

Desenvolvimento agrícola
e produção pesqueira no Brasil
no período 1992-2011

Agricultural development
and fisheries production in Brazil,
period 1992-2011

PAULO DE TARSO DA CUNHA CHAVES¹

O crescimento da captura de pequenos peixes pelágicos foi nominado por PAULY *ET AL.* (1998) como fenômeno *fishing down food webs*. Segundo os autores, de 1950 a 1994 o nível trófico médio nos desembarques pesqueiros, notadamente no Hemisfério Norte, caiu quase 10 %. Se isso reflete queda na disponibilidade de peixes demersais carnívoros, longevos e com maior idade de maturação, a sustentabilidade da pesca está em risco.

No Nordeste brasileiro o tema foi estudado por FREIRE & PAULY (2010), que constataram redução do nível trófico em taxa 0,16 por década, ao final do século XX. Não se deve excluir, porém, a possibilidade de em certas épocas ou regiões o nível trófico diminuir não por redução de grandes carnívoros, mas pelo aumento da captura de pequenos pelágicos. Entre estes se encontra a sardinha verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, maior recurso pesqueiro do país, cujos desembarques no início dos anos 2000 chegaram a duplicar (CERGOLE; ROSSI-WONGTCHOWSKI, 2007; JABLONSKI, 2007; MPA, 2011). O que provocou tal aumento na produção?

O recrutamento da sardinha é limitado pelo caráter oligotrófico das águas tropicais de superfície, sob influência de eventos transoceânicos como El Niño (LOPES *ET AL.*, 2006). Porém, é conhecido que a produção

¹Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná C.P. 19020, 81531-980, Curitiba, Brasil. ptchaves@ufpr.br

primária, base da dieta dos pequenos peixes pelágicos, responde aos nutrientes no meio. Assim, pode-se propor que a drenagem continental, positivamente relacionada com pluviosidade e concentrações de fosfato, compostos nitrogenados e clorofila a (BASTOS *ET AL.*, 2011; SILVA, SOUZA & ABREU, 2015), favorece a produção pesqueira. De fato, segundo CASTELLO (2010), 90 % da produção pesqueira marinha brasileira provêm de águas costeiras, enquanto apenas 10 % das oceânicas.

No Brasil a produção aquícola é baixa (CASTELLO, 2010), mas em terra firme o desempenho agroindustrial é pujante. O país destaca-se na produção de grãos: em 2009 foram aplicados, por hectare de terra cultivada, 35,8 kg de N, 41,0 kg de P e 34,9 kg de K, estes dois em nível acima da média mundial (FAO, 2013). Os efeitos que a agricultura e a interferência humana no ciclo do nitrogênio trazem sobre a produção aquática são discutidos, respectivamente, por DÍAZ, RABALAIS & BREITBURG (2012) e CADDY (1993). Por um lado, há risco de hipóxia por eutrofização, pois a perda de nitrato é favorecida pela alta solubilidade em água e baixa energia para adsorção às partículas do solo (DYNIA & CAMARGO, 1999, *in* JADOSKI *ET AL.*, 2010). Em anos de alta precipitação a perda de terras cultivadas pode chegar a 30 % (WOLSCHICK *ET AL.*, 2003). Por outro lado, são conhecidos efeitos positivos do afluxo de nutrientes, por aumento na produção em águas de grande circulação (ROSENBERG *ET AL.*, 1990). Visto que fertilizantes podem ser lixiviados e chegar aos rios, estuários e oceano, integrando-se à produção primária, assim como grãos podem nutrir animais aquáticos detritívoros, é esperado que maior atividade agrícola beneficie a produção pesqueira, notadamente em recursos base de cadeia trófica. A relação é abordada por BAISRE (2006) ao avaliar a pesca estuarina em Cuba, diminuída nos anos 1990 com a dissolução da União Soviética e queda no fornecimento de fertilizantes agrícolas àquele país.

Este trabalho avalia se a participação de recursos pesqueiros base de cadeia, relativamente ao topo, mudou na produção pesqueira do Brasil nos anos 1990 e início dos anos 2000, e discute os resultados à luz da expansão agrícola havida no país nesse período.

MATERIALE MÉTODOS

Dados de desembarque pesqueiro foram extraídos de publicações dos Ministérios do Meio Ambiente e da Pesca e Aquicultura referentes aos anos de 1992 a 2011. No triênio 2009-2011, última divulgação do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2011), a produção do país foi de 800 mil t/ano, 70 % marinha e 30 % em água doce. Peixes perfizeram 87 % dos desembarques (mar) ou 98 % (água doce). Para este trabalho

foram constituídos dois grupos de peixes marinhos de plataforma, cada grupo com produção superior a 45 mil t/ano, e dois de água doce, produção superior a 35 mil t/ano. Assim, no conjunto dos quatro grupos foram reunidas espécies cujos desembarques em 2009-2011 totalizaram mais que 160 mil t/ano, 28 % da média nacional. Sua seleção valorizou participação nos desembarques e suficiência de conhecimento sobre hábito alimentar, com possibilidade de enquadramento em uma das seguintes situações:

— base de cadeia: espécies planctívoras ou iliófagas/detrítívoras, nível trófico <3,5 (www.fishbase.org); um grupo marinho e outro de água doce, e

— topo de cadeia: espécies carnívoras com tendência à ictiofagia, nível trófico >3,5 (www.fishbase.org); um grupo marinho e outro de água doce.

Compondo os dois grupos marinhos foram selecionadas como base de cadeia sardinhas e tainhas; como topo, pescadas e peixes cianídeos similares, todos peixes costeiros. Compondo os dois grupos de água doce, como base de cadeia foram selecionados maparás e curimatãs, migradores de médio porte; como topo, piramutaba e dourada, bagres migradores de grande porte (Tabela 1).

