



V Simpósio de Estudos e
Pesquisas em Ciências
Ambientais na Amazônia

ANAIS

Trabalhos Completos Aprovados – 2016

Volume II

ISSN: 2316-7637

Belém - Pará



A ÁGUA VIRTUAL NA EXPORTAÇÃO MINERAL DO ESTADO DO PARÁ: O CASO DO MANGANÊS E DO FERRO

Dryelle de Nazaré Oliveira do Nascimento¹, Verônica Chaves da Silva², Norma Ely Santos Beltrão³, Hélio Raymundo Ferreira Filho⁴, Silvio Brienza Júnior⁵

¹ Mestranda em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará. Email: dryelleoliveira@yahoo.com

² Mestranda em Ciências Ambientais. Universidade Federal do Pará. Email: veronicachavessilva@gmail.com

³ Doutora em Economia Agrícola. Universidade do Estado do Pará. Email: normaelybeltrao@gmail.com

⁴ Doutor em Ciência da Gestão. Universidade do Estado do Pará. E-mail: helio.ferreira@uepa.br

⁵ Doutor em Agricultura Tropical. Pesquisador na Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: silvio.brienza@embrapa.br

RESUMO

No estado do Pará, encontram-se importantes depósitos minerais, com destaque para a Província Mineral de Carajás. O Estado é um dos maiores produtores dos minérios de Ferro e Manganês a nível nacional, os quais possuem como principais destinos países como China, Japão, República da Coreia e Alemanha. Considerando que no processo de extração e beneficiamento destes minérios uma enorme quantidade de água é necessária, é possível analisar o fluxo de Água Virtual. Este conceito relaciona-se ao comércio indireto da água contida em alguns produtos, sendo ela matéria prima intrínseca destes e envolvida no processo produtivo. O objetivo deste trabalho é o de avaliar o comércio de Água Virtual nos minérios de Manganês no ano de 2013 e de Ferro em 2014, nas exportações do estado do Pará. Os cálculos foram desenvolvidos conforme a metodologia Chapagain e Hoekstra (2003). Os principais importadores de água virtual dos minérios de Manganês foram China, França e Noruega, com um valor de água virtual total de 1.790.313,525 m³. No ano de 2014, os principais destinos da Água Virtual exportada por meio do minério de Ferro foram China, Japão, República da Coreia do Sul e Alemanha com valor total de 64.978.088,86 m³. O estudo apresenta valores semelhantes aos de Hoekstra e Hung (2002) e Chapagain e Hoekstra (2003), possuindo como principais importadores de água virtual países com extensão territorial reduzida ou com escassez de recursos hídricos.

Palavras-chave: Água virtual. Minérios. Exportação.

Área de Interesse do Simpósio: Economia Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém um dos maiores patrimônios minerais do mundo sendo considerado um importante produtor e exportador de minérios de alta qualidade. A Indústria da Mineração é

um dos responsáveis pelo saldo positivo da balança comercial brasileira e registra ao longo da última década crescimento vigoroso graças a fatores como as profundas mudanças socioeconômicas e de infraestrutura que o País tem vivenciado (IBRAM, 2012a).

A partir de 2000, o aumento da demanda por minerais, principalmente pelo elevado índice de crescimento mundial, impulsionou o valor da Produção Mineral Brasileira (PMB), e em uma década apresentou crescimento significativo (IBRAM, 2012b). Em 2010, o Brasil foi considerado um dos principais produtores de minerais do mundo comercializando cerca de 80 commodities minerais (GURMENDY, 2012).

A região amazônica possui importantes depósitos minerais. Os principais depósitos de Manganês encontram-se na Província Mineral de Carajás e na Serra do Navio, com ocorrências também em na Serra dos Apicais, estado do Mato Grosso, e nas regiões entre os rios Manicoré e Sucunduri, sudoeste do estado do Amazonas (SILVA et al., 2012). Na região de Carajás também estão reservas de Ferro com 18 milhões de toneladas e teor médio de 65,4% de Ferro (PARADELLA et al., 2015).

O conceito de Água Virtual foi introduzido na década de 1990, por Tony Allan e somente após quase uma década o assunto passou a ser considerado como de relevância para se atingir a segurança hídrica a nível global (HOEKSTRA, 2003). Este conceito é empregado no contexto internacional ou inter-regional de fluxos de água virtual. Quando determinado país ou região exporta ou importa determinado produto, também o faz para a água nele incorporada, ao que se denomina de fluxos ou comércio de água virtual (HOEKSTRA et al., 2011).

