

TERIA A PRODUÇÃO DA AQUICULTURA NA BACIA DO RIO DOCE SIDO IMPACTADA PELO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO EM MARIANA (MINAS GERAIS)?¹

João Paulo Viana²

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma atividade com elevado grau de dependência da água, de sua disponibilidade e qualidade (Leira *et al.*, 2017; Senar, 2019; Tiago e Giancesella, 2002). Consequentemente, um desastre como aquele decorrente da ruptura da barragem de rejeitos de Fundão, localizada em Mariana, Minas Gerais, e operada pela mineradora Samarco, teria o potencial de causar impactos negativos sobre a produção oriunda da atividade de aquicultura ao longo da bacia do rio Doce.

Imediatamente após o desastre, ocorrido em 5 de novembro de 2015, foram registrados níveis elevados de manganês, arsênio e chumbo na água; e de alumínio e ferro em sedimentos constituídos pela lama formada pelos rejeitos (Giaia, 2015). Durante a propagação da onda de cheia provocada pelo rompimento da barragem, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) registrou o aumento da turbidez e da condutividade, e a redução da quantidade de oxigênio dissolvido da água (CPRM, 2015). Vários municípios que dependiam da água do rio Doce para abastecimento público tiveram que interromper a captação de água, e a população passou a ser atendida com carros-pipa e distribuição de água mineral (Minas Gerais, 2016). Segundo o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), em 2016, foram registradas as maiores alterações na qualidade da água, consequência dos efeitos imediatos da passagem da pluma de rejeitos. A partir de 2017, observou-se uma redução gradual dos valores de quase todos os parâmetros monitorados, apesar dos picos de concentração de certas substâncias. Assim, houve uma tendência de retorno da qualidade da água do rio Doce para valores obtidos no período pré-rompimento (Igam, 2020).

A região Sudeste enfrentou um forte período de estiagem nos anos que antecederam ao desastre (Coelho, Cardoso e Firpo, 2016). No caso do Espírito Santo, por exemplo, onde está localizada a foz do rio Doce, a crise hídrica afetou negativamente as atividades agrícolas em 2015 e 2016 (IJSN, 2018). Em Minas Gerais, onde nasce o rio Doce, outras bacias também foram afetadas, como a do São Francisco. O reservatório de Três Marias, por

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/brua22art10>

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea.
E-mail: <jp.viana@ipea.gov.br>.

exemplo, registrou em 2014 o menor volume útil desde o início de sua operação (Gondim *et al.*, 2017), causando prejuízos econômicos, inclusive para a aquicultura.³ Este artigo busca investigar se a produção da aquicultura na bacia do rio Doce teria sido impactada pelo rompimento da barragem de Fundão em Mariana (Minas Gerais).

2 MÉTODOS

Os dados de produção aquícola aqui utilizados são provenientes da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), disponibilizados na plataforma Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra). Desde 2013, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) passou a incluir nessa pesquisa a investigação acerca da quantidade e do valor da produção da aquicultura continental e marinha com finalidade comercial (IBGE, 2014), sendo que neste artigo foram utilizados os dados de 2013 a 2018. A pesquisa adotou o *valor da produção* como a principal variável estudada, visto que esta permite agregar em apenas uma variável (aqui chamada genericamente de *produção*) todos os 24 produtos/categorias de produtos da aquicultura que são investigados pelo IBGE na PPM.

Destaca-se que, para vinte desses produtos (carpa, curimatã/curimbatá, dourado, jatuarana/piabanha/piracanjuba, lambari, matrinxã, pacu/patinga, piau/piapara/piauçu/piava, pintado/cachara/cachapira/pintachara/surubim, pirapitinga, pirarucu, tambacu, tambaqui, tilápia, traíra/trairão, truta, tucunaré, outros peixes, camarão e ostras/vieiras/mexilhões), a quantidade produzida é informada em quilogramas; para três produtos/categorias de produtos (alevinos, larvas/pós-larvas de camarão e sementes de moluscos) utiliza-se a unidade milheiros; e para uma categoria de produtos, o IBGE não utiliza unidade, uma vez que agrega uma variedade de itens, entre os quais rã, jacaré, siri, caranguejo e lagosta. Entende-se que variações de preços, embora certamente tenham ocorrido para os vários produtos no período estudado, não seriam suficientes para interferir de maneira significativa nas tendências observadas no valor da produção, até porque a região pesquisada é relativamente restrita, estando sujeita a efeitos semelhantes de oferta e demanda dos produtos. De qualquer maneira, quantitativos da produção, quando pertinentes, também foram analisados, considerando, obviamente, a unidade de medida correspondente ao produto ou categoria de produto.

Levando-se em conta a cronologia do desastre, que ocorreu no início de novembro de 2015, seria esperado que eventuais impactos já tivessem se manifestado ainda naquele ano. Mas, certamente, o ano de 2016 deve ser o mais representativo no que diz respeito à expressão de eventuais consequências do desastre sobre a produção da aquicultura no rio Doce. Como já apontado, os anos de 2015 e 2016 também correspondem ao período de estiagem enfrentado por Minas Gerais (MG) e Espírito Santo (ES). Assim, para esses dois anos teriam atuado, concomitantemente, tanto a disponibilidade (reduzida pela estiagem) quanto a qualidade da água (diminuída pelo lançamento dos rejeitos da mineração no rio Doce).

