

AVALIAÇÃO DE TÍTULOS MINERÁRIOS DE USO AGRÍCOLA NAS BACIAS LOGÍSTICAS DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA¹

Henrique Valsecchi Carlsen

Luciola Alves Magalhães

André Rodrigo Farias

Gustavo Spadotti Amaral Castro

RESUMO – O presente estudo objetivou avaliar o panorama das matérias-primas base para fertilizantes no contexto das bacias logísticas da agropecuária brasileira. Foram utilizadas informações dos títulos minerários disponíveis no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), dados de importação de fertilizantes disponibilizadas pela Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) e informações sobre a importação, exportação e comercialização de calcário entre os estados brasileiros disponibilizadas pela Associação Brasileira de Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL). Estes dados foram integrados em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para representação espacial destas variáveis no contexto das bacias logísticas e para determinação dos fluxos internos de calcário. Os resultados das análises dos títulos minerários indicaram um baixo número de títulos voltados para uso na agricultura e em fase de concessão de lavra e licenciamento. Também foi possível observar uma grande movimentação interna de calcário entre os estados via transposição de bacias. A avaliação da importação dos fertilizantes indicou que os portos preferenciais de entrada destes são os mesmos portos utilizados para a saída da maior parte da produção de grãos. Estes resultados servirão de subsídios para o desenvolvimento de novos estudos voltados para a questão da retrologística agropecuária.

Palavras-chaves: geoprocessamento, títulos minerários, macrologística agropecuária, insumos, agricultura e calcário.

¹ Este artigo foi originalmente publicado no 12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica (CIIC) realizado na sede do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) no ano de 2018.

ABSTRACT - *The present study aimed to evaluate the panorama of agricultural inputs in the context of the logistic basins of Brazilian agriculture. Data from the National Mineral Production Department (DNPM), data on the importation of fertilizers made available by the National Association for Fertilizer Diffusion (ANDA) and information on the import and export of limestone from the Brazilian states made available by the Brazilian Association of Minerals Producers of Agricultural Limestone (ABRACAL). These data were integrated in a Geographic Information System (GIS) environment for the spatial representation of these variables in the context of the logistic basins and for the determination of internal limestone flows. The results of the analyzes of the mining titles indicated a small number of titles destined for use in the agriculture and in phase of concession of mining. It was also possible to observe a great internal movement of limestone between the states through transposition of basins. The assessment of the importation of fertilizers indicated that the preferential ports of entry of these are the same ports used for the exit of most grain production. These results will serve as subsidies for the development of novel studies focused on the issue of agricultural retro logy.*

Keywords: geoprocessing, mining titles, macrologistic, inputs, agriculture and limestone.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta expressivo crescimento no comércio internacional de produtos agrícolas nos últimos anos, consolidando sua posição como um dos maiores produtores e exportadores de alimentos, abastecendo mais de 200 países. Uma variável de impacto na competitividade econômica da agricultura nacional refere-se à logística de escoamento da produção até o seu destino final, seja este o mercado interno ou externo. Nesse sentido, o conceito de bacias logísticas é extremamente relevante no sentido de compreender a complexidade na movimentação das cargas no Brasil. Segundo Castro et al. (2017, p.2), as denominadas bacias logísticas da agropecuária brasileira compreendem “as áreas de captação de cargas (lavouras), rotas de deslocamento (traçados e modais) e exportação (portos)”, delimitadas segundo critérios de produção municipal de grãos, relações entre origem e destino, identificação e quantificação da exportação nos portos, caracterização da macrologística, entre outras variáveis. Nessa perspectiva, um município pertencer a uma determinada bacia logística significa que, preferencialmente, envia suas cargas aos portos

contidos nesta delimitação. Esse conceito é fundamental a fim de subsidiar a elaboração dos planos logísticos a serem desenvolvidos no território nacional para os diversos tipos de cargas, especialmente aquelas associadas à agropecuária, em que se enquadram insumos agropecuários tais como os fertilizantes.