A sardinha verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, é capturada de 22° S a 28° S, entre 30 e 100 metros de profundidade, e seus desembarques superam 60 mil t/ano (CERGOLE & ROSSI-WONGTHSCHOWSKI, 2005). A pescada amarela, *Cynoscion acoupa*, é capturada em águas rasas principalmente na Região Norte (MATOS & LUCENA, 2006), desembarques em 20-25 mil t/ano. Incluíram-se ainda outras espécies de sardinhas e pescadas, nem sempre individualizadas nos desembarques, porém importantes para a comparação proposta, visto ampliarem o universo de análise de ambos os hábitos, base e topo de cadeia. Tainhas correspondem a várias espécies do gênero *Mugil*, capturadas em águas estuarinas e de plataforma de norte a sul do Brasil. Os adultos alimentam-se de materiais depositados no sedimento, incluindo matéria orgânica de origem continental.

Em água doce as maiores produções referem-se ao curimatã, *Prochilodus lineatus*, pescado em rios de todo o país, 28 mil t/ano, e ao bagre piramutaba, *Brachyplatystoma vaillanti*, siluriforme migrador cujo peso ultrapassa 30 kg, explorado no baixo Rio Amazonas, 24 mil t/ano. Os grandes bagres, dourada e maparás, também siluriformes alvo da pesca artesanal em rios do norte do país, têm produção em torno de 14 e nove mil t/ano, respectivamente (MPA, 2011).

Calculou-se a relação entre os volumes de produção do grupo base de cadeia e do grupo topo de cadeia, mar e água doce separadamente. Os dados foram comparados com a produção de grãos — soja, milho e

Tabela 1. Os quatro grupos de espécies utilizadas, segundo ambiente de vida e posição trófica: base de cadeia: planctívoria ou iliofagia; topo de cadeia: carnívoria com tendência à ictiofagia. *Ranking*: posição relativa na produção 2009-2011 nos dois ambientes, segundo dados do MPA (2011); espécies não ranqueadas indica baixa participação.

Ambiente	Grupo	Nome comum	Espécie (<i>ranking</i>)	Ordem, Família	
Mar	Base	Sardinha verdadeira ¹	<i>Sardinella brasiliensis</i> (1 ^a)	Clupeiformes, Clupeidae	
		Sardinha cascuda ²	<i>Harengula clupeiola</i>		
		<i>Sardinella</i> *	-		
			Tainhas ^{3,*}	<i>Mugil spp</i> (5 ^a)	Mugiliformes, Mugilidae
	Topo		Pescada amarela ⁴	<i>Cynoscion acoupa</i> (4 ^a)	Perciformes, Sciaenidae
			Pescada branca ⁵	<i>C. leiarchus</i>	
			Pescada ⁶	<i>C. virescens</i>	
			Pescada ⁷	<i>C. guatucupa</i> (13 ^a)	
			Pescadas*	-	
			Pescadinha ⁸	<i>Isopisthus parvipinnis</i>	
			Pescada foguete ⁹	<i>Macrodon ancylodon</i> (9 ^a)	
	Água doce	Base	Curimatãs ^{10,*}	<i>Prochilodus lineatus</i> , <i>P. nigricans</i> (1 ^a)	Characiformes, Prochilodontidae
			Maparás ¹¹	<i>Hypophthalmus edentatus</i> , <i>H. marginatus</i> and <i>H. fimbriatus</i> (8 ^a)	Siluriformes, Pimelodidae
Topo		Piramutaba ¹²	<i>Brachyplatystoma vaillanti</i> (2 ^a)		
		Dourada ¹³	<i>B. rousseauxii</i> (4 ^a)		

Referências sobre hábito alimentar: ¹: Schneider & Schwingel (1999); ²: Chaves & Vendel (2008); ³: Oliveira & Soares (1996); ⁴: Wolff, Kocha & Isaac (2000); ⁵: Chaves & Umbria (2003); ⁶: Franco (1959 in VAZZOLER, 1970); ⁷: Blasina, Cazorla & Díaz de Astarloa (2015); ⁸: Chaves, Rickli & Bouchereau (1998); ⁹: Figueiredo *et al.* (2014); ¹⁰: Moraes, Barbola & Guedes (1997); Fugi, Agostinho & Hahn (2001); ¹¹: Carvalho (1980); Abujanra & Agostinho (2002); ¹²: Duque & Winemiller (2003); ¹³: García *et al.* (2009). (*) *Sardinella*, tainhas, pescadas, curimatãs: denominações genéricas de desembarque.

trigo — e o comércio de fertilizantes agrícolas no período 1992-2011 (CONAB, 2015a). O coeficiente de correlação de Pearson (r) foi calculado para avaliar a correlação entre as seguintes variáveis: produção de fertilizantes e de grãos; de fertilizantes e de recursos base da cadeia, marinhos; e, idem água doce.

RESULTADOS

PARTICIPAÇÃO DE RECURSOS BASE E TOPO DE CADEIA NOS DESEMBARQUES

Nos anos 1990 a relação entre as produções base/topo de cadeia oscilou entre 4,4 e 1,1 no mar e entre 3,1 e 0,7 em água doce. Os valores mínimos do período 1992-2011 foram atingidos no ano 2000, no mar, e em 1999, em água doce (Fig. 1). Para cada tonelada de recursos do grupo topo de cadeia desembarcada foram desembarcadas, no ano 2000, no mar, 0,86 t de recursos do grupo base, e em 1999, em água doce, 0,68 t do grupo base. Após o ano 2000 a relação base/topo voltou a aumentar, alcançando 2,62 no mar, em 2011, e 1,20 em água doce em 2003 (Fig. 1).