De acordo com a atuação esperada desses dois fatores, a produção da aquicultura foi investigada, inicialmente, considerando-se as duas Unidades da Federação (UFs) por onde passa o rio Doce – Minas Gerais e Espírito Santo – e adotando-se o recorte espacial das regiões hidrográficas⁴ (RHs) nelas contidas: a RH Paraná, a RH São Francisco e a RH Atlântico

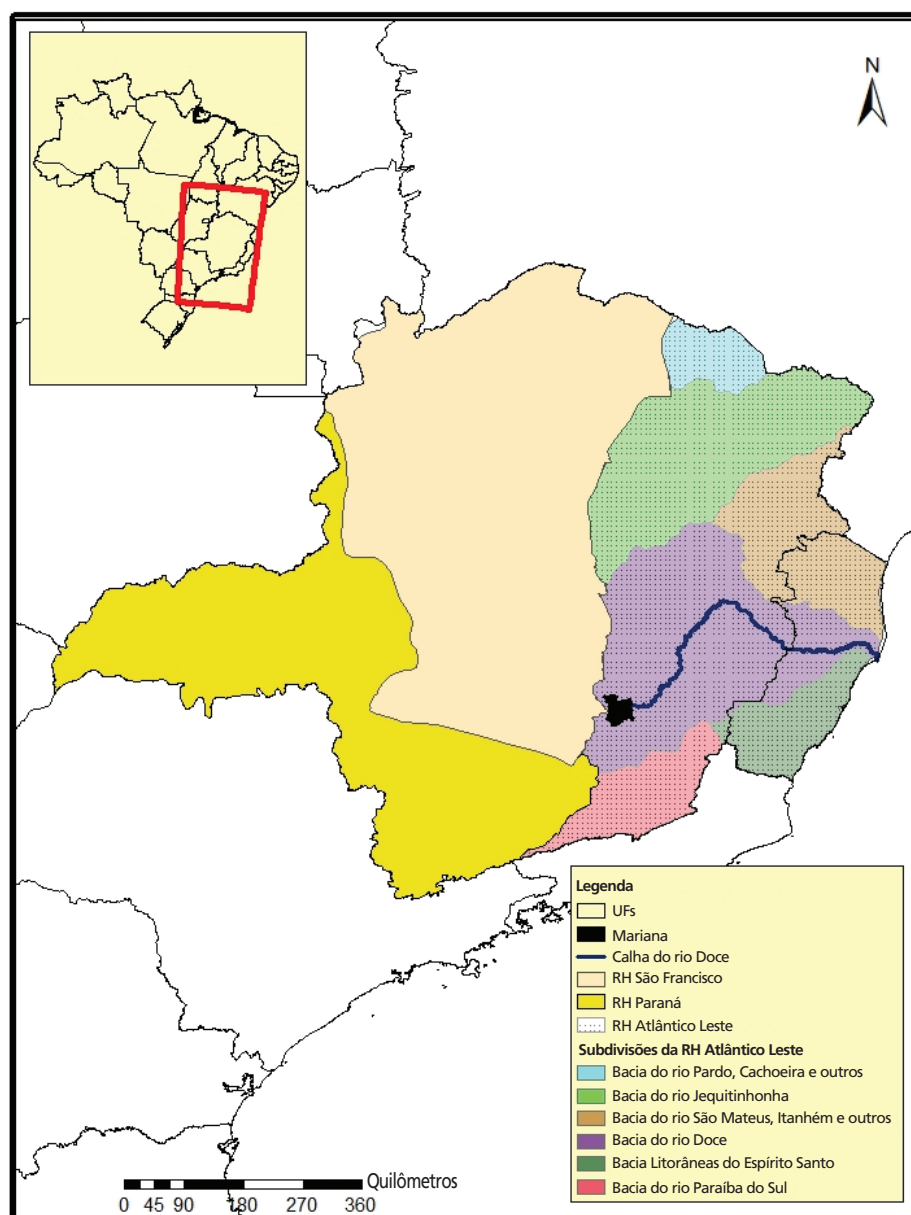
3. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2014/07/25/internas_economia,551700/seca-na-represa-de-tres-marias-castiga-moradores-e-prejudica-negocios.shtml>.

4. A Divisão Hidrográfica Nacional, instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabelece as doze RHs brasileiras. RHs são: bacias, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas próximas, com características naturais, sociais e econômicas similares. Esse critério de divisão das regiões visa orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos em todo o país (Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/divisoes-hidrograficas>>).

Leste. No caso desta última, por conter a bacia do rio Doce, e visando a um refinamento da investigação, os resultados da produção foram desagregados pelas suas subdivisões, e considerando ainda, no caso daquelas compartilhadas por Minas Gerais e Espírito Santo, também a UF (mapa 1). Adicionalmente, para localizar com detalhes eventuais variações espaciais, foram também estudados os municípios mais importantes para a produção aquícola na bacia do rio Doce e os principais produtos/categorias de produtos. Finalmente, para complementar e elucidar os resultados da análise dos dados da PPM, realizaram-se contatos com instituições governamentais localizadas em municípios de interesse, buscando informações adicionais a respeito das características da produção aquícola local.

MAPA 1

RHs estudadas em Minas Gerais e Espírito Santo, com destaque para a calha do rio Doce e a localização do município de Mariana



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).
Elaboração do autor.