O Pará é o segundo maior produtor de Ferro, com 29,3% das extrações no ano de 2012, e detentor de 4,3% das reservas nacionais de Manganês (IBRAM, 2012b). Segundo Hoekstra (2014) estima-se que 22% do consumo global de água e sua poluição estejam ligados a produção de bens de exportação. Países como os Estados Unidos, Brasil, Argentina, Austrália, Índia e China são grandes exportadores virtuais de água, o que significa o uso intensivo de recursos hídricos nacionais para a produção de commodities de exportação. Deste modo, objetivo deste trabalho é o de avaliar o comércio de Água Virtual nos minérios de Manganês no ano de 2013 e de Ferro em 2014, nas exportações do estado do Pará.

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estado do Pará é uma das 27 unidades federativas do Brasil. Considerado o segundo maior estado do país com uma extensão de 1.248.042,515 km², dividido em 144 municípios (com a criação de Mojuí dos Campos). O estado é o mais populoso da região norte, contando com uma população estimada de 8.272.724 habitantes (IBGE, 2016).

A economia se baseia no extrativismo mineral (ferro, bauxita, manganês, calcário, ouro, estanho) e vegetal (madeira), na agricultura, na pecuária, na indústria e no turismo. A mineração, cuja atividade ocorre principalmente na região sudeste do estado, têm Parauapebas como a principal cidade de extração de minério (ALENCAR & BORGES, 2013).

O processo de extração mineral apresenta-se importante no fornecimento de matéria-prima para as indústrias das mais diversas categorias, entre elas, a metalúrgica, a siderúrgica, além de outras, constituindo-se, portanto, em um setor de profunda importância para a economia nacional, já que a atividade mineradora é responsável pela criação de inúmeros empregos diretos, confirmando assim sua marcante contribuição para o desenvolvimento da economia paraense (ALENCAR, 2008). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Mineração (2014), o Saldo Brasil do setor mineral tem grande contribuição advinda do estado do Pará, ocupando 2º lugar em arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), atrás apenas de Minas Gerais.

2.2 CÁLCULO DA ÁGUA VIRTUAL

O cálculo da Água Virtual foi realizado conforme a metodologia Chapagain e Hoekstra (2003), na qual os volumes de Água Virtual de entrada e saída podem ser calculados multiplicando-se tais valores com suas respectivas quantidades negociados entre os países. Serão determinados os fluxos de quatro minérios de Manganês para o ano de 2013 e de Ferro para o ano de 2014. Os valores em toneladas destes minérios exportados pelo estado do Pará, bem como os seus destinos de exportação, foram obtidos no 4º Anuário Mineral do Estado do Pará (SIMINERAL, 2016).

Deste modo, os fluxos de água virtual (VWF, m³/ano) do país de exportação e e de importação i em um ano t é são o resultado do comércio do produto mineral p(ton/ano) que pode ser representado por (CHAPAGAIN & HOEKSTRA, 2003):

$$VWF[e, i, p, t] = PT[e, i, p, t] \times VWC_p[e, p]$$

na qual PT representa o produto comercializado (ton/ano) exportado e e importado i em um ano t, enquanto que WC_p é o conteúdo de água virtual (m³/ton) do produto mineral p no país de exportação. A diferença entre o total de água virtual exportada e importada representa a balança do país no período analisado.

Para o estudo em questão, considerou-se como os valores de água (m³) necessários para produção de uma tonelada de cada minério os disponíveis em CNI e IBRAM (2012), para os quais foi realizada a média do consumo de água (Tabela 1). Quanto ao balanço de água virtual, observou-se o estado do Pará apresenta saldo positivo, pois inexistente a importação dos minerais estudados.

Tabela 1- Consumo de água pelos minerais analisados.

Tipologia mineral	Consumo médio de água (m ³ /ton)
Ferro	0,59
Manganês	1,155

Fonte: CNI e IBRAM (2012), adaptado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

China, Japão, República da Coreia do Sul, Alemanha e França foram os principais importadores da água virtual proveniente dos minérios analisados e extraídos do estado do Pará nos anos de 2013 e 2014 (Tabela 2):



Tabela 2- Água Virtual por destino de exportação dos minérios de Manganês e Ferro.