Avaliou-se se o histórico na relação base/topo de cadeia nos grupos estudados estaria associado a algum dos recursos particularmente. No mar a relação foi influenciada pelos desembarques da sardinha verdadeira, cuja produção ao final dos anos 1990 caiu vertiginosamente, de mais de 90 a menos de 30 mil t/ano. Concomitantemente, até 2002 o desembarque do principal recurso topo de cadeia, a pescada amarela, aumentou de menos de seis a mais de 15 mil t/ano (Fig. 2). A associação entre os dois fatos levou à queda no valor da relação base/topo de uma década para a outra (Fig. 1). De 2003 a 2011 a produção da pescada amarela estabilizou-se em 20-22 mil t/ano e a de tainhas em menos de 20 mil t/ano, portanto o aumento na relação base/topo (Fig. 1) deveu-se ao novo crescimento dos desembarques da sardinha verdadeira, de 25 para 75 mil t/ano (Fig. 2).

Em água doce a relação foi influenciada pelos desembarques das duas espécies topo de cadeia. Dos anos 1990 para os anos 2000 os desembarques da piramutaba duplicaram, passando de aproximadamente 10 para 20 mil t/ano, e os da dourada, embora oscilantes, aumentaram de uma média de nove para 16 mil t/ano (Fig. 3). Em consequência, mesmo com os maiores desembarques de maparás, base de cadeia, que cresceram da média de três mil t/ano nos anos 1990 para 10 mil t/ano nos anos 2000, e devido à relativa estabilização do grande recurso curimatãs, entre 24 e 30 mil t/ano (Fig. 3), dos anos 1990 para o decênio seguinte a relação base/topo caiu (Fig. 1).

A PRODUÇÃO AGRÍCOLA

De 1992 a 2011 o comércio de fertilizantes no país passou progressivamente de 9,3 a 28,6 milhões t/ano, e a produção de grãos de

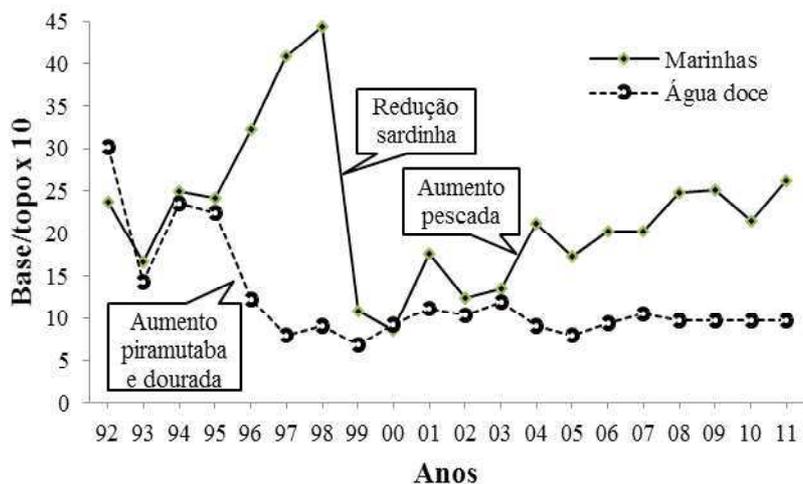


Fig. 1. Distribuição dos valores anuais da relação entre pesos desembarcados, recursos base e topo de cadeia, espécies marinhas e de água doce (Base/topo x 10), anos 1992 a 2011. Fontes: MMA (1995a,b,c; 1997a,b; 1998; 2000a,b,c; 2003a,b; 2004; 2005; 2007a,b; 2008) e MPA (2009; 2011).

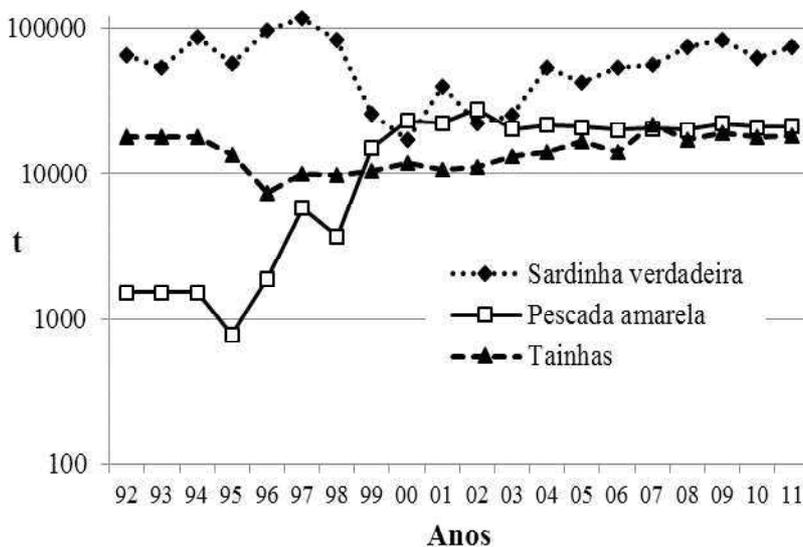


Fig. 2. Distribuição dos valores da produção anual brasileira, 1992 a 2011, em toneladas, de sardinha verdadeira, pescada amarela e tainhas. Escala logarítmica. Fontes: MMA (1995a,b,c; 1997a,b; 1998; 2000a,b,c; 2003,b; 2004; 2005; 2007a,b; 2008) e MPA (2009; 2011).

55,0 a 145,1 milhões t/ano, ambos com crescimento contínuo até 2014 ($r = 0,97$). De 2000 a 2011, particularmente, o incremento anual médio foi de 5,68 % em fertilizantes, 5,70 % em grãos (Fig. 4) e 15,44 % na relação base/topo da produção pesqueira marinha (Fig. 5). Nesse período os volumes de produção pesqueira, acumulados a partir de 1992, cresceram acompanhando os volumes acumulados do comércio de fertilizantes. Vê-se que o crescimento é semelhante entre os grupos, com valores maiores no grupo base no mar (Fig. 5).

A relação entre aumento na produção de fertilizantes e de recursos pesqueiros base de cadeia é expressa pelos seguintes valores do coeficiente de correlação de Pearson: (i) marinhos de 1999 a 2011, após o grande colapso na produção de sardinha verificado em 1996-1998: $r = 0,81$; e (ii) água doce de 1992 a 2011, todo o período de acompanhamento: $r = 0,62$.