A agricultura moderna faz uso de fertilizantes e corretivos a fim de proporcionar incrementos de produtividade das culturas agrícolas. Entre os diferentes tipos de fertilizantes adotados na produção agrícola, os macronutrientes primários são os mais utilizados (Nitrogênio, Fósforo e Potássio). São nutrientes minerais que perfazem os critérios da essencialidade das plantas. De acordo com a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2014), o Brasil ocupa a quarta posição entre os consumidores de fertilizantes, atrás apenas de China, Índia e Estados Unidos. No entanto, cerca de 70% dos fertilizantes utilizados em território nacional são importados. Essa dependência de nutrientes estrangeiros influencia diretamente no custo da produção e obriga os produtores rurais a incluir a cotação do dólar na contabilidade da safra, além de condicionar a produção agrícola às variações das taxas cambiais, gerando, portanto, incertezas no planejamento financeiro das propriedades rurais.

Considerando a significativa dependência da agricultura brasileira em relação aos fertilizantes importados e os altos custos logísticos existentes em diversas regiões do País, torna-se relevante considerar a distribuição e quantificação dos títulos minerários atualmente explorados no território nacional visto que tais depósitos minerais podem efetivamente atender parte substancial da demanda por fertilizantes, seja por meio de sua incorporação direta no cultivo da lavoura ou então se inserindo como insumo para a indústria brasileira de fertilizantes.

Nesse sentido, este estudo objetivou avaliar os títulos minerários de uso agrícola no território nacional, os principais portos de importação de fertilizantes e o fluxo interno de importação e exportação entre os estados no contexto das bacias logísticas de exportação de grãos. Os resultados servirão de base para elaboração de estudos futuros de retrologística.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As bacias logísticas da agropecuária brasileira, em arquivo georreferenciado no formato *shapefile*, foram obtidas no Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira (EMBRAPA, 2018), desenvolvido pela Embrapa Territorial. As malhas georreferenciadas de divisão político administrativa do território nacional foram adquiridas no portal de bases cartográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

A caracterização da logística nacional de importação de fertilizantes foi realizada a partir de dados oriundos do levantamento da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2014), onde são listadas as quantidades de fertilizantes básicos NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) recebidas em cada um dos portos brasileiros para o ano de 2014. Esses dados, disponíveis em formato tabular, foram associados à base georreferenciada de portos do Brasil sob responsabilidade da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2018), de modo a permitir a representação espacial das quantidades importadas desse grupo de fertilizantes.

Os dados de títulos minerários e suas respectivas classificações estão disponíveis no Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), administrado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). O sistema permite a consulta de todos os processos de títulos minerários registrados até abril de 2018, nos formatos tabular e espacial.

Os dados geoespaciais foram integrados em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) por meio da utilização do software ArcGIS 10.5 (Esri, 2018). Nesse sistema, elaborou-se um filtro em linguagem SQL para que, de todos os títulos minerários existentes, apenas permanecessem visíveis aqueles direcionados ao uso agrícola. No caso específico da substância fosfato, foram encontrados 158 títulos minerários com o uso “Não Informado”. Considerando a utilização majoritária do fosfato para aplicações relacionadas aos fertilizantes² considerou-se, especificamente para essa substância, a situação “Não Informado” no conjunto de substâncias de uso agrícola. No que diz respeito especificamente ao calcário, todos os seus diferentes tipos de corretivos a base

² “O uso principal da rocha fosfática no Brasil é na indústria de fertilizantes, mas apresenta também um conjunto grande de outras aplicações, como na alimentação animal e nas indústrias químicas” (MME, 2009, p.6).

de carbonatos de cálcio (calcário calcítico, calcário dolomítico, conchas calcárias, dolomito e algas calcáreas) foram agrupados em uma única classe.

Em uma segunda etapa, discriminou-se do conjunto de títulos minerários de uso agrícola apenas aqueles que se encontram em fase de concessão de lavra e licenciamento³, já que estes indicam uma etapa operacional e atualmente vigente de exploração mineral. No conjunto dos títulos minerários de uso agrícola nestas fases, o calcário assume particular importância com participação de 68% do total. Considerando essa dimensão, elaboraram-se mapas de fluxo de importação e exportação de calcário entre os estados brasileiros a partir de dados disponibilizados pela Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL, 2016). A representação espacial dos fluxos de comercialização de calcário foi realizada a partir da ferramenta *XY to Line*, disponível no software ArcGIS 10.5, na qual os fluxos são representados por linhas unidirecionais e suas respectivas espessuras indicam a quantidade de produto comercializada entre dois estados.