Ano	Minério	Destino da exportação	Água Virtual (m ³)
2013	Manganês	China	1.117.193,38
		França	206.918,25
		Noruega	225.109,50
		Ucrânia	106.184,92
		Venezuela	53.504,22
		Subtotal	1.708.910,28
		Outros	1.708.910,28
		Total	1.790.313,52
2014	Ferro	China	36.430.177,76
		Japão	5.990.705,42
		República Coreia do Sul	4.847.802,85
		Alemanha	3457.751,05
		França	2.064.498,50
		Subtotal	52.790.935,58
		Outros	12.187.153,28
		Total	64.978.088,86

Fonte: Autores.

O Brasil, junto a somente mais sete países (Índia, China, Estados Unidos, Rússia, Indonésia, Nigéria e Paquistão), contribuem com cerca de 50% da pegada hídrica global (HOEKSTRA & CHAPAGAIN, 2006). Este é um indicador multidimensional do uso da água que expressa os volumes de consumo de água por fonte, bem como os volumes de poluição pelo tipo de poluição (HOEKSTRA et al., 2011). Quanto à água virtual, o Brasil é um dos maiores exportadores deste recurso a nível global e países como China, Japão e Holanda estão entre os maiores importadores (HOEKSTRA & HUNG et al., 2016).

Apesar da necessidade da gestão de recursos hídricos na mineração, no Brasil existem poucos dados relacionados ao consumo, origem, qualidade e descarte da água utilizada na mineração (CETEM, 2005). Na usina de Carajás, a principal fonte de água superficial para os processos de beneficiamento e abastecimento provém da bacia do Igarapé Gelado e é captada em barragem homônima. Quanto à água subterrânea, a captação é proveniente de aquífero originário da própria formação ferrífera (ANA, 2006).

Países que possuem escassez de água e reduzida área territorial, tendem a importar produtos que requerem maior quantidade de água para sua produção e exportar produtos que

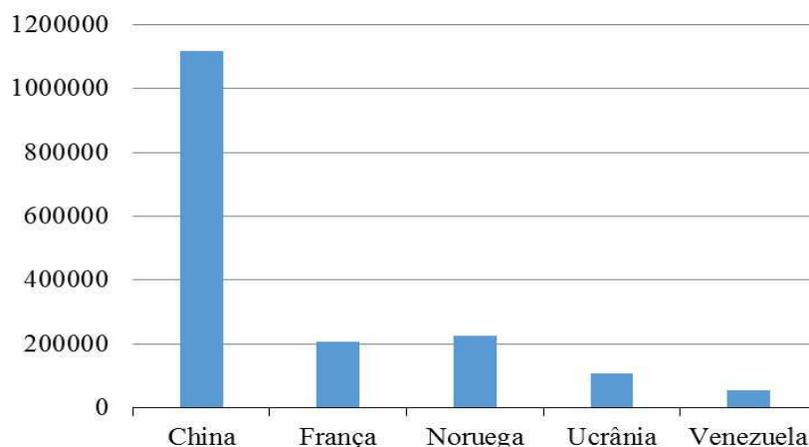
necessitam de pouca quantidade de água em seu processo produtivo. China, Japão, República da Coreia, Alemanha, Holanda e Itália estão entre os dez principais importadores de água virtual (HOEKSTRA & HUNG et al., 2002). Deste modo, no fluxo dos minérios analisados, possuem um balanço negativo de água virtual em relação ao estado do Pará.

Em análise desenvolvida por Chapagain e Hoekstra (2003), os autores dividem treze regiões mundiais para melhor demonstrar o fluxo de água virtual a nível global. Deste modo, obtiveram que a região América do Sul é um dos principais exportadores de água virtual para as regiões América do Norte, Europa Ocidental e Ásia Central e do Sul. Percebe-se que, a maior parte da Água Virtual dos minérios analisados tem como destino as regiões Europa Ocidental e a Ásia Central e do Sul, esta última, a maior importadora de água virtual a nível global.

Devido à afinidade geoquímica entre o ferro e o manganês, é comum a associação paragenética entre estes minerais e em diversas formações ferríferas são produzidos ambos minérios, ou ainda o tipo ferro-manganês (IBRAM, 2012). No ano de 2015, este minério teve participação de 1,05% no total das exportações paraenses (FAPESPA, 2016).

