 86% do consumo do metal (ABAL, 2007b).

Apesar da espacialidade da produção e do consumo do metal indicar especializações bastante distintas, na escala internacional, o que se verifica, é o mesmo padrão de divisão internacional do trabalho que faz dos países periféricos produtores de matérias-primas e dos países centrais, produtores de tecnologia, no qual se encontra a própria matriz da dependência e do subdesenvolvimento.

Quando os países periféricos sofrem os maiores impactos das etapas iniciais da produção do metal, que envolve diretamente as florestas tropicais e sua diversidade biológica e cultural, os países centrais sofrem os maiores

impactos do consumo, atuando na sua transformação nas etapas finais da cadeia, de maior valor agregado, de modo que o processo acaba por concentrar os custos socioambientais nos países produtores e os benefícios socioeconômicos nos países consumidores do metal, gerando ainda maior desigualdade social em escala planetária e degradação ambiental.

### 3. ENTRE OS CUSTOS LOCAIS E OS BENEFÍCIOS GLOBAIS

Inicialmente, a produção do alumínio na Amazônia teve como objetivo o próprio desenvolvimento regional e a integração nacional<sup>56</sup>, no entanto, o que se verificou foi o seu inverso, com a ligação direta da região com o mercado internacional, como no período colonial, e o maior agravamento das desigualdades intrarregionais, na medida em que é o estado, e não os municípios, o principal beneficiário da exportação do metal.

Se nos países centrais a produção direta de alumínio pelos estados nacionais se deu em função da indústria bélica (GRAHAM, 1982), no caso brasileiro seu objetivo específico foi o saldo da balança comercial (MANSO, 1985), tendo em vista que o potencial produtivo da Amazônia ia muito além da demanda interna do metal, concentrada no Sudeste.

Além da construção da usina hidrelétrica de Tucuruí e da oferta subsidiada de energia, o Estado brasileiro, por meio da Companhia Vale do Rio Doce, participou diretamente da produção do metal em associação a grandes empresas do setor, que apesar de competirem interna e externamente, atuam de forma consorciada na região (Quadro 1).

Quadro 1

**Composição acionária dos consórcios do polo exportador de alumínio na Amazônia, em 2007.**

Empresa/produto/local	Fundação/operação	Composição acionária
MRN –Mineração Rio do Norte Bauxita/ Oriximiná (PA)	1967- criação 1979- operação	Aluvale/CVRD (40%), Billiton Metais (14,8%) Alcan (12,0%) CBA (10%); Alcoa Brasil (8,58%), Alcoa World alumina (5%), Hydro (5%) e Abalco (4,62%)
Alunorte- A Alumina do Norte do Brasil S.A. Alumina / Barcarena (PA)	1978 – criação 1995 – operação	CVRD (57%), hydro (34%), CBA (4%), Naac- Nippon Amazon Aluminium Co. Ltd., (2%), JAIC - Japan Alunorte Investment Co. (1%), Mitsue e Co. (1%) e Mitsubishi Corporation (1%)
Albras -Alumínio Brasileiro S.A. Alumínio primário/Barcarena (PA)	1978 – criação 1985 – operação	CVRD, Naac e o Japan Bank Internacional Cooperation, orga- nismo do governo japonês e maior participante do consórcio
Alumar-Consórcio de Alumínio do Maranhão Alumina e alumínio primário/ São Luiz (MA)	1980 - fundação 1984 – operação	Alcoa, Alcan, BHP Billinton e Abalco

Fonte: [www.mrn.com.br](http://www.mrn.com.br), [www.alunorte.net](http://www.alunorte.net), [www.albras.net](http://www.albras.net), [www.alumar.com.br](http://www.alumar.com.br) Apud Lima, 2007.

O Quadro 1 também indica a própria organização espacial do polo exportador, a qual é formada pelo sistema Vale (MRN, Alunorte, Albrás) e o consórcio Alumar, ambos abastecidos pela UHE Tucuruí, e que consomem 40% da sua produção (ANDRADE, CUNHA e GANDRA, 2001).

<sup>56</sup> A produção direta de alumínio pelo Estado, como política de desenvolvimento, se insere nos programas Polamazônia – Programa de Polos Agropecuários e Agromi-nerais da Amazônia, de 1974, que se desdobra no Programa Grande Carajás, na década de 1980 (MONTEIRO, 2005).

Se apresentando como um importante vetor de ocupação e organização territorial, promovendo mudanças significativas na paisagem local e na própria dinâmica regional, a implantação do polo exportador de alumínio na Amazônia envolveu o reassentamento de comunidades inteiras, o inchaço de cidades, o desflorestamento e a perda da diversidade biológica e cultural, além de mudanças no regime hidrológico e a geração de resíduos contaminantes do solo, da água e do ar, cujos impactos são ainda pouco conhecidos, tanto sobre sua natureza, como magnitude e extensão.

Localizando-se no que Théry (2005) identificou como região em vias de incorporação ao território nacional, situando-se entre as regiões já incorporadas e os espaços de reserva, o polo exportador apresenta importância estratégica para sua conservação. Em que medida a implantação do polo exportador de alumínio na Amazônia contribuiu e contribui para o desmatamento na região? E de que maneira pode contribuir para sua conservação?