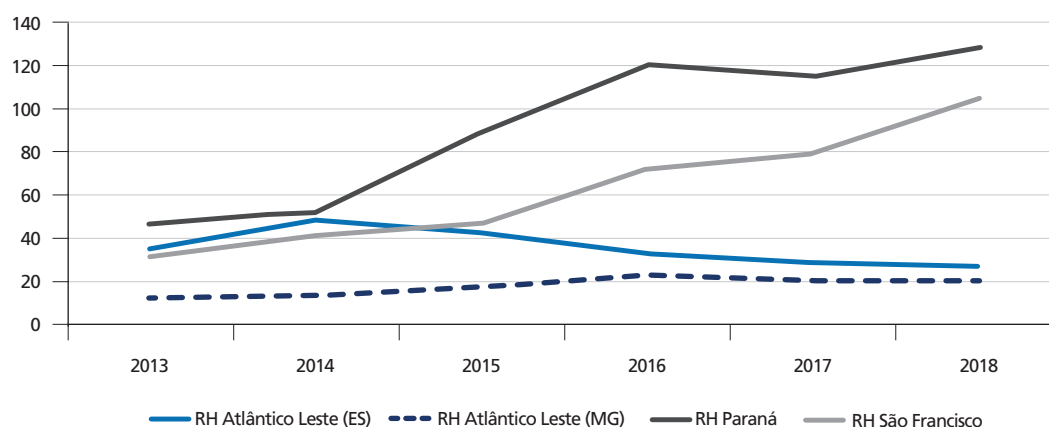
Para o cálculo da produção da aquicultura dos municípios às RHs e subdivisões (no caso da RH Atlântico Leste), utilizou-se o método proposto por Viana (2016), ou seja, a produção (valor ou quantidade) da aquicultura do município foi agregada tendo-se em conta a inclusão da sede do município no polígono de interesse, independentemente de porção (ou porções) da área do município estar(em) contida(s) em polígono(s) adjacente(s). Para a elaboração das análises que consideram os distintos níveis territoriais foram utilizados produtos cartográficos disponibilizados no sítio da ANA.⁵ Para determinados recortes territoriais, optou-se por apresentar a produção em relação à área dos polígonos correspondentes, de forma a permitir uma melhor visualização das tendências da produção no período estudado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor da produção da aquicultura nas RHs Paraná e São Francisco, ambas em Minas Gerais, aumentou quase que continuamente entre 2013 e 2018, enquanto na RH Atlântico Leste, também em Minas Gerais, houve um leve incremento até 2016, e a partir de então apresentou tendência à estabilidade. Por sua vez, na sua porção capixaba, esta RH apresentou um aumento no valor da produção entre 2013 e 2014, passando a diminuir desde então (gráfico 1).

GRÁFICO 1
Valor da produção da aquicultura nas UFs e RHs (2013-2018)

(Em R\$ milhões)



Fonte: IBGE.
Elaboração do autor.

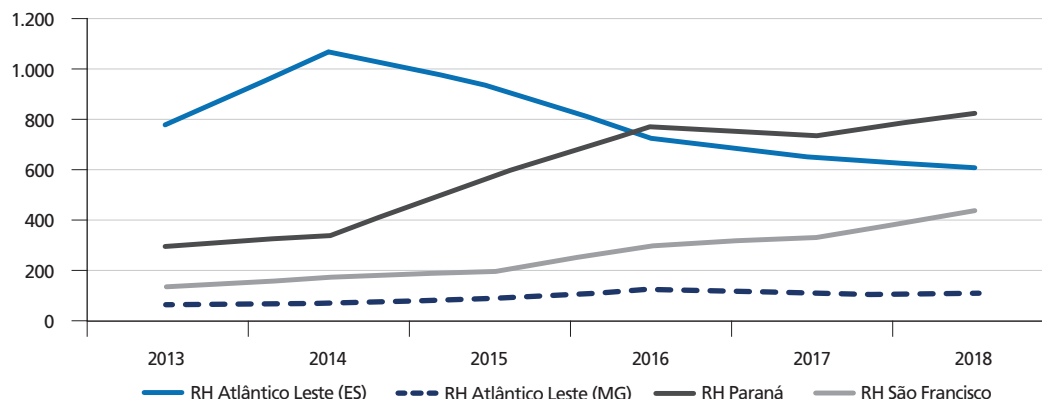
O gráfico 2 apresenta o valor da produção (em reais) por unidade de área (km^2), sendo evidente que a RH Atlântico Leste em seu trecho capixaba apresentava, comparativamente, um maior rendimento por área em relação às demais RHs, sendo que este caiu de R\$ 1.070/ km^2 em 2014 para apenas R\$ 608/ km^2 em 2018.

Como apontado anteriormente, o rompimento da barragem em Mariana ocorreu no final de 2015, e o período de estiagem no Espírito Santo e em Minas Gerais estendeu-se aproximadamente entre 2014 e 2016. Assim, ambos os fatores teriam atuado concomitantemente em parte do período em que o valor da produção no trecho capixaba da RH Atlântico Leste diminuiu. No mesmo período, entretanto, o inverso ocorreu no trecho mineiro da RH. Além disso, destaca-se ainda que a produção da aquicultura apresentou incrementos nas RHs Paraná e São Francisco, a despeito da estiagem que atingiu ambas as UFs (gráficos 1 e 2). Portanto, eventuais efeitos da estiagem teriam tido intensidades diferentes e se distribuído de

5. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/>>.

maneiras distintas entre as RHs e UFs. Dessa forma, algo excepcional precisaria ter ocorrido na RH Atlântico Leste, em particular em sua porção capixaba, para explicar a redução no valor da produção.