Por fim, visando subsidiar a avaliação econômica da utilização de calcário para fins agrícolas, os preços médios anuais de comercialização de calcário no Brasil, discriminados por unidade federativa, foram reunidos para os anos de 2016 e 2017 a partir de levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Macrologística de importação de fertilizantes básicos no Brasil

Considerando a significativa dependência que o Brasil mantém com o mercado externo em relação ao setor de fertilizantes, é fundamental representar a macrologística de importação desses insumos no território nacional, tanto com vistas a subsidiar o planejamento de estratégias de comercialização quanto oferecer subsídios a estudos de retrologística que possam fomentar custos menores na circulação da produção e seus respectivos insumos. Nesse âmbito, cabe destacar que os principais portos de entrada de fertilizantes básicos NPK no Brasil se localizam nas regiões Sul e Sudeste, conforme destacado na Figura 1.

³ Segundo a Lei 6.567/1978, caso o calcário seja para uso direto como corretivo de solo, o título minerário poderá ser enquadrado no regime de licenciamento.

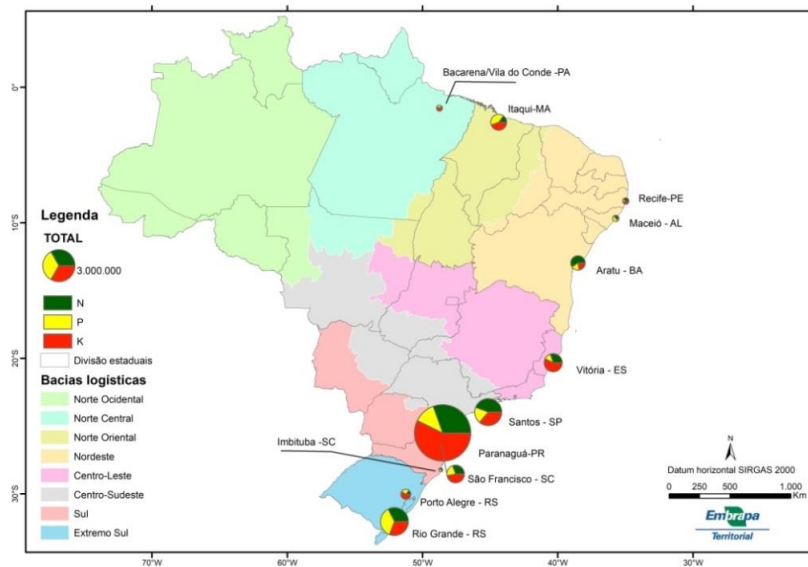


Figura 1. Principais portos para a importação dos fertilizantes básicos do Brasil, com a representação da quantidade recebida de NPK em quilogramas em 2014. Fonte: ANDA (2014).

O porto de Paranaguá-PR é o principal para importações de fertilizantes no Brasil em termos de quantidade total recebida, mas os portos de Rio Grande-RS e Santos-SP também possuem participação relevante, sobretudo nos casos do Nitrogênio e Fósforo, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade (kg) de fertilizantes básicos NPK importados nos principais portos do Brasil no ano de 2014. Fonte: ANDA 2014.

Portos	N	%N	P	%P	K	%K	Total	%Total
Paranaguá-PR	1.140.940	30,6%	1.399.788	37,7%	2.205.562	39,6%	4.746.290	36,5%
Rio Grande-RS	734.479	19,7%	829.217	22,4%	698.903	12,5%	2.262.599	17,4%
Santos-SP	939.615	25,2%	409.098	11,0%	766.333	13,8%	2.115.046	16,3%
Vitoria-ES	293.104	7,9%	118.002	3,2%	550.046	9,9%	961.152	7,4%
São Francisco-SC	281.372	7,5%	203.559	5,5%	426.791	7,7%	911.722	7,0%
Itaqui-MA	110.154	3,0%	300.735	8,1%	331.094	5,9%	741.983	5,7%
Aratu-BA	76.726	2,1%	233.624	6,3%	292.603	5,3%	602.953	4,6%
Porto Alegre-RS	40.485	1,1%	75.651	2,0%	169.792	3,0%	285.928	2,2%
Maceió-AL	39.242	1,1%	66.216	1,8%	13.500	0,2%	118.958	0,9%
Recife-PE	44.644	1,2%	18.823	0,5%	50.485	0,9%	113.952	0,9%
Vi. Conde-PA	11.603	0,3%	30.120	0,8%	59.130	1,1%	100.853	0,8%
Imbituba-SC	17.830	0,5%	24.116	0,7%	5.040	0,1%	46.986	0,4%
Total	3.730.194	100,0%	3.708.949	100,0%	5.569.279	100,0%	13.008.422	100,0%