Das exportações do Manganês, 66% delas ano de 2013 foram destinadas à China, seguida de Noruega, com 13% e França com 13%, de acordo com análise realizada a partir dos dados disponíveis em SIMINERAL (2015). O valor de água virtual para este minério neste ano foi de 1.790.313,525 m³, se levados em consideração todos os países. O maior importador de água virtual estado do Pará em 2013, para este minério, foi a China, com 1.117.193,385 m³ (Figura 1).

Figura 1: Fluxo de Água Virtual para o minério de Manganês no ano de 2013 (m³).



Fonte: Autores.

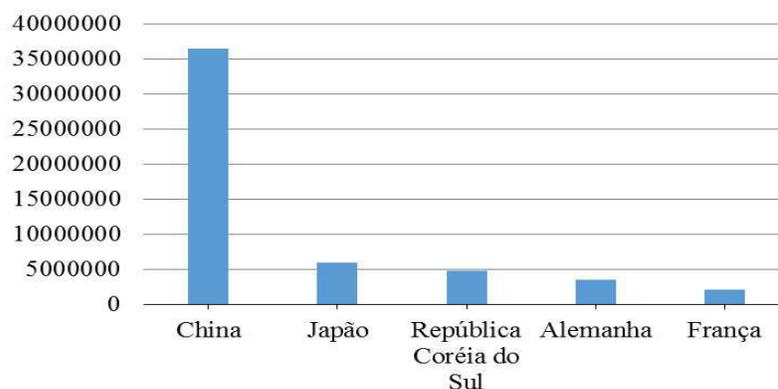
Os principais produtores de minério de ferro no Brasil são: MG (67%), PA (29,3%) e outros com (3,7%). A empresa Vale exportou no ano de 2015 e 2016 (425.000 toneladas). A China é grande comprador de minério de ferro brasileiro, mais de 45% das exportações são destinadas àquele país. (IBRAM, 2012b).

A pauta de exportação paraense alcançou um valor US\$ 2,554 bilhões no terceiro bimestre de 2013, 10% a mais que o mesmo período de 2012. Somente o minério de ferro foi responsável por 61,24% do valor exportado no estado (IDESP, 2013).

Das exportações do estado do Pará, a China continua sendo o país detentor do maior valor exportado pelo estado, US\$ 849,770 milhões. Desse total, 88,52% ou US\$ 752,284 milhões correspondem a minério de ferro. Assim, esse país firmou-se, mais uma vez, como o maior comprador da commodity paraense, algo em torno de 48,26% de todas as exportações de minério de ferro (IDESP, 2013).

Em 2014, o minério de ferro representou 61,5% do total de bens exportados pela cadeia produtiva mineral. Referente as exportações desse minério, 69% foi destinado à China, seguido do Japão com 11%, República Coréia do Sul com 9%, Alemanha com 7% e a França com 4% (SIMINERAL, 2015). O volume de água virtual exportada de minério de ferro neste mesmo ano foi de 64.978.088,86 m³, levando em consideração todos os países de destino. O estado do Pará foi que mais exportou água virtual no ano de 2014, e seu principal destino foi a China 36.430,17 m³, seguida do Japão (59.907,05 m³) República Coréia do Sul (48.478,03 m³) Alemanha (34.577,51 m³) e França (20.644,99 m³) (Figura 2).

Figura 2: Fluxo de Água Virtual para o minério de Ferro no ano de 2014 (m³).



Fonte: Autores.

4. CONCLUSÕES

O comércio internacional e seu impacto no meio ambiente pode ser analisado sob diversos aspectos. Neste estudo, o foco foi sobre a água consumida nos processos de beneficiamento de minérios que são posteriormente exportados através do fluxo de água virtual embutido nos produtos. O processo de extração mineral requer um grande consumo de água em todas as suas etapas, além disso, também gera grande quantidade de efluente. Por conta disso, o consumo de água é elevado, e, conseqüentemente, o valor da água virtual.

O estado do Pará tem se beneficiado da vantagem comparativa na exportação de minérios por deter importantes províncias minerais as quais se extraem grandes volumes de minério de Ferro e Manganês, além da facilidade e disponibilidade de água para uso nos processos produtivos.