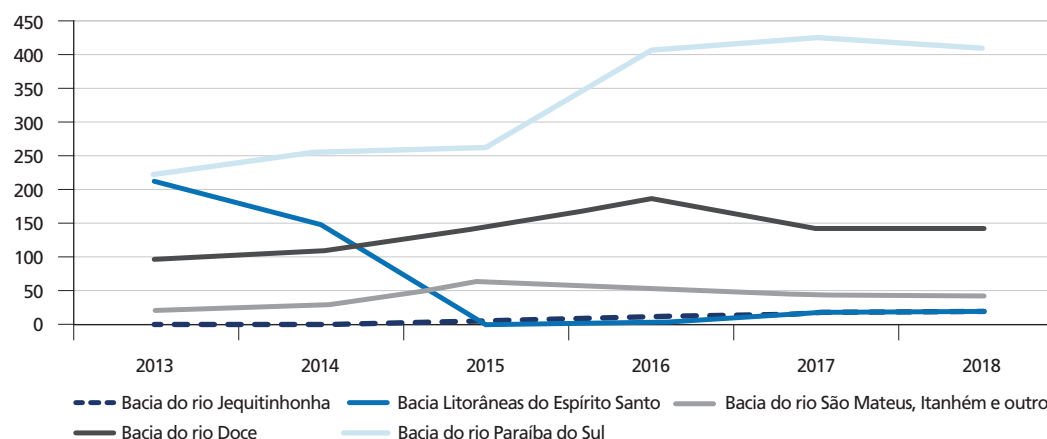
GRÁFICO 2
Valor da produção da aquicultura nas UFs e RHs (2013-2018)
 (Em R\$/km²)



Fonte: IBGE.
 Elaboração do autor.

O gráfico 3 apresenta o valor da produção (R\$/km²) para as subdivisões da RH Atlântico Leste mineira. O comportamento do valor da produção variou entre as subdivisões dessa RH, sendo que não foi registrada produção na bacia do rio Pardo, Cachoeira e outros, no extremo norte de Minas Gerais (mapa 1). Especificamente no caso do rio Doce, o valor da produção aumentou entre 2013 e 2016; a partir de então passou a decrescer, com valores mínimo (2013) e máximo (2016) de R\$ 96/km² e R\$ 187/km², respectivamente.

GRÁFICO 3
Valor da produção da aquicultura nas bacias da RH Atlântico Leste em Minas Gerais (2013-2018)
 (Em R\$/km²)



Fonte: IBGE.
 Elaboração do autor.

No caso das demais subdivisões da RH, o valor da produção do rio Paraíba do Sul tendeu a aumentar ao longo dos anos estudados, enquanto a bacia Litorâneas do Espírito Santo apresentou a redução mais importante, saindo de R\$ 211/km² para zero em 2015 e 2016. Assim, os resultados observados para a bacia do rio Doce em seu trecho mineiro não

são consistentes com uma interferência negativa relevante do rompimento da barragem em Mariana na produção da aquicultura. Por sua vez, é possível que as condições de estiagem no Espírito Santo tenham interferido na drástica redução do valor da produção observada na porção mineira da bacia Litorâneas do Espírito Santo, tendo em vista sua proximidade do estado (mapa 1). Entretanto, como veremos a seguir, tal comportamento não foi observado no trecho capixaba dessa bacia.

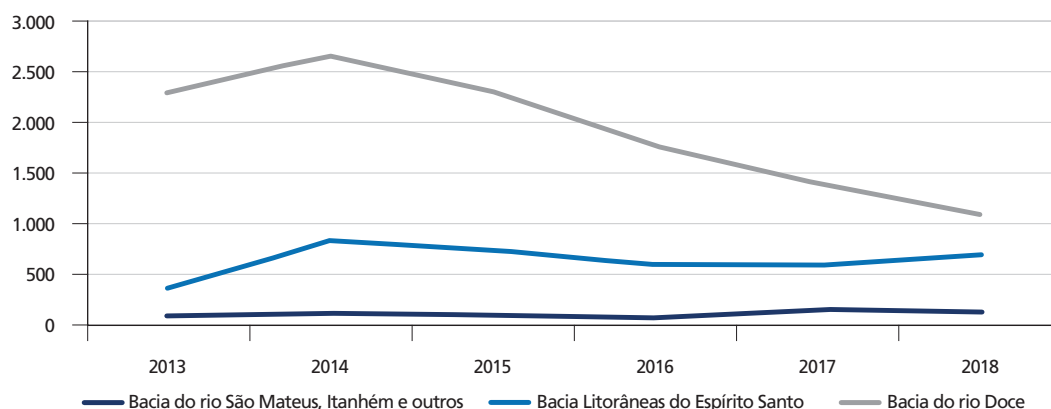
O valor da produção por unidade de área na bacia do rio Doce em seu trecho capixaba apresentou uma redução de 59%, saindo de R\$ 2.655/km² em 2014 para R\$ 1.092/km² em 2018 (gráfico 4). O quantitativo do valor da produção nas demais bacias foi bem inferior ao registrado para o rio Doce. No caso da bacia Litorâneas do Espírito Santo ocorreu aumento entre 2013 (R\$ 366/km²) e 2014 (R\$ 832/km²), redução entre 2015 (R\$ 729/km²) e 2017 (R\$ 581/km²), e incremento a partir de então (R\$ 700/km² em 2018). A bacia do rio São Mateus, Itanhém e outros foi a que apresentou os menores valores da produção, aumentando entre 2013 (R\$ 89/km²) e 2014 (R\$ 116/km²), a partir de então diminuindo até 2016 (R\$ 75/km²), oscilando para R\$ 147/km² em 2017 e para R\$ 124/km² em 2018.