A distribuição do plantio não é homogênea na extensão do território, tampouco a drenagem o é. Três das 12 regiões hidrográficas brasileiras, drenando 16,6 % do território (1,41 milhões de km², relativamente a 8,53 milhões), abastecem a plataforma continental de Uruguai e Argentina. Na safra de grãos 2013/2014 por elas escoaram 34,3% da drenagem do plantio (Tabela 2). Logo, parte dos fertilizantes aplicados sobre solo brasileiro cerca de dois terços dirige-se à costa destes países, não contribuindo diretamente com a produção pesqueira marinha do Brasil.

DISCUSSÃO

O aumento na produção das espécies marinhas base de cadeia relativamente às topo, constatado após o ano 2000, insere o Brasil no cenário alertado por PAULY *ET AL.* (1998; 2003) de redução no nível trófico dos desembarques pesqueiros. Todavia, no caso brasileiro o fenômeno *fishing down food webs* nos anos 2000, período que sucede a descrição do fenômeno na Região Nordeste por FREIRE E PAULY (2010), não se deve a queda na produção dos consumidores carnívoros, mas, sim, a aumento na produção de uma espécie planctívora, a sardinha verdadeira. Cabe, então, avaliar se cresceu o esforço de pesca e/ou o sucesso do recrutamento.

No ano 2000 registrou-se um colapso nos desembarques da sardinha verdadeira, atribuído a três eventos (CERGOLE & ROSSI-WONGTCHOWSKI, 2007; JABLONSKI, 2007): fatores ambientais adversos na época reprodutiva, falhas de recrutamento por reduzido estoque desovante, e superdimensionamento da frota licenciada. Após, a tendência de recuperação desencadeou redução nos períodos de defeso e aumento do poder de pesca (JABLONSKI, 2007), incluindo atuação ilegal por parte

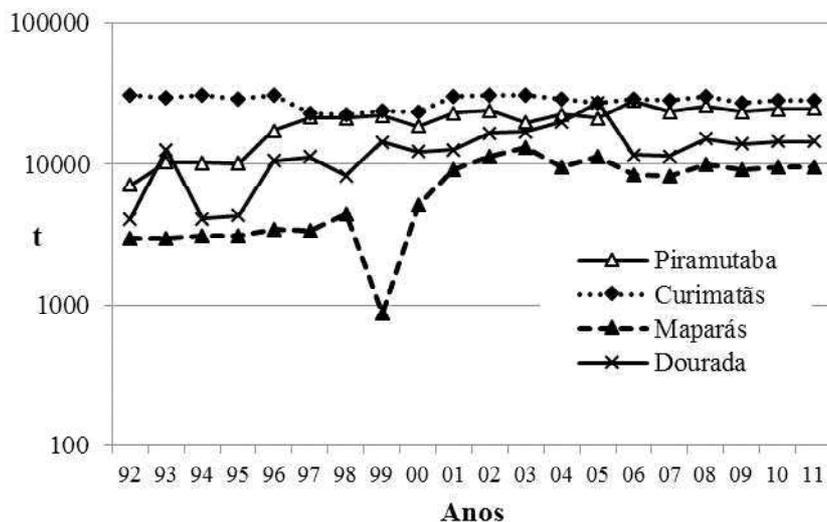


Fig. 3. Distribuição dos valores da produção anual brasileira, 1992 a 2011, em toneladas, de piramutaba, curimatãs, maparás e dourada. Escala logarítmica. Fontes: MMA (1995a,b,c; 1997a,b; 1998; 2000a,b,c; 2003a,b; 2004; 2005; 2007a,b; 2008) e MPA (2009; 2011).

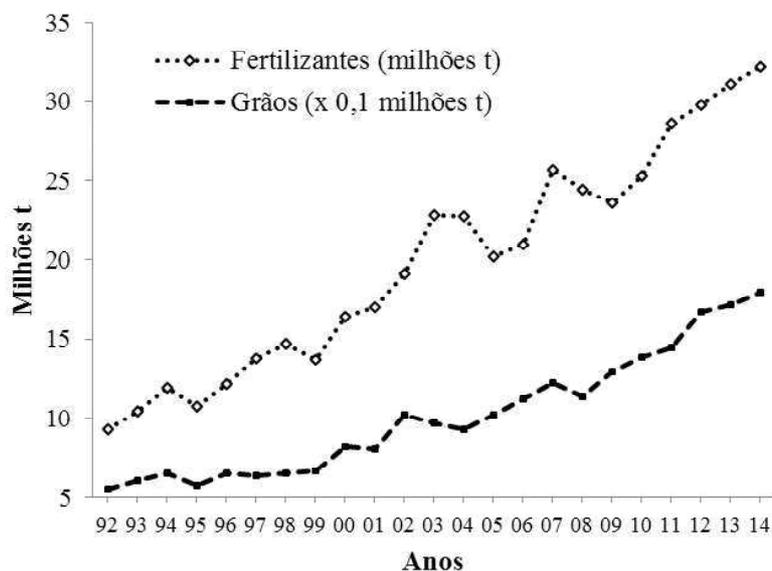


Fig. 4. Distribuição dos valores anuais de produção de grãos (soja + milho + trigo; x 0,1 milhões t) e do comércio de fertilizantes (milhões t), anos 1992 a 2014, no Brasil. Fonte: CONAB (2015a).