Os resultados mostram que 70,2% dos fertilizantes importados se concentram nos portos das bacias Sul, Sudeste e Extremo Sul, em consonância com os principais caminhos de saída dos grãos no Brasil. A Figura 2 demonstra a distribuição do consumo nacional total de fertilizantes no ano de 2014, evidenciando a expressiva participação dos estados do Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraná e São Paulo.



Figura 2. Participação dos estados brasileiros no consumo de fertilizantes. Fonte: ANDA 2014.

3.2. Títulos minerários para uso agrícola no Brasil

Os títulos minerários registrados para uso agrícola, em qualquer fase de exploração mineral, apresentaram um total de 5.306 unidades, sendo que as substâncias de maior destaque foram o fosfato, o calcário e a turfa, que juntos representam aproximadamente 99% do conjunto de substâncias, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Títulos minerários para uso agrícola no Brasil em 2018 em qualquer fase de exploração mineral e discriminados por substância. Fonte: SIGMINE, 2018.

Substância	Nº de títulos	%	Substância	Nº de títulos	%
Fosfato	3.621	68,24%	Argila	2	0,04%
Calcário	1.231	23,20%	Gipsita	1	0,02%
Turfa	406	7,65%	Minério de ferro	1	0,02%
Apatita	29	0,55%	Areia	1	0,02%
Rocha potássica	11	0,21%	TOTAL	5.306	100,00%
Sapropelito	3	0,06%			

Associada a Tabela 2, a Figura 3 apresenta a espacialização dos títulos minerários para uso agrícola. Nessa ilustração, optou-se por reunir apenas as substâncias de maior participação percentual, isto é, fosfato, calcário e turfa.

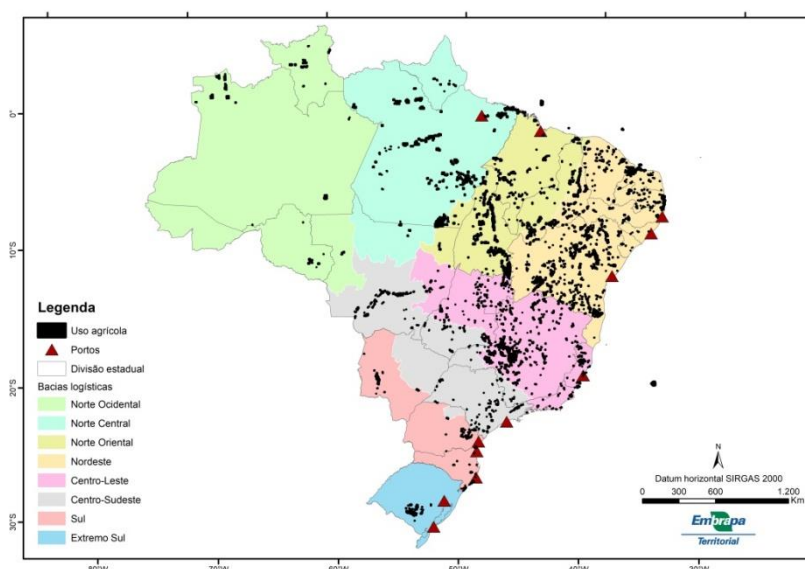


Figura 3. Títulos minerários para uso agrícola das substâncias fosfato, calcário e turfa, no

Brasil em 2018. Fonte: SIGMINE (2018).