Dessa forma, entre 2014 e 2016, as três subdivisões da RH Atlântico Leste capixaba apresentaram redução na produção a taxas de 29% (bacia Litorâneas do Espírito Santo), 33% (bacia do rio Doce) e 35% (bacia do rio São Mateus, Itanhém e outros). E, entre 2016 e 2018, o valor da produção das bacias Litorâneas do Espírito Santo e do rio São Mateus, Itanhém e outros teve propensão a aumentar, enquanto o valor do rio Doce continuou diminuindo. Assim, a produção da aquicultura tendeu a diminuir a taxas muito próximas nas três bacias capixabas no período correspondente à estiagem. Tal comportamento indica que a falta de chuva, difusa no território capixaba, teria sido o fator preponderante para explicar a diminuição da produção da aquicultura capixaba entre 2014 e 2016. Entretanto, após 2016 a queda no valor da produção persistiu apenas na bacia do rio Doce, enquanto as demais apresentaram sinais de recuperação. O que teria causado a persistente diminuição do valor da produção na bacia do rio Doce?

GRÁFICO 4

Valor da produção da aquicultura nas bacias da RH Atlântico Leste no Espírito Santo (2013-2018)

(Em R\$/km²)



Fonte: IBGE.
Elaboração do autor.

A tabela 1 apresenta o valor da produção entre 2013 e 2018 para os principais municípios produtores da bacia do rio Doce, assim como para os municípios remanescentes de Minas Gerais e Espírito Santo que tiveram produção da aquicultura registrada pela PPM. Os dez

maiores municípios produtores foram responsáveis por 71,2% do valor da produção da bacia no período estudado e, desses, os dois principais foram Linhares e Laranja da Terra, no Espírito Santo, responsáveis por mais da metade do valor da produção (53,2%).

TABELA 1
Valor da produção da aquicultura para municípios da bacia do rio Doce (2013-2018)
 (Em R\$ milhares)

Município	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total	%
Linhares (ES)	14.985	18.468	16.340	14.288	9.745	9.221	83.047	42,3
Laranja da Terra (ES)	6.066	3.826	4.090	3.354	3.354	797	21.487	10,9
Ubá (MG)	-	1.647	1.408	800	1.647	1.211	6.713	3,4
Santa Teresa (ES)	80	1.160	1.160	900	1.040	816	5.156	2,6
Governador Valadares (MG)	734	1.100	1.100	1.400	85	677	5.096	2,6
Alvinópolis (MG)	-	-	2.400	2.400	43	36	4.879	2,5
São Domingos do Norte (ES)	1.400	1.547	928	-	165	350	4.390	2,2
Ibiraçu (ES)	430	612	491	624	756	659	3.572	1,8
Mantenópolis (ES)	572	612	190	920	367	240	2.901	1,5
Jaguaré (ES)	582	706	943	41	138	167	2.577	1,3
Demais 17 municípios (ES)	3.551	4.979	3.429	1.187	1.133	875	15.154	7,7
Demais 158 municípios (MG)	6.021	5.037	5.476	8.605	8.268	8.039	41.446	21,1
Total	34.421	39.694	37.955	34.519	26.741	23.088	196.418	100,0

Fonte: IBGE.
 Elaboração do autor.

Destaca-se que o valor da produção nos municípios mais importantes apresentou comportamentos bem variados. Linhares, o principal produtor da bacia e onde está localizada a foz do rio Doce, teve redução constante ao longo do período estudado. Laranja da Terra, por sua vez, apresentou oscilações no valor da produção, mas com tendência à redução (de R\$ 6.066 em 2013 para apenas R\$ 797 mil em 2018). De outra forma, Santa Teresa teve importante aumento da produção exatamente nos dois primeiros anos da estiagem que atingiu a região Sudeste, padrão semelhante àquele registrado nos três municípios mineiros que aparecem entre os dez maiores produtores (tabela 1).

A produção da aquicultura na bacia do rio Doce é concentrada em apenas dois produtos, tilápia e alevinos, que juntos representaram 91% do valor da produção entre 2013 e 2018 (tabela 2). No caso da tilápia, os anos com maior produção corresponderam àqueles de estiagem, seguida de importante redução em 2017 e 2018. No caso dos alevinos e ainda para maioria dos produtos ocorreram oscilações, mas com tendência à redução no período estudado (tabela 2).

O grande peso que a produção de tilápia e de alevinos tem em relação aos demais produtos sugere que o comportamento observado para a produção da aquicultura na RH Atlântico Leste, e na bacia do rio Doce em particular, é consequência, principalmente, do desempenho desses dois produtos. Além disso, para a bacia do rio Doce como um todo e considerando-se o principal produto da aquicultura, tanto a estiagem quanto o ano mais crítico após o rompimento da barragem (2016) aparentemente tiveram pouco efeito sobre o valor da produção (tabela 2).

A seguir, os resultados dos dois principais produtos e os municípios produtores serão analisados em detalhe.

TABELA 2

Valor da produção dos produtos da aquicultura da bacia do rio Doce (2013-2018)

(Em R\$ milhares)

Produtos	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total	%
Tilápia	23.130	28.530	29.263	28.221	18.433	17.974	145.551	74,1
Alevinos	7.303	5.806	5.955	5.123	6.046	3.002	33.235	16,9
Camarão	1.218	2.006	1.299	331	408	164	5.426	2,8
Tambaqui	937	832	198	178	262	294	2.701	1,4
Tambacu, tambatinga	724	846	344	110	115	111	2.250	1,1
Outros produtos (rã, jacaré, siri, caranguejo, lagosta etc.)	66	72	10	-	1.040	1.042	2.230	1,1
Carpa	171	319	192	185	142	199	1.208	0,6
Pacu e patinga	248	279	165	24	51	111	878	0,4
Pirarucu	217	244	112	-	-	-	576	0,3
Demais onze produtos	407	760	417	347	244	188	2.363	1,2
Total	34.421	39.694	37.955	34.519	26.741	23.088	196.418	100,0

Fonte: IBGE.

