

# Os Potenciais Hídricos da Amazônia

Dr. Marcelo Bentes Diniz

Prof. Associado

Programa de Pós-Graduação em Economia

Faculdade de Ciências Econômicas

Universidade Federal do Pará

E-mail: mbdiniz2007@

hotmail.com

3º Congresso Internacional do Centor Celso Furtado

Manaus – Setembro de 2016

## Bacia Hidrográfica da Amazônia

- ✓ Maior reserva de água doce do planeta – aproximadamente 15% do volume de água da terra (SHIKLOMANOV, 1998; CHANG, 2013);
- ✓ 64% da bacia hidrográfica da Amazônia encontra-se no território brasileiro e esta corresponde a cerca de 71% do estoque de água doce do Brasil (VAL et al. 2010);
- ✓ Existem evidências científicas da contribuição dos ciclos hidrológicos – produto da interação da bacia com o bioma amazônico – na regulação do clima global, principalmente pela geração de umidade, absorção e diluição de poluentes, regimes de chuvas, entre outros.

## Serviços Hidrológicos

- ✓ Derivam da interação dos ecossistemas aquáticos e terrestres (BRAUMAN et al., 2007). O eixo central destes serviços está no trabalho conjunto do elemento químico água com fluxos bióticos e abióticos dos ecossistemas (Rodriguez, 2015).
- ✓ Enquanto serviços de provisão, os benefícios dos serviços hidrológicos são capturados pela extração de água das fontes (off-stream) ou através de outras formas de capital produzidos pelo homem (in-stream).
- ✓ Os usos off-stream possuem características de rivalidade devido á retirada de água da fonte natural, diminuindo a disponibilidade para outros usuários, ao contrário nos usos in-stream. Portanto, a água bruta tem tendência de bem comum, enquanto as hidrovias, a energia potencial e os ecossistemas aquáticos de bens públicos.

## Serviços Hidrológicos

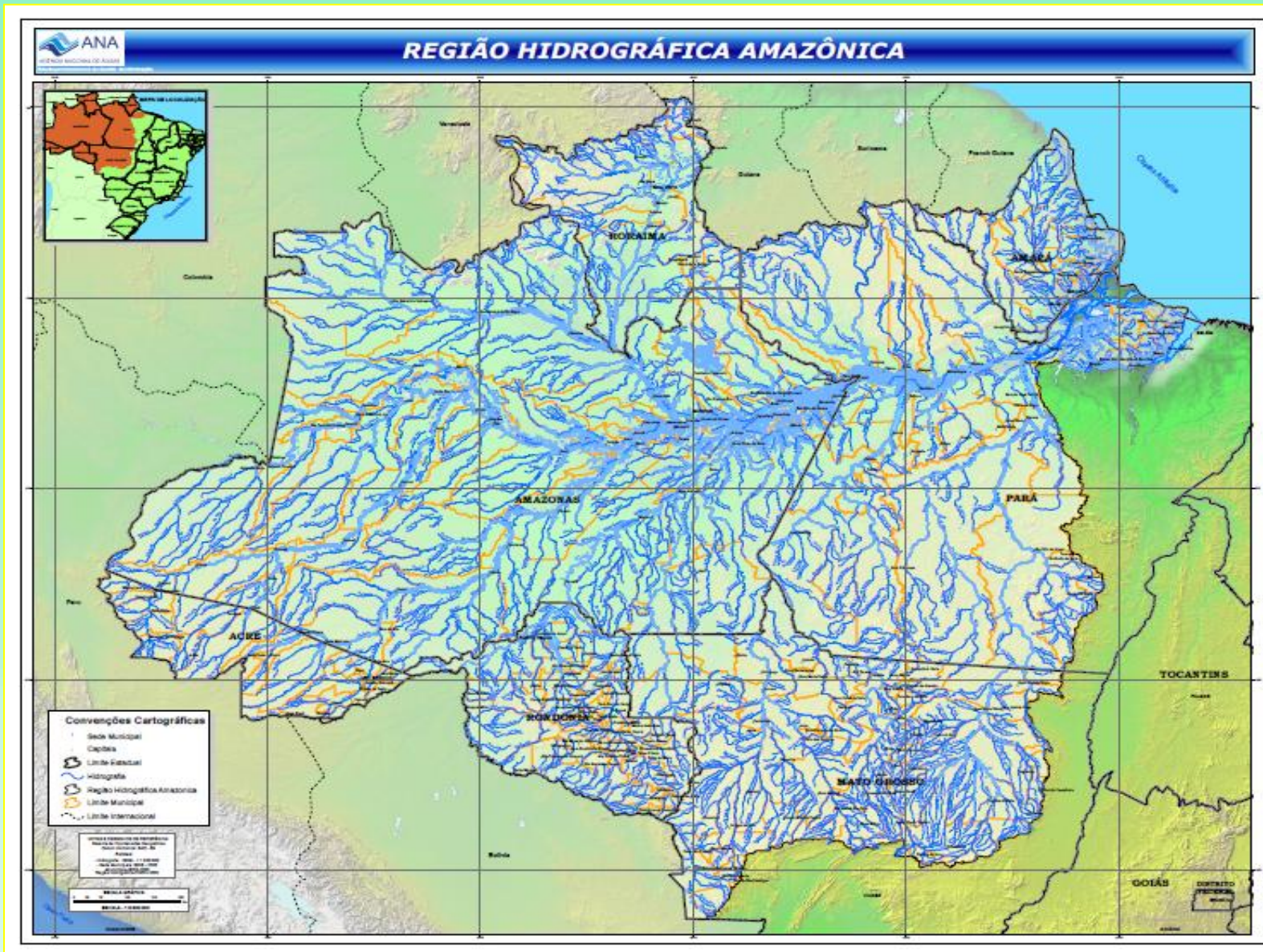
- ✓ A água utilizada na produção de bens e serviços é denominada "água virtual ou incorporada". E os setores que mais demandam água virtual são a produção de energia, agricultura e indústria. Sua comercialização, como insumo ou como bem de consumo final a caracteriza como um bem privado.