Com base nesses indicadores quantitativos e espaciais, observa-se que há grande dispersão territorial quanto aos títulos minerários nas bacias logísticas, com exceção da bacia Norte Ocidental onde há poucas ocorrências. É fundamental considerar, no entanto, que grande parte destes títulos não está na fase de concessão de lavra ou licenciamento, sem apresentar disponibilidade imediata para uso na agricultura como insumos agrícolas. Na Figura 4 estão discriminados apenas os títulos minerários com concessão de lavra e licenciamento, com significativa redução da ocorrência e dispersão no território nacional e destacada concentração nas bacias Centro-Leste, Centro-Sudeste, Norte Oriental e Nordeste. A Tabela 3 apresenta a quantificação e participação percentual dos títulos minerários enquadrados nessa categoria. Observa-se que, quando se considera apenas os títulos em fase de concessão de lavra e licenciamento, o calcário assume o principal destaque, com diminuição significativa do número de títulos de fosfatos, ainda que essa substância esteja fortemente presente em outros estágios tais como requerimento e autorização de pesquisa.

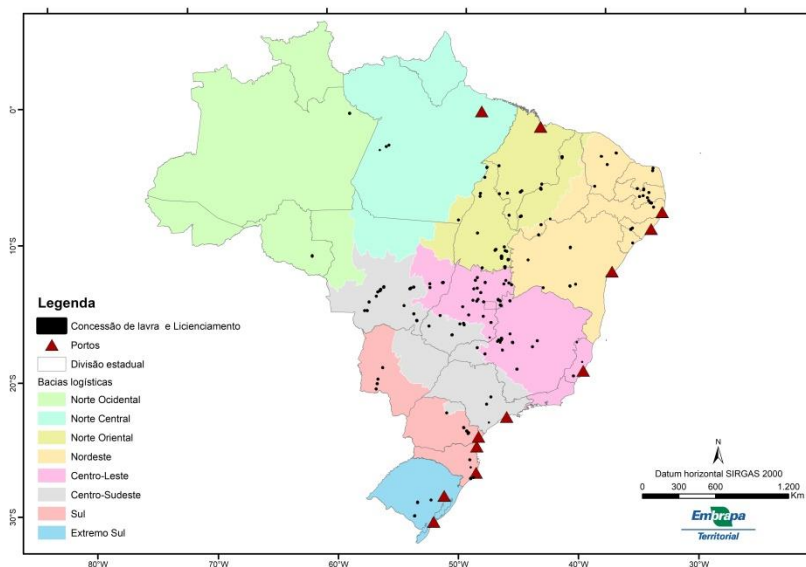


Figura 4. Títulos minerários para uso agrícola das substâncias fosfato, calcário e turfa, em fase de concessão de lavra e licenciamento no Brasil em 2018. Fonte: SIGMINE (2018).

Tabela 3. Quantidade de títulos minerários para uso agrícola das substâncias fosfato, calcário e turfa, em fase de concessão de lavra e licenciamento, no Brasil em 2018. **Fonte:** SIGMINE (2018).

Substância	Nº de títulos	%	Substância	Nº de títulos	%
Calcário	273	89,22	Turfa	2	0,65
Fosfato	31	10,13	Total	306	100

Em face da relevância da exploração de calcário para o País e considerando sua aplicação como corretivo de solos e elemento que potencializa a ação dos demais fertilizantes, foram levantados os preços médios anuais de comercialização de calcário agrícola no Brasil nos anos de 2016 e 2017, apresentados na Tabela 4.

As informações revelam significativa disparidade de preços de comercialização do calcário para uso agrícola nas diferentes regiões do Brasil, com preço médio por tonelada variando entre R\$ 65,17 à R\$ 276,67 em 2017 no caso dos estados do Maranhão e Roraima, respectivamente. As causas para essa expressiva variação são diversas e estudos adicionais devem ser realizados no sentido de compreender corretamente a influência de cada variável. No entanto, a análise de preços e a distribuição espacial dos títulos minerários dessa categoria indicam que existe alta correlação entre o custo de comercialização do calcário e a localização dos títulos minerários atualmente em fase de concessão de lavra, o que revela a forte influência da logística na determinação do custo final do produto. Exemplificando os estados citados, o Maranhão possui grande proximidade entre suas jazidas de calcário e as zonas de produção de grãos, concentradas na porção sul do estado, já Roraima não possui qualquer indicação de títulos em fase de exploração, necessitando que este corretivo percorra grandes distâncias rodoviárias.