É importante destacar que não se trata apenas de áreas pontuais de exploração das jazidas e das plantas de beneficiamento e transformação industrial, ou até mesmo do reservatório e a usina de Tucuruí, em si já bastante significativos, mas, deve-se considerar também todo seu sistema de circulação, o que envolve linhas de transmissão de energia, portos, hidrovias e rodovias, a logística que permite a produção integrada do metal na região e a sua exportação.

Associado diretamente ao mercado externo, um pacote tecnológico fechado com “limitada capacidade de interação com a diversidade local” (MONTEIRO, 2005), o parque exportador, com suas vias de circulação, indica também novos padrões de ocupação sob novos sistemas produtivos, um caso em que “sua penetração não é meramente a introdução de novas maneiras de produzir [...] implica na destruição daquilo que existia anteriormente no local [...]. É o conjunto de toda a economia que é obrigado a mudar, frequentemente através da distorção de linhas de desenvolvimento estabelecidas há muito tempo e mais adequadas às necessidades do país”. (SANTOS, 2004).

A transmissão da energia gerada em Tucuruí e a circulação do minério das jazidas para a indústria indicam a magnitude de seus impactos, que se dá em escala meso-regional e apresenta sua própria espacialidade e suas vantagens locais: no espaço brasileiro, não haveria local próximo aos mercados norte-americano, europeu e japonês.

Se do ponto de vista econômico, a eficiência do parque exportador também se dá pela qualidade da bauxita e pelo emprego da hidroeletricidade, que apresenta maior eficiência energética (VIEIRA, 2004), do ponto de vista social, a ausência de projetos para o desenvolvimento local gerou conflitos de diversas ordens observados na região e registrados em inúmeras pesquisas, cujo exemplo notável é o de Tucuruí, em que a população do seu entorno ainda sofre com problemas de abastecimento de energia (RAMOS, 2001).

Ao transformar comunidades rurais em comunidades urbanas em apenas uma década, com forte e acelerado processo de adensamento populacional e a desarticulação de seu modo de vida, como foi o caso de Barcarena (MAIA e MOURA, 1995) e Tucuruí (FARAH e FARAH, 1993), a capacidade dos municípios de responder às demandas por saúde, educação e infraestrutura urbana se viram limitadas pela arrecadação comprometida pelas isenções fiscais e tributárias, em um caso em que o Estado passa a financiar diretamente as grandes firmas reduzindo sua capacidade de investimentos nos setores que interessam diretamente à população (SANTOS, 2004).

Do ponto de vista ambiental, a produção de alumínio primário apresenta grande consumo de energia e exaustão de recursos. Em 2006, no Brasil, essa produção consumiu 6,0% de toda a energia elétrica gerada no país (ABAL, 2007). Além disso, são necessárias de 4 a 5 toneladas de bauxita para se extrair apenas 1 tonelada do metal. A produção de alumínio é também responsável pela emissão de PFCs – per flúor carbono – gases regulados pelo Protocolo de Kyoto, cujo potencial é de 6.500 a 9.200 vezes maior que o CO<sub>2</sub> na criação do efeito estufa (ABAL, 2005).

Deve-se levar ainda em consideração os impactos como acidificação, eutroficação/nutrição e a geração de resíduos sólidos e resíduos tóxicos, nos quais envolvem a produção primária do metal (VIEIRA, 2004), além das emissões do próprio alumínio na atmosfera, cujas emissões elevadas apresentam efeitos tóxicos tanto sobre a vegetação como para a própria população (GUTBERLET, 1996).

#### 4. CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Embora as reservas mundiais de bauxita ainda garantam aproximados 300 anos para o seu esgotamento (ABAL, 2005), além da própria tecnologia da reciclagem<sup>57</sup>, o uso racional do alumínio justifica-se especialmente pelos impactos ambientais da sua produção, relacionados à sociobiodiversidade e à conservação do patrimônio genético do planeta, bem como ao grande consumo de energia.

Aumentar os atuais padrões de consumo do alumínio, no caso da Amazônia, terceira maior reserva mundial, implica no aumento da demanda por energia elétrica, no que se insere mais o projeto da usina de Belo Monte e outros projetos no Rio Madeira, além do próprio aumento acelerado das áreas de mineração sobre a floresta. No entanto, seus impactos vão além dos seus limites regionais, em que empreendimentos de autogeração de energia em instalação ou operação da indústria do alumínio são observados em todo o país.

Neste sentido, o custo ambiental da produção do alumínio primário na Amazônia, bem como do seu crescimento e expansão, devem ser considerados, principalmente conhecidos e valorados, de modo a permitir a sua internalização.

Determinado pelo mercado, especialmente pelas próprias empresas integradas que também atuam na sua transformação, o preço do alumínio primário, ao não considerar os custos socioambientais da sua produção, acaba por induzir a padrões intensivos de exploração de recursos e serviços ambientais, bem como contribui para o acirramento das desigualdades sociais em escala local.