## Serviços Hidrológicos

- ✓ A sensibilidade da disposição de água nos ecossistemas e na atmosfera frente a fatores externos como emissão de poluentes ou desflorestamento, coloca a água como o principal meio através do qual as mudanças climáticas influenciam o ecossistema terrestre, e, portanto, sobre os bens e serviços que sustentam o bem-estar da sociedade (WWAP, 2015).
- ✓ Portanto, a perda de recursos hídricos (e, por tanto, dos serviços ecossistêmicos) pode resultar em sua caracterização como um mal público). Além disso, a sua provisão inadequada pode resultar em diferentes formas de externalidade negativa.
- ✓ Outros problemas de caráter transfronteiriços, dizem respeito a perda biodiversidade; eventos hidroclimáticos extremos, transporte de sedimentos e sedimentação; erosão etc.



# Delimitação da Região Hidrográfica da Amazônia (Brasil)



Fonte: ANA (2014)











# Caraterização dos Serviços Hídricos da Amazônia

**BENS PRIVADOS**

**BENS PÚBLICOS**

**BENS PÚBLICOS GLOBAIS**

Três características que definem os serviços hídricos (ecossistêmicos) da Amazônia como um Bem Público Global:

- ✓ Sua dimensão territorial. Seus benefícios atingem direta e indiretamente muitos países;
- ✓ Seus benefícios não apresenta restrições quanto a grupos socioeconômicos, não havendo quaisquer tipos de restrições sob classe social, sexo, ideologia, entre outros.
- ✓ Abastece as gerações atuais sem prejudicar o suprimento das futuras gerações. Possui, portanto, abrangência intergeracional.

# Serviços Ecosistêmicos dos Recursos Hídricos

Processos Eco-hidrológicos	Atributos Hidrológicos	Serviços Hidrológicos
Interações no clima local Água absorvida pelas plantas	Quantidade (Estoque e Fluxo de águas subterrâneas e superficiais)	<b>Provisão de Água:</b>  *Off-stream: Água para consumo humano, industrial, irrigação e pecuária.
Processos de filtração Estabilização do solo Interações químicas e biológicas dos componentes do ecossistema	Qualidade (Composição de patógenos, nutrientes, salinidade, etc.)	*In-stream: Desenvolvimento de atividades como navegação, produção de hidroeletricidade, pesca.
Desenvolvimento do solo Modificação do solo Alteração dos percursos de escoamento	Localidade (superficial ou subterrâneo / upstream ou downstream / dentro ou fora do canal)	<b>Serviço de Regulação - Mitigação de Danos:</b> controle de inundações, controle de sedimentação de corpos de água, regulação do fluxo de água salgada nas águas subterrâneas, purificação de água.
Desenvolvimento de bancos de rios		<b>Serviços de Suporte:</b> provisão de nutrientes e água para as formas de vida e desenvolvimento de habitats.
Controle de velocidade de fluxo de água Variações na estocagem de água Sacionalidade no uso da água por parte do ecossistema	Tempo de fluxo de água (pontos máximos e mínimos de fluxo, velocidade)	<b>Serviços Culturais:</b> provisão de valores espirituais, estéticos, valores religiosos e educacionais, turismo.