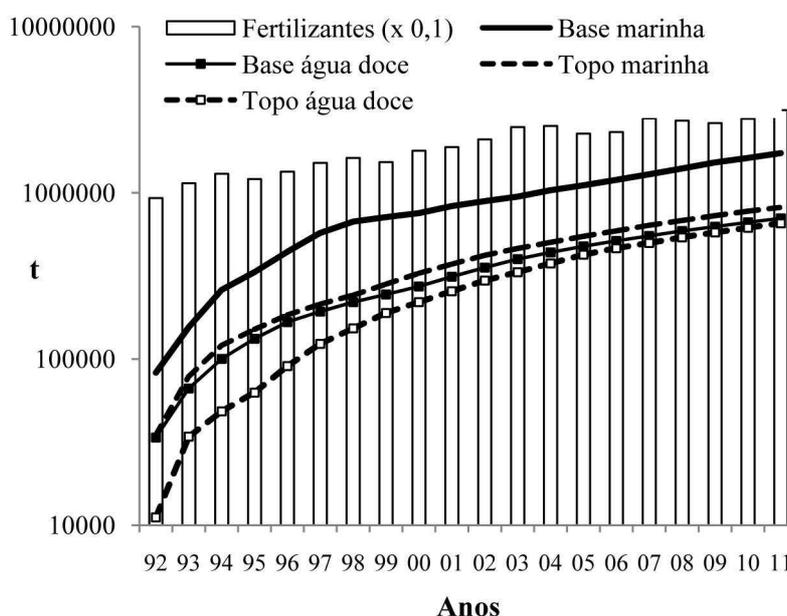


Fig. 5. Distribuição de valores acumulados entre anos consecutivos, a partir de 1992 e até 2011, do volume comercializado de fertilizantes e da produção pesqueira, em toneladas, no mar e em água doce, segundo os grupos tróficos base ou topo de cadeia. Escala logarítmica. Fontes: MMA (1995a,b,c; 1997a,b; 1998; 2000a,b,c; 2003,b; 2004; 2005; 2007a,b; 2008), MPA (2009; 2011) e CONAB (2015a).

da frota (IBAMA, 2008). A soma desses fatores pode estar na origem do crescimento da produção de 2001 a 2011. Porém, esforço de pesca excessivo e atuação ilegal, com descumprimento de regras de captura, não são atributos exclusivos de traineiras, sendo relatados também nas pescarias com arrasto de fundo (MMA, 2001) e de emalhe (MMA, 2006). Portanto, inexistindo evidências de que o esforço sobre os recursos pelágicos aumentou mais que sobre os demersais, é possível que a crescente produção dos recursos base de cadeia reflita, efetivamente, sua maior disponibilidade na plataforma brasileira. Fatores oceanográficos e climáticos devem estar envolvidos, com influências de El Niño (PAES & MORAES, 2007), mas é plausível assumir que o sucesso no recrutamento das espécies planctívoras seja favorecido pelo aporte de nutrientes por lixiviação de terras cultivadas. Prospecções de sardinha verdadeira em 2008 indicaram deslocamento de parcela do estoque para profundidades mais rasas, inferiores a 30 metros (IBAMA, 2008), então os estoques aproximaram-se da influência continental. Favorecimento da produção primária marinha pela drenagem agrícola já foi registrado no Mar Báltico (ROSENBERG *ET AL.*, 1990) e no nordeste brasileiro (SILVA, SOUZA & ABREU,

Tabela 2 – Dimensão da superfície do território nacional drenada para a plataforma continental do Brasil e de Uruguai-Argentina (ANA 2015), e distribuições absoluta e relativa da superfície de drenagem de 70% do plantio de grãos na safra 2013/2014 (CONAB, 2015b), segundo a região hidrográfica.

Região hidrográfica	Superfície total de drenagem (1000 km ²)	Drenagem do plantio (1000 km ²)	Participação relativa na drenagem do plantio (%)
Plataforma brasileira			
Amazonas	3870	44,41	8,7
Tocantins-Araguaia	919	66,18	13,0
Atlântico Nordeste Ocidental	274	5,90	1,2
Parnaíba	333	12,84	2,5
Atlântico Nordeste Oriental	287	6,94	1,4
São Francisco	639	26,69	5,2
Atlântico Leste	388	16,81	3,3
Atlântico Sudeste	215	54,21	10,6
Atlântico Sul	188	101,21	19,8
Subtotal:	7113	335,20	65,7
Plataforma Uruguai-Argentina			
Paraná	880	104,31	20,5
Paraguai	363	23,40	4,6
Uruguai	175	47,00	9,2
Subtotal:	1418	174,71	34,3
TOTAL	8531	509,91	100,0

2015). Os fertilizantes chegam ao mar até com os ventos (DÍAZ, RABALAIS & BREITBURG, 2012) e, assim como grãos e outros excedentes agrícolas, também via estuários. Estes são utilizados para crescimento de jovens de muitas espécies comerciais da plataforma (LOPES *ET AL.*, 2006). Em Cuba, a redução de aporte de nutrientes na zona costeira, por barramento de rios para contenção de enchentes, foi associada por BAISRE (2006) à forte redução nos desembarques de espécies estuarinas de Mugilidae (tainhas), Gerreidae (escrivães, caratingas), Penaeidae (camarões) e *Crassostrea rhizophorae*, ostra. Visto que a pesca marinha do Brasil ocorre essencialmente em águas costeiras (CASTELLO, 2010), o investimento na agricultura parece contribuir à crescente disponibilidade de peixes planctívoros marinhos. Com efeito, segundo CADDY (1993) eutrofização e sobrepesca têm efeitos sinérgicos: redução na diversidade, queda na produtividade em teias tróficas bênticas/demersais e pelágicas, e progressiva dominância das espécies de vida curta, notadamente pelágicas.

Em água doce o aumento nos desembarques foi expressivo tanto em recursos base de cadeia como topo, entretanto sem a tendência observada na sardinha verdadeira, de as capturas acompanharem o desenvolvimento agrícola havido nos anos 2000. São os rios que primeiro recebem os excedentes agrícolas, mas a lixiviação de culturas pode prejudicar a qualidade da água (DÍAZ, RABALAIS & BREITBURG, 2012; FAO, 2013). O fato foi registrado também no interior do Nordeste brasileiro (LUCENA *ET AL.*, 2013), pelo relativo confinamento dos corpos d'água. Na plataforma continental, ambiente com ampla circulação de massas d'água, as restrições por eutrofização e falta de oxigênio são menores, ali prevalecem os benefícios decorrentes do aporte de nutrientes.