Neste sentido, a internalização dos custos ambientais ao preço do alumínio primário pode atuar sobre a demanda, e indicar tanto ao uso racional do metal, como uma melhor distribuição dos seus benefícios econômicos e sociais, sobretudo nas etapas iniciais da cadeia, onde se dão efetivamente seus impactos ambientais e a necessidade da sua recuperação e mitigação, garantindo a sustentabilidade do metal e do próprio ecossistema em que se insere a sua produção.

De outro modo, a internalização dos custos socioambientais remete à sua própria valorização, que na clássica divisão internacional do trabalho indica que tão importante quanto a tecnologia são os recursos naturais - sua preservação e uso racional. Pode-se, em última análise, vislumbrar uma nova relação entre os países produtores de tecnologia e de matérias-primas, capaz de superar o atual modelo de dependência e subdesenvolvimento.

No entanto, como adverte Furtado (1992) enquanto prevalecer a lógica das empresas transnacionais na ordenação do território, seu resultado “conduzirá quase necessariamente a tensões inter-regionais, à exacerbação das rivalidades corporativas e à formação de bolsões de miséria, tudo apontando para a inviabilização do país como projeto nacional”.

Um modelo autêntico de desenvolvimento sustentável para o Brasil e para a Amazônia, tendo-se por base a exploração do alumínio, além da integração do mercado interno e a substituição de importação de produtos acabados de alumínio, deve ainda ser capaz de garantir a coexistência dos diferentes modos de vida e a diversidade cultural da Amazônia.

O reconhecimento e incorporação dessas lógicas e culturas historicamente hegemônicas tanto nos projetos de desenvolvimento como no ordenamento territorial, podem indicar os caminhos dessa coexistência, capaz de garantir e valorizar a diversidade biológica e cultural, e responder a um dos maiores desafios da contemporaneidade: as mudanças nos atuais padrões predatórios de produção e consumo que ameaçam a reprodução da vida no planeta.

<sup>57</sup> Nos últimos 25 anos, a taxa média aproximada entre o consumo doméstico e a sucata recuperada dos países desenvolvidos foi de 30%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M.L.A, CUNHA, L.M.S. E GANDRA. **A indústria do alumínio: desempenho e impactos da crise energética**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n.14. setembro de 2001. p. 3-26.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO - ABAL. **Fundamentos e Aplicações do Alumínio**. São Paulo, ABAL, 2007a.
- \_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico 2006**. São Paulo, ABAL, 2007b.
- \_\_\_\_\_. **Relatório de Sustentabilidade da Indústria do Alumínio**. São Paulo, ABAL, 2005.
- FARAH, Flávio; FARAH, Marta F. S. Vilas de mineração e de barragens no Brasil: retrato de uma época. São Paulo: IPT, 1993.
- FURTADO, Celso. Brasil, a construção interrompida. 3ª edição, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- GRAHAM, Ronald. The Aluminium Industry and the Third World. Multinational Corporations and Underdevelopment. London: Zed Press, 1982.
- GUTBERLET, Jutta. Cubatão: Desenvolvimento, Exclusão Social, Degradação Ambiental. São Paulo: Edusp/Fapesp, 1996.
- LIMA, Dumara Regina. O fenômeno da reciclagem de latas de alumínio no Brasil: Inovação Tecnológica, Oligopólios e Catadores. Dissertação de Mestrado em Política e Gestão Ambiental. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- MAIA, M.L.S.; MOURA, E.A. F. Da farinha ao alumínio: os caminhos da modernização na Amazônia. In: CASTRO, Edina, MOURA, Edila A.F. e MAIA, Maria Lúcia Sá (orgs.) **Industrialização e grandes projetos: desorganização e reorganização do espaço**. Belém: Editora da UFPA, 1995.
- MANSO, Gilberto Costa. **Um estudo de organização industrial aplicado ao setor mineral. O caso da indústria do Alumínio**. Dissertação de Mestrado em Economia. Faculdade de Economia. Universidade de Brasília, Brasília, 1985.
- MONTEIRO, M.A. Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional. Revista Estudos Avançados 53. Dossiê Amazônia Brasileira I. Vol 19, n. 53 – Universidade de São Paulo, janeiro/abril 2005. p. 187-208.
- RAMOS, S.M.F.G. UHE-Tucuruí: Conflitos Socioambientais – Episódios do pleito do Plano de Desenvolvimento Regional. In: BURSZTYN, Marcel. **A Difícil Sustentabilidade: Política Energética e conflitos ambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.
- SANTOS, Milton. **O espaço dividido**. 2ª edição. São Paulo, Edusp, 2004.
- THÉRY, H. Situação da Amazônia no Brasil e no continente. Revista Estudos Avançados 53. Dossiê Amazônia Brasileira I. Vol 19, n. 53. Universidade de São Paulo, janeiro/abril 2005. p. 187-208.
- VIEIRA, Arimar Leal. **Análise do ciclo de vida (ACV) Uma avaliação social e econômica da reciclagem das latas de alumínio na cidade de Belém**. Tese de Doutorado em Ciências: Desenvolvimento Sócio-Ambiental. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará. Belém, 2004.