Elaboração do autor.

No período estudado, 57,0% do valor da produção de tilápia na bacia do rio Doce foi proveniente de Linhares (R\$ 83,0 milhões), enquanto os demais municípios capixabas e os municípios mineiros contribuíram com 14,7% (R\$ 21,4 milhões) e 28,3% (R\$ 41,2 milhões), respectivamente. Após aumento entre 2013 e 2014, quando atingiu seu máximo, o valor da produção de tilápia em Linhares (R\$ 18,5 milhões) e demais municípios capixabas (R\$ 5,7 milhões) tendeu a diminuir até 2018, quando atingiu os menores valores – R\$ 9,2 milhões e R\$ 2,2 milhões, respectivamente (gráfico 5). Para Linhares e demais municípios capixabas, a taxa de redução entre 2014 e 2018 foi de 50,3% e 62,2%, respectivamente.

Por sua vez, a produção nos municípios mineiros tendeu a crescer entre 2013 e 2016 e, a partir de então, passou a diminuir seguindo um padrão aproximadamente semelhante àquele observado em Linhares (gráfico 5). Dessa maneira, no período de 2014 a 2016 a redução da produção capixaba de tilápia na bacia do rio Doce foi parcialmente compensada pelo aumento na porção mineira da bacia. Assim, eventuais impactos da estiagem e do rompimento da barragem sobre o principal produto da aquicultura teriam sido mais intensos na porção capixaba da bacia do rio Doce.

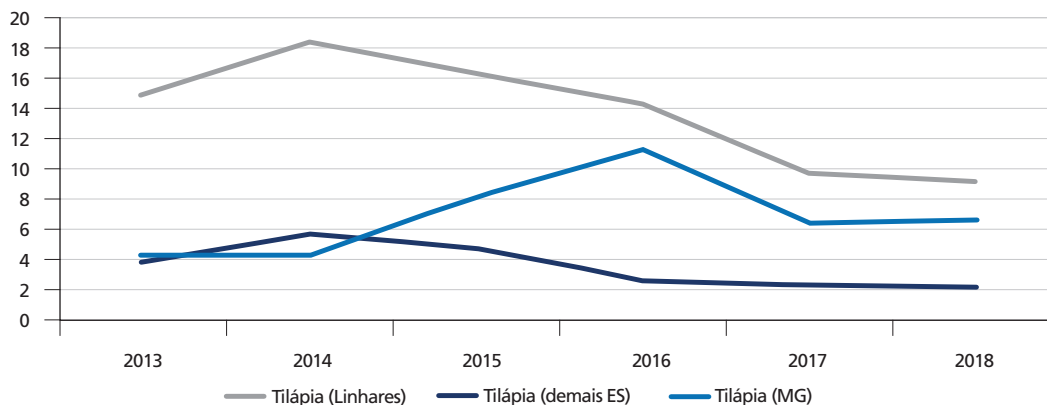
A produção da tilápia em toneladas (gráfico 6) praticamente espelha o comportamento descrito para o valor da produção, indicando influência negligível dos preços do produto nas tendências observadas.

No caso do valor da produção de alevinos, o segundo produto mais importante da bacia, 63,1% foram provenientes de Laranja da Terra (R\$ 21,0 milhões), enquanto os demais municípios capixabas e os municípios mineiros contribuíram com 11,7% (R\$ 3,9 milhões) e 25,2% (R\$ 8,4 milhões), respectivamente. Após cair entre 2013 e 2014, o valor da produção de alevinos em Laranja da Terra oscilou entre 2014 e 2017, sofrendo forte redução em 2018 (gráfico 7). Entre 2013 e 2018 a queda no valor da produção de alevinos em Laranja da Terra foi da ordem de 88,0%. Por sua vez, o valor da produção nos demais municípios capixabas, embora muito menor quando comparado àquele de Laranja da Terra, tendeu a aumentar no período. Já o valor da produção nos municípios mineiros oscilou ao longo dos seis anos estudados, também com tendência a aumento.

GRÁFICO 5

Valor da produção da tilápia na bacia do rio Doce oriunda de Linhares e demais municípios do Espírito Santo e Minas Gerais (2013-2018)

(Em R\$ milhões)

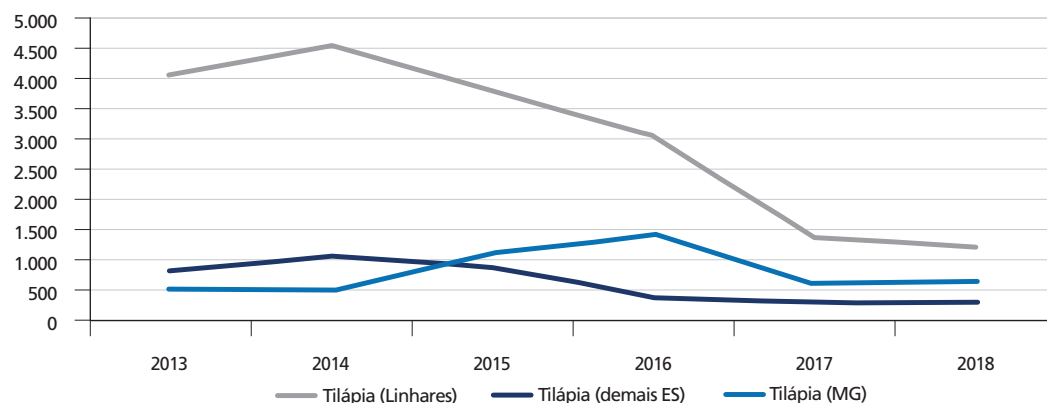


Fonte: IBGE.
Elaboração do autor.