Parte dos excedentes e perdas agrícolas, em grãos e fertilizantes por exemplo, é drenada ao Rio da Prata. Portanto, investigação semelhante à aqui realizada poderá indicar se igualmente no litoral de Uruguai e Argentina a produção pesqueira de recursos base de cadeia vem acompanhando o crescimento agrícola brasileiro.

CONCLUSÃO

No Brasil os desembarques pesqueiros vêm apresentando crescente participação dos recursos base de cadeia, o fenômeno *fishing down food webs*. Todavia isso ocorre principalmente no mar, por aumento dos estoques de planctívoros, não por redução dos recursos topo, que igualmente cresceram dos anos 1990 para os anos 2000. Postula-se que a produção dos recursos base de cadeia, mais que de recursos topo, beneficia-se diretamente da fertilização das águas drenadas de solo rico

em fertilizantes e de outros excedentes da produção agrícola. Não se deve esperar que a crescente captura de peixes base de cadeia altere substancialmente o cenário de dependência brasileira da aquicultura e da importação de pescados, mas há indícios de que o desenvolvimento da agricultura em terra firme contribui para o aumento da produção pesqueira no país.

SUMÁRIO

Dados de desembarque pesqueiro mostram a dinâmica de participação de diferentes níveis tróficos na pesca comercial brasileira em período de 20 anos. Dois grupos tróficos foram avaliados: primeiro, de espécies filtradoras e detritívoras, representando recursos base de cadeia; e segundo, de espécies carnívoras com tendência à ictiofagia, representando recursos topo de cadeia. Constatou-se que no período 1992-2011 o aumento na produção das espécies base de cadeia foi superior à de recursos topo, inserindo a pesca brasileira no cenário *fishing down food webs*, de crescente desembarque de pequenos peixes pelágicos de baixo nível trófico. No mar, para cada tonelada de recursos topo foram desembarcadas 0,86 t de recursos base no ano 2000, e 2,62 t em 2011. Na pesca fluvial a correspondência passou de 0,68 t em 1999 para 1,12 t em 2003. No mar, o crescimento na relação base/topo deveu-se a incremento na produção de peixes base de cadeia, notadamente a sardinha verdadeira, *Sardinella brasiliensis*. Em água doce a mudança na relação foi parcialmente contida pelo aumento, também, na produção de siluriformes, topo de cadeia, o que fez com que a relação base/topo se mantivesse estável, em que pese o incremento na produção de base. Propõe-se que a produção dos recursos base beneficia-se da expansão agrícola nacional, que no período 2000-2014 cresceu anualmente 5,68% em uso de fertilizantes e 5,70% em produção de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: pesca; produção pesqueira; sardinha; fertilizantes

SUMMARY

Landing data quantify the proportion of different trophic levels in Brazilian commercial fisheries along a 20 years period. Two groups of marine fish and two groups of freshwater fish were evaluated: filter feeding or detritivorous species represented resources of a low trophic level (LTL); and carnivorous species with ichthyophagic tendency represented resources of a high trophic level (HTL). It was observed that in the period 1992-2011 fisheries landings of resources LTL were higher than those of HTL, a phenomenon known as *fishing down food webs*. At sea, 0.86 t of LTL were landed for each ton of HTL in year

2000, while 2.62 t in year 2011. In freshwater, this proportion LTL/HTL was increased from 0.68 t in 1999 to 1.12 t in 2003. At sea, high LTL/HTL was a consequence of increasing in LTL fish landings, mainly the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. In freshwater, growth in LTL/HTL was limited by an important production of carnivorous catfish species. It is proposed that recent landings of LTL marine fish were benefited of agriculture development registered in Brazil, that in the 2000-2014 years has yearly grown 5.68% in use of fertilizer and 5.70% in grain production.

KEY WORDS: fisheries production; Brazilian sardine; fertilizer; Brazil

RÉSUMÉ

Des données de débarquements commerciaux montrent la dynamique de participation de différents niveaux trophiques de la pêche brésilienne dans une période de 20 années. Deux regroupements trophiques ont été évalués: le premier, d'espèces filtratrices et détritivores, qui représentaient des ressources base de chaîne trophique; et le seconde, d'espèces carnivores à tendance ictiofage, qui représentaient des ressources top du réseau trophique. Il a été constaté que dans la période 1992-2011 l'augmentation de la production des espèces base trophique a été supérieure à celle des ressources top, ce qui insère la pêche brésilienne dans le scénario *fishing down food webs*, d'augmentation de production de petits poissons pélagiques d'un niveau trophique inférieur. En mer, pour chaque tonne de ressources top ont été pêché 0,86 t de ressources base en 2000, et 2,62 t en 2011. Dans la pêche fluviale ce rapport a augmenté de 0,68 t en 1999 à 1,12 t en 2003. En mer, la croissance du rapport base/top est expliquée par la major production de ressources base trophique, notamment la sardine *Sardinella brasiliensis*. En eau douce le changement du rapport a été partiellement relentit par une majeure production aussi de silures, au top du réseau trophique, ce qui a stabilisé les valeurs du rapport base/top, malgré l'augmentation de la production de base. On propose que la pêche de ressources base bénéficie de l'expansion agricole brésilienne, qui au cours de la période 2000-2014 a augmenté annuellement 5,68% dans l'usage de produits pour fertilisation du sol et 5,70% dans la production de grains.