# Serviços Ecossistêmicos dos Recursos Hídricos – Valor de Uso Direto

Ecossistema		Mercado	
Serviço Ecossistêmico Final	Benefícios (Kn)	Intervenção Antrópica (Kp)	Bens de Mercado
Provisão de Água	Água Bruta	Usos Off-stream	
		Captação de água bruta, adução, tratamento e transporte	Água tratada para consumo humano Água tratada para uso industrial
		Captação e transporte de água bruta a áreas agrícolas e pecuárias	Água para uso agrícola e pecuario
	Hidrovias	Usos In-stream	
		Dragagem, embarcações, instalação de infraestrutura portuaria	Transporte Fluvial de Passageiros e Carga
		Energia Potencial Gravitacional dos corpos de água	Instalação de plantas hidrelétricas (transformação de energia potencial gravitacional a energia elétrica)
Ecosistemas Aquáticos	Infraestrutura para atividade pesqueira artesanal e industrial	Peixes e outros organismos aquáticos	

Fonte: Rodriguez (2015)

# Serviços de Provisão dos R.H. – Extensão V.U. Direto e Indireto

Bem Ecossistêmico associado	Bem ou serviço mercadificado	Extensão territorial dos benefícios do serviço Provisão de Água			
		Local	Nacional	Regional	Global
Água Bruta	Água para Consumo Doméstico	Estados da RHA	-	-	-
	Água para Consumo Industrial				
	Água para Irrigação	Abastecimento Local e Nacional de bens resultantes da atividade industrial, agropecuária e pesqueira		Principais beneficiados: Argentina, Venezuela, Colombia, Chile, Peru	Principais beneficiados: Espanha, Alemanha, Países Baixos, Israel, Bélgica, Hong Kong, Egito, Malásia, Rússia, Itália, Vietnã, China, Turquia, Coreia do Sul, Estados Unidos, entre outros
	Água para Mitigação de sede animal				
Ecossistema Aquático	Recursos Pesqueiros				
Corpos de Água Superficiais	Diluição de Efluentes	Estados da RHA			
Hidroviás	Transporte fluvial de passageiros	Estados da RHA		Bolívia	
	Transporte fluvial de carga	Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Rondônia	Principais beneficiados: Maranhão, Porto Alegre, Estados do Nordeste, São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraíba, Mato Grosso	Principais beneficiados: Argentina, Chile	Principais Beneficiados: Alemanha, Argélia, Bulgária, China, Estados Unidos, França, Polónia, Portugal, Romênia, Rússia, Uruguai
Energia potencial gravitacional das correntezas de água	Energia Hidrelétrica	As maioria das usinas hidrelétricas da região estão conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN)		-	-
Lançamento de água doce ao oceano Atlântico	-	Costa de Pará e Amapá	Costa Nordeste Ocidental do Brasil - Zona Exclusiva Econômica do Brasil (ZEE/Brasil)		Oceano Atlântico
Transporte de Umidade	-	Estados da RHA	Sul e Sul este do Brasil	América do Sul, especificamente Paraguai, Bolívia e Norte de Argentina (Bacias de Paraná e La Plata)	América Central

Fonte: Rodriguez (2015)

## Serviços de Provisão dos R.H. – Medida de Valor de Mercado Associado

<b>Bens derivados da provisão de água</b>	<b>Preços de mercado</b>
Água para consumo municipal	Tarifa de fornecimento de água tratada (R\$/m <sup>3</sup> )
Água para consumo industrial	Tarifa de fornecimento de água tratada (R\$/m <sup>3</sup> )
Água para irrigação	Tarifa de fornecimento de água (R\$/m <sup>3</sup> )
Hidroeletricidade	Tarifa de energia elétrica (R\$/KWH)
Recursos Pesqueiros	Preço de peixes, moluscos, etc. (R\$/ton)
Transporte Fluvial	Tarifa de transporte de passageiros (R\$/passag.)
	Tarifa de frete de carga (R\$/ton)