Tabela 4. Preços médios anuais do calcário agrícola no Brasil para os anos de 2016 e 2017.

Fonte: CONAB (2017).

Estado	Preço médio anual 2017 (R\$/t)	Preço médio anual 2016 (R\$/t)	Estado	Preço médio anual 2017 (R\$/t)	Preço médio anual 2016 (R\$/t)
CE	-	400,00	MS	122,38	128,21
PI	-	260,00	MG	120,93	127,20
RR	276,67	260,00	TO	120,83	120,33
RO	245,17	180,00	SP	117,00	115,74
ES	216,11	188,33	MT	99,65	100,03
SC	151,38	277,22	GO	93,92	97,05
PR	135,49	136,05	DF	90,42	87,58
BA	128,23	126,61	MA	65,17	59,02
RS	123,74	144,65	MÉDIA	140,47	165,18

No intuito de compreender a movimentação do calcário no território nacional, elaborou-se um mapa de demonstração dos fluxos de comercialização do calcário entre os estados brasileiros, representando quantitativamente e qualitativamente as lógicas de circulação desse produto no Brasil (Figura 5). Observa-se que os estados de Goiás (Figura 5.i), Mato Grosso (Figura 5.h) e Minas Gerais (Figura 5.k) são os estados que possuem maior fluxo de exportação interna de calcário agrícola. No caso de estados que mais recebem de outras unidades federativas, destacam-se São Paulo (sobretudo importando de Minas Gerais), Mato Grosso e Bahia (sobretudo de Tocantins e Goiás). Importante observar a intensa transposição de bacias para o comércio do calcário entre os estados, indicando não somente a necessidade de se olhar para a questão da macrologística, mas também, da micrologística, já que esta também irá interferir no preço do calcário nos estados.