MOTS-CLÉ: pêche; production pêcheure; sardine; agriculture

BIBLIOGRAFIA

ABUJANRA, F. & AGOSTINHO, A. A. 2002. Dieta de *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829) (Osteichthyes, Hypophthalmidae) e variações

- de seu estoque no reservatório de Itaipu. *Acta Scientiarum* 24: 401-410.
- ANA. 2015. Agência Nacional das Águas, Brasil. <www2.ana.gov.br> Acesso 09/June/2015.
- BAISRE, J. A. 2006. Assessment of nitrogen flows into the Cuban landscape. *Biogeochemistry* 79: 91-108.
- BASTOS, R. B.; F. A. N. FEITOSA; M. L. KOENING; R.C.A. MACHADO & K. MUNIZ, K. 2011. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca, Pernambuco – Brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 15: 1-10.
- BLASINA, G. E.; A. C. L. CAZORLA & J. M. DÍAZ DE ASTARLOA. 2015. Possible predation by the striped weakfish *Cynoscion guatucupa* on estuary-associated fishes in an Argentinian coastal lagoon. *Marine Biology Research* 11: 613-623. DOI:10.1080/17451000.2014.973417.
- CADDY, J. F. 1993. Toward a comparative evaluation of human impacts on fishery ecosystems of enclosed and semi-enclosed seas. *Review Fisheries Science* 1: 57-95.
- CARVALHO, F. M. 1980. Alimentação de Mapará (*Hypophthalmus edentatus* Spix, 1829) do Lago Castanho, Amazonas (Siluriformes, Hypophthalmidae). *Acta Amazonica* 10: 545-555.
- CASTELLO, J. P. 2010. O futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil: a pesca costeira. *Ciência e Cultura* 62: 32-35.
- CERGOLE, M. C. & C. L. D. B. ROSSI-WONGTCHOWSKI. 2005. *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1979), in: Cergole, M.C., Ávila-da-Silva, A.O., Rossi-Wongtchowski, C.L.D.B. (Eds.), *Análise das Principais Pescarias Comerciais do Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica Populacional das Espécies Explotadas*. Série Documentos REVIZEE – Score Sul: Universidade de São Paulo, pp. 145-150.
- CERGOLE, M. C. & C. L. D. B. ROSSI-WONGTCHOWSKI. 2007. Implicações das flutuações no recrutamento e na biomassa do estoque desovante da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) sobre a frota de traineiras da região Sudeste do Brasil, in: Rossi-Wongtchowski, C.L.D.B., Ávila-da-Silva, A.O., Cergole, M.C. (Eds), *Dinâmica das Frotas Pesqueiras Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Eds. Série Documentos REVIZEE – Score Sul: Universidade de São Paulo, p. 248-262.
- CHAVES, P. T.; A. RICKLI & J. L. BOUCHEREAU. 1998. Stratégie d'occupation de la mangrove de la baie de Guaratuba (Brésil) par le Sciaenidae prédateur *Isopisthus parvipinnis* (Teleostei, Pisces). *Cahiers de Biologie Marine* 39: 63-71.
- CHAVES, P. T. & S. C. UMBRIA. 2003. Changes in the diet composition of transitory fishes in coastal systems, estuary and continental shelf. *Brazilian Archives*

- of Biology and Technology* 46: 41-46. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132003000100007>>.
- CHAVES, P. T. & A. L. VENDEL. 2008. Análise comparativa da alimentação de peixes (Teleostei) entre ambientes de marisma e de manguezal num estuário do sul do Brasil (Baía de Guaratuba, Paraná). *Revista Brasileira de Zoologia* 25: 10-15. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752008000100002>>
- CONAB. 2015a. *Observatório Agrícola - Indicadores da Agropecuária*. Ano XXIV, n. 4. <<http://www.conab.gov.br/>> Acesso 20/June/2015.
- CONAB. 2015b. *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos*. v. 2, n. 8, 118p. <http://www.conab.gov.br>
- DÍAZ, R.; N. RABALAIS & D. L. BREITBURG. 2012. *Agriculture's Impact on Aquaculture: Hypoxia and Eutrophication in Marine Waters*. Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD. 45 pp.
- DUQUE, A. B. & K. O. WINEMILLER. 2003. Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers, Venezuela. *Journal of Fish Biology* 63: 410-427. doi:10.1046/j.1095-8649.2003.00163.x
- FAO. 2013. *FAO Statistical Yearbook 2013 – World Food and Agriculture*: FAO, Roma. 289 p.
- Figueiredo, M. B.; R. N. Carvalho; J. S. Nunes & Z. S. Almeida. 2014. Feeding habits of *Macrodon ancylodon* (Actinopterygii, Sciaenidae) in northeast, Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 49: 559-566. DOI 10.4067/S0718-19572014000300012.
- FRANCO, G. T. 1959. Nota preliminar sobre alimentação de alguns peixes comerciais brasileiros. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 31: 589-593.
- FREIRE, K. M. F. & D. PAULY. 2010. Fishing down Brazilian marine food webs, with emphasis on the east Brazil large marine ecosystem. *Fisheries Research* 105: 57-62.
- FUGI, R.; A. A. AGOSTINHO & N. S. HAHN. 2001. Trophic morphology of five benthic-feeding fish species of a tropical floodplain. *Revista Brasileira de Biologia* 61: 27-33.
- GARCÍA, A.; H. SANCHEZ; R. RODRIGUEZ; V. MONTREUIL; G. VARGAS; S. TELLO & F. DUNPOCHELLE. 2009. Hábitos alimenticios del dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* (Castelnau, 1855) em la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica* 18: 7-13.
- IBAMA. 2008. *Relatório da Reunião do Subcomitê Científico – Comitê de Gestão do Uso Sustentável da Sardinha-verdadeira*, 1 a 3 de julho de 2008. Brasília, 35 pp.