# Vazão de Retirada Segundo os Usos Consutivos na Região Hidrográfica da Amazônia

Tipo de Uso	Volume (m3/seg)	Percentual (%)
Abastecimento Humano Urbano	25,8	32,74%
Mitigação de sede Animal	24,9	31,60%
Irrigação	15,6	19,80%
Abastecimento Industrial	9,8	12,44%
Abastecimento Humano Rural	2,7	3,43%
Total	78,8	

Fonte: Rodriguez (2015)

# Bens Privados da Região Hidrográfica da Amazônia

Bens Privados	Variáveis de mercado	Fontes de Dados
Água tratada para consumo doméstico	P Tarifa de água para uso doméstico (R\$/m3)	Sistema Nacional de Informação sob Saneamento - SNIS
	Q Água consumida (m3/ano)	
Água tratada para consumo industrial	P Tarifa de água para uso industrial (R\$/m3)	Empresas fornecedoras de água: DEPASA, CAESA, Manaus Ambiental, CAER, CAERD, COSANPA Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS
	Q Água consumida (m3/ano)	
Água para consumo pecuario	P Tarifa de água para uso domestico (R\$/m3)	Sistema Nacional de Informação sob Saneamento - SNIS Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS
	Q Água consumida (m3/ano)	
Hidroenergia	P Preço de cada modal de geração de eletricidade (R\$/MWH)	Camara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS
	Q Geração de eletricidade (MWH/ano)	
Recursos Pesqueiros	P Preços de mercado das especies exploradas na região (R\$/ton)	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dis Recursos Naturais Renovaveis - IBAMA
	Q Captura de peixes (ton/ano)	
Transporte fluvial de carga	P Tarifa de frete fluvial de carga (R\$/ton)	LOGIT Transportation Engineers Agencia Nacional de Transporte Aquatico - ANTAQ
	Q Carga transportada em vias interiores (ton/ano)	
Transporte fluvial de passageiros	P Tarifa de frete fluvial de passageiros (R\$/ton)	Agencia Nacional de Transporte Aquatico - ANTAQ
	Q Movimentação de passageiros (passageiros/ano)	

Fonte: Rodriguez (2015)

## Valor Monetário pelo Fornecimento de Água Tratada – Consumo Doméstico (2013).

<b>Estado</b>	<b>Regiões Hidrográficas inseridas</b>	<b>Volume de água consumido (m3)</b>	<b>VME (R\$)</b>
Acre		14.352.014,04	24.179.014,94
Amazonas		88.501.019,18	344.869.678,97
Amapá	Amazônica	11.646.917,80	24.640.986,85
Rondônia		27.841.957,22	91.564.381,17
Roraima		17.094.839,30	38.051.744,66
Sub total		159.436.747,54	523.305.806,59
Mato Grosso	Amazônica, Tocantins-Araguaia, Paraguai e Atlântico Nordeste	98.107.590,14	194.159.588,02
Pará		111.386.014,18	189.535.645,53
Sub total		209.493.604,32	383.695.233,55
	Occidental		
Total		368.930.351,86	907.001.040,14

Fonte: Rodriguez (2015)



# Valor Monetário pelo Fornecimento de Água Tratada – Consumo Industrial (2013).

<b>Estado</b>	<b>Regiões Hidrográficas inseridas</b>	<b>Vazão de Retirada (m3)</b>	<b>Tarifa (R\$/m3)</b>	<b>VME (R\$)</b>
Acre		3.541.099,27	2,85	10.088.591,81
Amazonas		133.194.826,27	17,53	2.334.372.525,16
Amapá	Amazônica	19.865.856,54	4,86	96.548.062,77
Rondônia		43.277.495,35	7,38	319.387.915,65
Roraima		824.675,31	9,18	7.569.694,67
Sub total		200.703.952,74		2.767.966.790,06
Mato Grosso	Amazônica, Tocantins-Araguaia, Paraguai e Atlântico Nordeste	186.071.113,39	6,68	1.242.955.037,43
Pará		688.159.431,29	6,68	4.596.905.001,03
Sub total	Occidental	874.230.544,68		5.839.860.038,46
<b>Total</b>		<b>1.074.934.497,42</b>		<b>8.607.826.828,52</b>

Fonte: Rodriguez (2015)