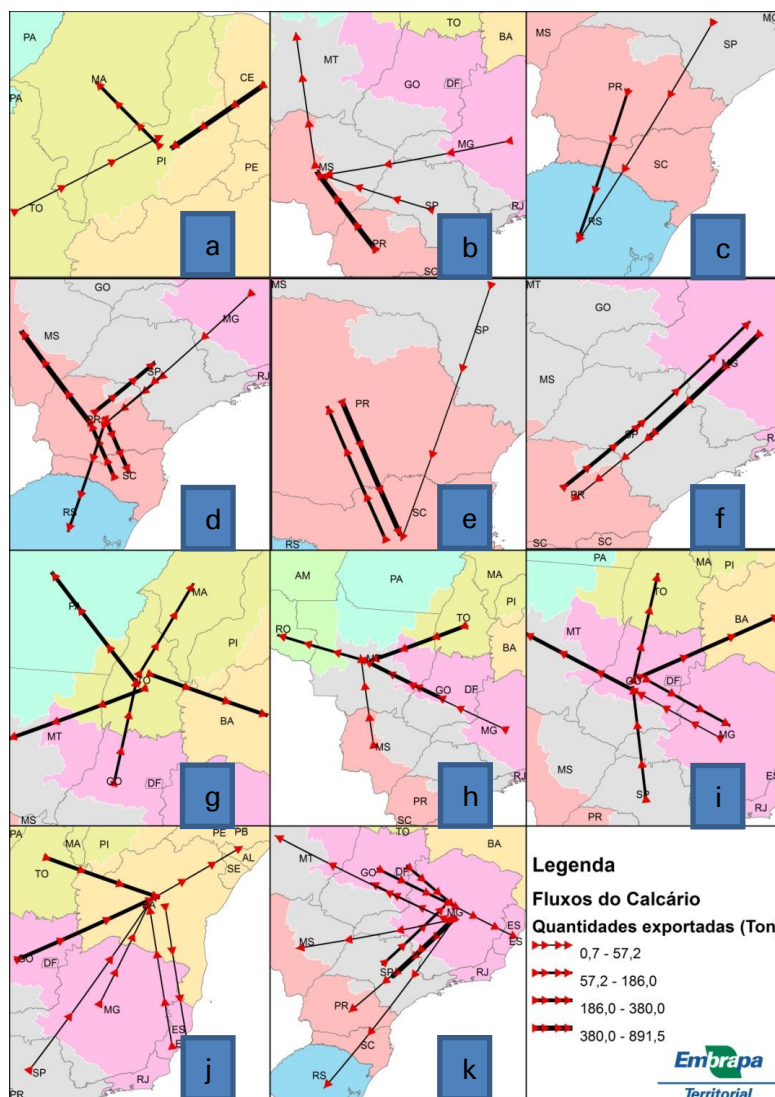


Figura 5. Comércio do calcário agrícola entre os estados brasileiros, em que cada mapa representa a importação e exportação referente a um estado específico. Fonte: Dados ABRACAL 2016.

4. CONCLUSÃO

A elevada importação de fertilizantes para utilização na produção agrícola nacional traz incertezas ao planejamento financeiro das safras na medida em que parte importante dos custos possui relação de dependência com o mercado externo, com as taxas de câmbio e outras variáveis financeiras que apresentam significativa volatilidade. Conforme demonstrado, a importação de fertilizantes ocorre em diversos portos do Brasil, com destaque aos portos de Santos-SP e Paranaguá-PR, principais portos de saída da produção

de grãos. É necessário fomentar estudos de retrologística que considerem essa situação para o planejamento de escoamento da safra pelos portos do Arco Norte, já que há uma forte relação entre consumo de fertilizantes e localização da produção agrícola.

O Brasil possui grande oferta de títulos minerários para uso agrícola (principalmente fosfato, calcário e turfa), mas apenas uma pequena parcela desses títulos está atualmente em fase de concessão de lavra, concentrados principalmente nos estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso. O estudo demonstrou que, no caso do calcário, a localização dos títulos exerce grande influência nos preços praticados para comercialização do produto, o que é um forte indício da relevância da logística na composição final dos preços. As bacias logísticas da agropecuária, a entrada dos fertilizantes no Brasil, bem como o estudo de fluxos de comercialização do calcário podem servir como relevantes subsídios ao planejamento de estratégias de investimento desse setor produtivo nos próximos anos.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes**, 2014. São Paulo, SP: ANDA.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Observatório dos transportes aquaviários**, 2018. Disponível em: <<http://observatorioantaq.info/index.php/category/portos-brasileiros/>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE CALCÁRIO AGRÍCOLA. **Calcário Agrícola Brasil 2016**. Disponível em: <[http://www.abracal.com.br/arquivos/documentos/CALC%C3%81RIO%20AGR%C3%8DCOLA%20BRASIL%202016%20SPR\(1\).pdf](http://www.abracal.com.br/arquivos/documentos/CALC%C3%81RIO%20AGR%C3%8DCOLA%20BRASIL%202016%20SPR(1).pdf)>. Acesso em: 23 maio 2018.

CASTRO, G. S. A.; DALMOLIN, T. DE C.; MAGALHÃES, L. A. Macrologística da exportação de grãos: atualidades e perspectivas dos portos do arco norte. In: SIMPÓSIO SOBER NORTE., 1., 2017, Belém, PA. Anais... Belém: SOBER NORTE, 2017. 4 p.

CONAB. **Consultas de Insumos 2017**. Disponível em: <<http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultalInsumo.do?method=acaoListarConacaoL>>. Acesso em: 17 maio 2018.

DAMINATO, B.; BENITEZ, L. **Caracterização das movimentações de fertilizantes no Brasil**. Grupo de Extensão e Pesquisa em Logística Agroindustrial – ESALQ-LOG. Piracicaba. 2015.

DNPM. **Fosfato 2009**. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/7-2-fosfato>>. Acesso em: 11 de junho. 2018.

DNPM: **Sumário Mineral 2014**. Disponível em: < <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2014/>>. Acesso em: 26 de abr. 2018.

EMBRAPA TERRITORIAL. Sistema de inteligência territorial estratégica da magrologística agropecuária brasileira. Campinas., 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/macrologistica> >. Acesso em: 09 Maio. 2018

IBGE. Malha estadual 2015. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em: 28 abr. de 2018.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DA MINERAÇÃO – SIGMINE. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/assuntos/ao-minerador/sigmine>>. Acesso em 20 abr. de 2018.