- JABLONSKI, S. 2007. The Brazilian sardine. Is there any room for modelling? *Panamerican Journal of Aquatic Sciences and Technology*. 2: 86-93.
- JADOSKI, S. O.; L. R. SAITO; C. PRADO; E. C. LOPES & L. S. R. SALES. 2010. Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. *Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia* 3: 193-200.
- LOPES, R. M.; M. KATSURAGAWA; J. F. DIAS; M. A. MONTÚ; J. H. MUELBERT; C. GORRI & E. P. BRANDINI. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. *Scientia Marina* 70: 189-202.
- LUCENA, L. R. F.; J. A. DANTAS; A. A. MEDEIROS & E. F. ROSA FILHO. 2013. A lixiviação de fertilizantes nitrogenados na zona não saturada superior do Aquífero Barreiras — área da Bacia do Rio Catu — RN. *Águas Subterrâneas* 27: 79-91.
- MATOS, I. P. & F. LUCENA. 2006. Descrição da pesca da pescada-amarela, *Cynoscion acoupa*, da costa do Pará. *Arquivos de Ciências do Mar* 39: 66-73.
- MMA. 1995 a. *Estatística da Pesca Brasil 1992*: IBAMA/CEPENE, Tamandaré. 90 pp.
- MMA. 1995 b. *Estatística da Pesca Brasil 1993*: IBAMA/CEPENE, Tamandaré. 91 pp.
- MMA. 1995 c. *Estatística da Pesca Brasil 1994*: IBAMA/CEPENE, Tamandaré. 90 pp.
- MMA. 1997 a. *Estatística da Pesca Brasil 1995*: IBAMA/CEPENE, Tamandaré. 97 pp.
- MMA. 1997 b. *Estatística da Pesca Brasil 1996*: IBAMA/CEPENE, Tamandaré. 121 pp. + anexos.
- MMA. 1998. *Estatística da Pesca Brasil 1997*: IBAMA/CEPENE, Tamandaré. 84 pp.
- MMA. 2000 a. *Estatística da Pesca Brasil 1998*: IBAMA/CEPENE, Tamandaré. 96 pp.
- MMA. 2000 b. *Estatística da Pesca Brasil 1999*: IBAMA/CEPENE, Tamandaré. 102 pp.
- MMA. 2000 c. *Estatística da Pesca Brasil 2000*: IBAMA/CEPENE, Tamandaré. 4+xii pp.
- MMA. 2001. *Relatório da Reunião Técnica de Ordenamento da Pesca de Arrasto nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil*: CEPSUL/IBAMA, Itajaí, 07 a 11 de maio de 2001, 45 pp.
- MMA. 2003 a. *Estatística da Pesca Brasil 2001*: MMA/CEPENE, Tamandaré. 97 pp.

- MMA. 2003 b. *Estatística da Pesca Brasil 2002*: MMA/CEPENE, Tamararé. 97 pp.
- MMA. 2004. *Estatística da Pesca Brasil 2003*: MMA/CEPENE, Brasília. 98 pp.
- MMA. 2005. *Estatística da Pesca Brasil 2004*: MMA/CEPENE, Brasília. 98 pp.
- MMA. 2006. *Relatório da Reunião Técnica sobre a Pesca de Emalhe no Litoral Brasileiro*: CEPSUL/MMA, Itajaí, 28/8 a 01/09/2006. 48 pp.
- MMA. 2007a. *Estatística da Pesca Brasil 2005*: MMA/CEPENE, Brasília. 108 pp.
- MMA. 2007b. *Estatística da Pesca Brasil 2007*: MMA/CEPENE, Brasília. 113 pp.
- MMA. 2008. *Estatística da Pesca Brasil 2006*: MMA/CEPENE, Brasília. 174 pp.
- MORAES, M. F. P. G.; I. F. BARBOLA. & E. A. C. GUEDES. 1997. Alimentação e relações morfológicas com o aparelho digestivo do curimbatá, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) (Osteichthyes, Prochilodontidae), de uma lagoa do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14: 169-180.
- MPA. 2009. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2008/2009*: Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília. 99 pp.
- MPA. 2011. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011*: Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília. 60 pp.
- OLIVEIRA, I. R. & L. S. SOARES. 1996. Food habits of the mullet *Mugil platamus* Güther, 1880 (Pisces: Mugilidae), from Cananeia Lagoon Estuarine Region, São Paulo, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca* 23: 95-104.
- PAES, E. T. & L. E. S. MORAES. 2007. A new hypothesis on the influence of the El Niño/La Niña upon the biological productivity, ecology and fisheries of the Southern Brazilian Bight. *Panamerican Journal of Aquatic Science and Technology* 2: 94-102.
- PAULY, D.; V. CHRISTENSEN; J. DALSGAARD; R. FROESE & F. TORRES. 1998. Fishing Down Marine Food Webs. *Science* v. 279: 860-863. DOI:10.1126/science.279.5352.860
- PAULY, D.; J. ALDER; E. BENNETT; V. CHRISTENSEN; P. TYEDMERS & R. WATSON. 2003. The future for fisheries. *Science* 302: 1359-1361.
- ROSENBERG, R.; R. ELMGREN; S. FLEISCHER; P. JONSSON; G. PERSSON & H. DAHLIN. 1990. Marine eutrophication case studies in Sweden. *AMBIO* 19: 102-108.

- SCHNEIDER, F. & P. R. SCHWINGEL. 1999. Estudo preliminar da ecologia trófica da *Sardinella brasiliensis* na costa sudeste do Brasil. *Notas Técnicas da FACIMAR* 3: 67-72.
- SILVA, M. A. M.; M. F. L. SOUZA & P. C. ABREU. 2015. Spatial and temporal variation of dissolved inorganic nutrients, and chlorophyll-a in a tropical estuary in northeastern Brazil: dynamics of nutrient removal. *Brazilian Journal of Oceanography* 63: 1-15.
- WOLFF, M.; V. KOCHA & V. J. ISAAC. 2000. Trophic Flow Model of the Caete Mangrove Estuary (North Brazil) with Considerations for the Sustainable Use of its Resources. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50: 789-803. doi:10.1006/ecss.2000.0611
- WOLSCHICK, D.; R. CARLESSO; M. T. PETRY & S. O. JADOSKI. 2003. Adubação nitrogenada na cultura do milho no sistema plantio direto em ano com precipitação pluvial normal e com “El Niño”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 27: 461-468.

Recebido em 10 julho de 2017.