## Valor Monetário pelo Fornecimento de Água Tratada – Uso Animal (2013).

<b>Estado</b>	<b>Regiões Hidrográficas inseridas</b>	<b>Vazão de Retirada (m3)</b>	<b>Tarifa (R\$/m3)</b>	<b>VME (R\$)</b>
Acre		51.718.819,96	1,66	85.853.241,13
Amazonas		29.844.978,91	3,75	111.918.670,91
Amapá	Amazônica	8.047.494,17	2,42	19.474.935,89
Rondônia		230.115.884,65	3,02	694.949.971,64
Roraima		14.546.167,85	2,14	31.128.799,20
Sub total		334.273.345,54		943.325.618,78
Mato Grosso	Amazônica,	537.319.950,65	1,95	1.047.773.903,77
Pará	Tocantins-Araguaia, Paraguai e Atlântico	369.330.745,83	1,64	605.702.423,16
Sub total	Nordeste Ocidental	906.650.696,48		1.653.476.326,93
Total		1.240.924.042,02		2.596.801.945,71

Fonte: Rodriguez (2015)

## Valor monetário gerado na geração de hidroenergia através dos recursos hídricos da Região Hidrográfica Amazônica - 2013

<b>Estado</b>	<b>Total Hidro RHA (MWAno)</b>	<b>Total Hidro MWHoras</b>	<b>Preço de venda nas geradoras hidreletricas (R\$/MWH)</b>	<b>VME (R\$/ano)</b>
Amazonas	949,82	8.320.437,39		1.000.116.574,42
Mato Grosso	2.601,25	22.786.955,85		2.738.992.093,40
Pará	188,91	1.654.839,91	120,20	198.911.756,84
Rondônia	6.466,61	56.647.484,24		6.809.027.605,70
<b>Total</b>		<b>89.409.717,39</b>		<b>10.747.048.030,36</b>



## Valor monetário Atividade de Pesca Extrativa de Água Doce – Região Hidrográfica Amazônica - 2013

<b>Estado</b>	<b>Regiões Hidrográficas inseridas</b>	<b>Total Peixes (Ton/ano)</b>	<b>VME (R\$) - 2007</b>	<b>VME (R\$) - 2013</b>
Acre		1.554,00	7.065.500,00	10.328.623,45
Amapá		11.905,00	30.152.450,00	44.078.027,36
Amazonas	Amazônica	60.306,00	148.335.500,00	216.842.618,98
Rondônia		1.569,00	5.335.300,00	7.799.349,62
Roraima		678,00	2.308.250,00	3.374.289,87
Sub total		76.012,00		282.422.909,28
Pará	Amazônica,	62.287,00	158.887.740,00	232.268.294,95
Mato Grosso	Tocantins-Araguaia, Paraguai e Atlântico	4.859,00	16.863.200,00	24.651.283,42
Sub total	Nordeste Ocidental	67.146,00		256.919.578,37
Total		143.158,00		539.342.487,65

Fonte: Rodriguez (2015)

## Valor monetário Atividade de Aquicultura – Região Hidrográfica Amazônica - 2013

<b>Estado</b>	<b>Regiões Hidrográficas inseridas</b>	<b>Total Peixes (Ton/ano)</b>	<b>VME (R\$) - 2007</b>	<b>VME (R\$) - 2013</b>
Acre		2.322,00	11.280.500,00	16.490.274,84
Amapá		506,00	2.967.000,00	4.337.276,31
Amazonas	Amazônica	8.927,00	38.856.500,00	56.801.947,10
Rondônia		5.485,00	21.213.350,00	31.010.502,35
Roraima		2.411,00	10.412.000,00	15.220.667,67
Sub total		19.651,00		123.860.668,27
Pará	Amazônica,	2.034,00	8.997.500,00	13.152.896,40
Mato Grosso	Tocantins-Araguaia, Paraguai e Atlântico	17.887,00	65.096.850,00	95.161.114,11
Sub total	Nordeste Ocidental	19.921,00		108.314.010,51
<b>Total</b>		<b>39.572,00</b>		<b>232.174.678,78</b>

Fonte: Rodriguez (2015)

## Valor monetário Atividade de Serviço de Transporte Fluvial de Carga – Região Hidrográfica Amazônica - 2013

<b>Tipo de Navegação</b>	<b>Toneladas (Ton)</b>	<b>VME (R\$/ano)</b>
Nav. Interior Estadual	2.097.870,00	61.119.136,26
Nav. Interior Interestadual	6.290.781,00	417.561.519,44
Nav. Cabotagem	19.105.133,00	1.150.626.671,84
Nav. Longo Curso	15.787.880,00	855.953.942,78
Total	43.281.664,00	2.485.261.270,32