GRÁFICO 6

Produção da tilápia na bacia do rio Doce oriunda de Linhares e demais municípios do Espírito Santo e Minas Gerais (2013-2018)

(Em t)



Fonte: IBGE.
Elaboração do autor.

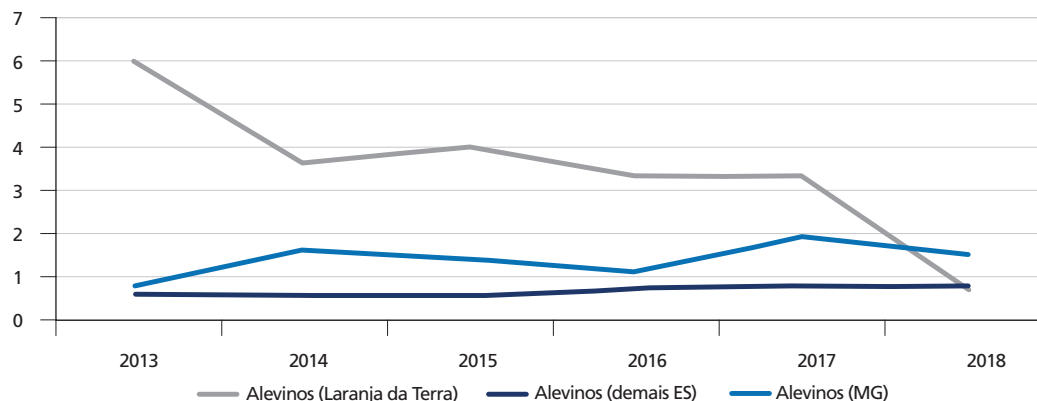
Alevinos são as formas jovens de peixes usados na aquicultura. Segundo informações levantadas com o escritório do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) de Laranja da Terra, a maior parte da produção de alevinos do município é de tilápia, o que faz sentido por ser a principal espécie produzida na bacia. Não foi possível, entretanto, obter informações quanto ao(s) motivo(s) da redução no valor da produção registrada no município.

Destaca-se ainda que a produção de alevinos em milhões de unidades (gráfico 8) praticamente reproduz o comportamento descrito para o valor da produção, indicando, como no caso da tilápia, influência negligível dos preços do produto nas tendências registradas.

GRÁFICO 7

Valor da produção de alevinos na bacia do rio Doce oriunda de Laranja da Terra e demais municípios do Espírito Santo e Minas Gerais (2013-2018)

(Em R\$ milhões)

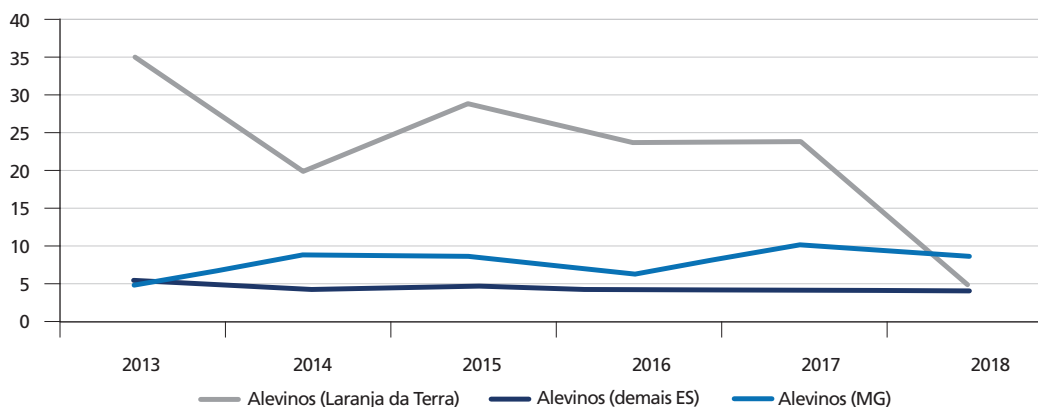


Fonte: IBGE.
Elaboração do autor.

GRÁFICO 8

Produção de alevinos na bacia do rio Doce oriunda de Laranja da Terra e demais municípios do Espírito Santo e Minas Gerais (2013-2018)

(Em milhões de unidades)



Fonte: IBGE.
Elaboração do autor.

No caso da produção de tilápia em Linhares, contatos realizados com as secretarias municipais de Agricultura e Meio Ambiente evidenciaram a existência de um terceiro fator atuando no município, e não antecipado pela pesquisa. Segundo informações do secretário de Meio Ambiente, Fabricio B. Folli, a redução na produção da aquicultura em Linhares seria consequência dos desdobramentos de um inquérito civil do Ministério Público do Espírito Santo (MPES) com vistas a apurar responsabilidade por dano ambiental decorrente da decomposição orgânica gerada pela atividade de piscicultura em corpos d'água do município (Processo MPES 2014.0010.7673-34). Como consequência do inquérito, o MPES recomendou ao município de Linhares, em junho de 2015, que suspendesse a concessão de anuência para novos pedidos de uso e ocupação do solo para atividades de piscicultura, em tanques-rede, ressalvados os já licenciados e implantados.