Por essa razão, o fluxo de água virtual demonstrou ser uma importante ferramenta para avaliação do uso da água a nível global e regional e particularmente, no estado do Pará, a metodologia de seu cálculo tornou possível avaliar quais os principais países importadores de água virtual nos minérios de Ferro e Manganês beneficiados no estado.

Resultados deste estudo indicaram que em 2013, os principais importadores de água virtual dos minérios de Manganês foram China, França e Noruega. E o volume total de água virtual exportada por meio dele foi de 1.790.313,52 m³. No ano de 2014, os principais destinos da Água Virtual exportada por meio do minério de Ferro foram China, Japão, República da Coreia do Sul e Alemanha e o valor total de água virtual exportada por meio deste minério foi de 64.978.088,86 m³.

Por fim, ressalta-se que estes resultados estão de acordo com trabalhos anteriores encontrados na literatura que apontam como principais países importadores de água virtual aqueles com extensão territorial reduzida ou com escassez de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. E. Análise da sustentabilidade das fontes energéticas utilizadas na transformação do minério de ferro em ferro-gusa para o Estado do Pará. Dissertação (Mestrado), Universidade da Amazônia, 2008, 142f.

ALENCAR, A. E; BORGES, F. Q. Análise da sustentabilidade das fontes energéticas utilizadas Japão, na transformação do minério de ferro em ferro-gusa para o estado do Pará. Belém, PA, 2013.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (CETEM). Informativo do Centro de Tecnologia Mineral ano VI nº 1 jan/mar, 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI) / INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). Mineração e Economia Verde. Encontro da Indústria para a Sustentabilidade, Brasília, 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Sumário Mineral, Brasília, vol.35, 2015, 135p. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015>> Acesso em: 24/10/2016.

ÉPOCA. China responde por 51,6% da venda de minério de ferro pela Vale no 2º semestre, set/2015.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS. Informe Técnico do Comércio Exterior Paraense-Março. Belém, 2016.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. O Estado do Pará Disponível em: <http://www.pa.gov.br/O_Para/opara.asp> Acesso em 26/10/2016

GURMENDY, A. The Mineral Industry of Brazil. U.S Geological Survey Minerals Yearbook, 2010, 20p.

HOEKSTRA A.Y. Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series n.1, 2003.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A.K. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. Water Resour Manage, Delft, 2006.

HOEKSTRA, A.Y. CHAPAGAIN, A.K.; ALADAYA, M.M.; MEKONNEN, M.M. Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global. Water Footprint Network, 2011.

HOEKSTRA, A.Y.; HUNG, P.Q. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water: Research Report Series. n. 11, 2002.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ (IDESP). Boletim Comércio Exterior 3º Bimestre de 2013, 20p, 2013. Disponível em: <http://www.idesp.pa.gov.br/pdf/boletinsComercioExterior/comercioExt3Bim_2013.pdf> Acesso em 23/10/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). A força da Mineração Brasileira, 2012a. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002151.pdf>> Acesso em 24/10/2016.



INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira, 7ª edição, dez/2012b. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002806.pdf>> Acesso em 24/10/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). Informações sobre a economia mineral do Estado do Pará. Dez/2014. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005484.pdf>> Acesso em: 25/10/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). Informações sobre a economia mineral brasileira. Brasília, set/2015. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005836.pdf>> Acesso em 24/10/2015.

MONTEIRO, M. A. Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional. ESTUDOS AVANÇADOS 19 (53), 2005.

PARADELLA, W.R.; FERRETI, A.; MURA, J.C.; DAVIDE, C.; GSMS, F.F.; TAMBURINI, A. SANTOS, A. R.; NOVALI, F.; GALO, M.; CAMARGO, P.O.; SILVA, A.Q.; SILVA, G.G.; SILVA, A.; GOMES, L.L. Mapping surface deformation in open pit iron mines of Carajás Province (Amazon Region) using an integrated SAR analysis. Engineering Geology, 193, 2015, p. 61–78.

SANCHEZ, L. Votorantim assume o controle da Peruana MILPO por us\$ 420 milhões. Agência Estado, jul/2010. Disponível em: <<http://www.adimb.com.br/site/admin/inc/clipping/56.pdf>> Acesso em 23/10/2016.

SILVA, A.R.B. da. A Indústria Mineral do Pará. Edição do Autor. Belém, 2012.
VALE. Mineração: Cobre, 2016. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/business/mining/copper/Paginas/default.aspx>> Acesso em 23/10/2016.