## Valor monetário Atividade de Serviço de Transporte Fluvial de Passageiros – Região Hidrográfica Amazônica - 2013

<b>Tipo de Navegação</b>	<b>Movimentação de Passageiros anual (2 sentidos)</b>	<b>VME (R\$/ano) 2012</b>	<b>VME (R\$/ano) 2013</b>
Estadual Pará	4.679.112,00	97.053.662,28	103.112.945,64
Estadual Amazonas	2.190.144,00	148.637.388,00	157.917.162,00
Estadual Amapá	83.684,00	3.331.056,00	3.539.021,49
Interestadual Pará - Amazonas	583.536,00	40.188.804,00	42.697.883,47
Interestadual Pará - Amapá	527.496,00	46.371.786,00	49.266.883,26
Interestadual Amazonas - Rondônia	25.464,00	3.775.800,00	4.011.531,88
Interestadual Amazonas - Amapá	10.308,00	257.700,00	273.788,80
Longo Curso Rondônia - Bolívia	787.680,00	3.081.600,00	3.273.991,38
	<b>8.887.424,00</b>	<b>342.697.796,28</b>	<b>360.819.216,54</b>

Fonte: Rodriguez (2015)



# Valor Monetário Total dos Bens Privados de Provisão da Água – Região Hidrográfica Amazônica - 2013

Bem ou Serviço Privado	VME (R\$) atribuíveis a:		VME total (R\$)
	R. H Amazônica	R. H: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Paraguai, Atlântico Nordeste Ocidental	
Água tratada para consumo doméstico	523.305.806,50	383.695.233,55	907.001.040,05
Água tratada para consumo industrial	2.767.966.790,06	5.839.860.038,00	8.607.826.828,06
Água bruta para consumo animal	943.325.618,78	1.653.476.326,93	2.596.801.945,71
Hidroeletricidade	10.747.048.030,36		10.747.048.030,36
Recursos Pesqueiros	406.283.577,55	365.233.588,88	771.517.166,43
Transporte Fluvial de Carga	2.485.261.270,32		2.485.261.270,32
Transporte Fluvial de Passageiros	360.819.216,54		360.819.216,54
<b>Total</b>	<b>18.234.010.310,11</b>	<b>8.242.265.187,36</b>	<b>26.476.275.497,47</b>

Fonte: Rodriguez (2015)

## Questões a Refletir:

1. A região Amazônica possui oferta de água potável insuficiente para Atendimento da Demanda Doméstica (Ana, 2012)

- Distribuição Irregular dos Recursos Hídricos; a segunda região em déficit de acesso domiciliar;
- Deficiência de Investimentos em Novos Mananciais;

2. Como a região está sendo compensada em termos do uso de seus recursos hídricos: (uso direto e indireto): consumo consuntivo – água tratada; uso da hidroeletricidade – como volta ou não na forma de tributos (tributação não é feita na fonte); e quanto aos serviços ecossistêmicos gerado – PSA ?

## Referência Bibliográfica

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional. Brasília-DF: ANA, Engecorps/Cobrape, 2010.

BRAUMAN, K et al. The Nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. Annual Review of Environmental and Resources. Palo Alto, United States. V. 32, p 67-98, 2007.

KAUL, I; GRUNBERG, I; STERN, M. Definindo Bens Públicos Globais. IN: KAUL, I; GRUNBERG, I; STERN, M. Bens Públicos Globais. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2012.

RODRIGUEZ, Mónica Lizeth Cardozo. Serviços Ecossistêmicos dos Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Amazônia. Belém-Pa: Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Pará, 2015. (Dissertação de Mestrado).

SHIKLOMANOV, I. World Water Resources. A new Appraisal and Assessment for the 21st century. RPL Design, Milton Keynes. Rússia, 1998

## Referência Bibliográfica

VAL, A, et al. Amazônia: recursos hídricos e sustentabilidade. IN: BICUDO, C; TUNDISI, J; SCHEUENSTUHL, M. Águas do Brasil. Análises Estratégicas. Academia Brasileira de Ciências. Instituto de Botânica. São Paulo. 2010. 224 p.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme – UN-WATER). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, 2015. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>