Ainda associado a esse processo, destaca-se também a revisão da capacidade de suporte⁶ de corpos d'água de Linhares para a piscicultura em tanques-rede pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) do Espírito Santo. A AGERH é o órgão responsável pela outorga do uso dos recursos hídricos para a produção de pescado. Documento⁷ disponibilizado por Eduardo Loyola Dias, gerente de regulação da AGERH, conclui pela necessidade de reduzir progressivamente a produção em três lagoas do município que foram avaliadas quanto à capacidade de suporte pela agência. Segundo o secretário de Meio Ambiente de Linhares, esse processo de adequação já estaria em andamento, com a redução da produção de tilápia em empreendimentos instalados no município, tendo em vista a necessidade de melhorar a qualidade da água em alguns corpos hídricos.

Adicionalmente, segundo o secretário, a produção da aquicultura em Linhares ocorre principalmente em lagoas naturais existentes no município, que têm pouca troca de água com o rio Doce, de maneira que a poluição causada pelos rejeitos despejados pelo rompimento da barragem em Mariana teria influenciado de maneira negligível a qualidade da água utilizada na produção de pescado. Opiniões semelhantes quanto à pouca interferência dos rejeitos na qualidade da água das lagoas e à redução da produção em certos empreendimentos foram também manifestadas em consultas ao Incaper de Linhares. Além disso, foi relatado que altas temperaturas registradas no município teriam provocado mortalidade significativa de tilápia em algumas localidades. Tais eventos poderiam explicar, por exemplo, a redução da produção observada entre 2014 e 2016, durante o período de estiagem (gráfico 5).

Tendo em vista as informações levantadas nas instituições de Linhares, é possível concluir que o rompimento da barragem de Fundão em Mariana teria tido impacto negligenciável, se é que algum, na produção da aquicultura na bacia do rio Doce. No caso da porção mineira da bacia, como aqui registrado, foi observado aumento do valor da produção no período mais crítico, associado à estiagem e ao rompimento da barragem. No caso da porção capixaba, a estiagem e, principalmente, o processo de revisão da capacidade de suporte das lagoas de Linhares para a piscicultura em tanques-rede tendem a explicar de forma razoável a redução do valor da produção registrada, tendo em vista a grande importância da produção desse município no contexto da bacia.

Finalmente, no caso dos alevinos de Laranja da Terra, embora não tenha sido identificada causa para a drástica diminuição no valor da produção, é possível relacioná-la, por exemplo, a uma menor demanda pelo produto, associada ao processo de adequação da produção em tanques-rede à capacidade de suporte das lagoas de Linhares. Para elucidar tal questão recomenda-se estudar em detalhe a cadeia de produção da tilápia na bacia do rio Doce.

REFERÊNCIAS

COELHO, C. A. S.; CARDOSO, D. H. F.; FIRPO, M. A. F. A seca de 2013 a 2015 na região Sudeste do Brasil. **Climanálise** – Edição Especial de 30 anos, p. 55-61, 2016. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/%7Erclimanl/revista/pdf/30anos/Coelhoetal.pdf>>.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Monitoramento especial da bacia do rio Doce**: Relatório 02 – Geoquímica. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/RT_02_2015_MONIT_ESP_BACIA_RIO_DOCE_v4_5.pdf>.

6. É a quantidade de pescado que pode ser produzida em um determinado ambiente sem que haja alteração no ecossistema local, inclusive na qualidade da água, do corpo hídrico.

7. Nota Técnica GERE/DPH/AGERH nº 001-2019.

GIAIA – GRUPO INDEPENDENTE PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL. **Relatório parcial expedição rio Doce**. 2015.

GONDIM, J. *et al.* **A seca atual no Semiárido nordestino** – impactos sobre os recursos hídricos. Brasília, v. 22, n. 44, p. 277-300, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/856/784>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm2013.pdf>.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Encarte especial sobre a qualidade das águas do rio Doce após 4 anos do rompimento da barragem de Fundão – 2015-2019. Belo Horizonte: Igam, 2020. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2020/QUALIDADE_AGUAS/Encarte_4_anos_-_Desastre_Doce_-_Final.pdf>.

IJSN – INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Panorama Econômico Espírito Santo** – IV trimestre de 2017. 2018. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/component/attachments/download/6100>>.

LEIRA, M. H. *et al.* Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Pubvet**, v. 11, n. 1, p. 11-17, 2017. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/artigo/3588/qualidade-da-aacutegua-e-seu-uso-em-pisciculturas>>.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana. **Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG**. Belo Horizonte: Sedru, fev. 2016. Disponível em: <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/ckeditor_assets/attachments/770/relatorio_final_ft_03_02_2016_15h5min.pdf>.

SENAR – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Piscicultura: manejo da qualidade da água**. Brasília: Senar, 2019. 52 p. (Coleção Senar, 262). Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/262_Piscicultura-Manejo-da-qualidade-da-agua.pdf>.

TIAGO, G. G.; GIANESELLA, S. M. F. Recursos hídricos para a aquicultura: reflexões temáticas. *In*: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 2002, Indaiatuba. **Anais...** Belém: ANPPAS, 2002. Disponível em: <http://anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/recursos_hidricos/Thiago%20-%20Gianesella.pdf>.

VIANA, J. P. **Os pescadores da bacia do rio Doce**: subsídios para a mitigação dos impactos socioambientais do desastre da Samarco em Mariana, Minas Gerais. Brasília: Ipea, 2016. (Nota Técnica, n. 11). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/160524_nt_dirur_11.pdf>.