

Inteligência Territorial na Defesa Fitossanitária Brasileira

Wilson Anderson Holler, Rafael Mingoti, Claudio Aparecido Spadotto, André Rodrigo Farias & Elio Lovisi Filho

Introdução

O significativo aumento do comércio internacional nas últimas décadas, a proeminência da agricultura brasileira no cenário mundial e a relevância desse setor para a economia do país, aumentaram o alerta contra as pragas que podem causar grandes prejuízos, atingindo as atividades agrícolas, pecuárias e florestais. O reconhecimento dos riscos que as pragas quarentenárias representam, principalmente daquelas que estão na iminência de chegarem ao país, assim como a identificação das áreas e das culturas agrícolas ameaçadas são fundamentais para orientar a adoção de medidas de prevenção.

Em função disso, o desenvolvimento de trabalhos que potencializam os esforços em favor de uma vigilância fitossanitária brasileira mais eficaz faz-se necessário. Esses trabalhos devem incorporar a inteligência territorial para gerar informações no sentido de subsidiar políticas, planos, programas governamentais e de setores do agronegócio. Além disso, eles fornecem dados e informações consistentes, que auxiliam o controle da entrada e disseminação de pragas, doenças e plantas daninhas, que representam ameaças à agropecuária nacional.

O aumento do trânsito de pessoas e mercadorias entre países nos últimos anos tem contribuído para a disseminação de pragas pelo mundo. Sob essa perspectiva, a determinação de quais pragas quarentenárias representam riscos iminentes de ingresso no país bem como a análise das possibilidades de suas respectivas áreas de instalação e dinâmicas de dispersão são fundamentais para o planejamento e a execução da vigilância fitossanitária do Brasil. A vigilância sanitária no território brasileiro apresenta-se como um grande desafio, pois as fronteiras nacionais, além da grande extensão, apresentam uma grande diversidade de condições. Além disso, a presença de pragas quarentenárias em determinada

região pode comprometer a comercialização de produtos agropecuários¹⁴² e implicar, ainda, no estabelecimento de medidas fitossanitárias que impactam diretamente o custo para o produtor.

Estudos indicam que novas pragas estão na iminência de entrar no país e têm potencial de causar danos significativos à agricultura brasileira (Mendes, 2013; Sugayama *et al.*, 2014). Essas pragas podem chegar ao Brasil vindas de países vizinhos, por meio das nossas fronteiras, ou mesmo de países distantes, através dos portos e aeroportos. Podem, também, ser introduzidas através de movimentos de massas de ar ou por disporem de meios ativos de locomoção¹⁴³. A proximidade dessas vias de ingresso e a concentração geográfica de alguns produtos da nossa agropecuária facilitam a proliferação de pragas exóticas e potencializa os danos. Dessa forma, há a necessidade de aperfeiçoamento da capacidade de antever e agir pró-ativamente frente a ameaças de pragas.

Considerando a distribuição e a dinâmica da agropecuária no território e ao longo do tempo, a gestão dos riscos fitossanitários em base territorial torna-se imprescindível. Espera-se, com este capítulo, contribuir para uma visão sistêmica da defesa sanitária vegetal e sua importância estratégica, inserindo a dimensão territorial nas análises que necessitem avaliação sobre a introdução ou disseminação de pragas.

Este capítulo apresenta as análises geoespaciais realizadas com objetivo de apoiar as ações de prevenção da entrada e da dispersão de pragas quarentenárias no Brasil, utilizando dados georreferenciados e ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Dentro desse contexto, são apresentados dois estudos de caso de análise geoespacial dos limites territoriais do Brasil para ações de prevenção à entrada de pragas.

Bases para Análise Geoespacial na Defesa Fitossanitária

Para o fortalecimento de ações estratégicas de defesa fitossanitária as análises geoespaciais devem considerar a localização dos municípios mais representativos para a agricultura em função das culturas agrícolas hospedeiras, dos modais de transporte, das áreas urbanas onde há maior fluxo de pessoas e mercadorias, das barreiras fitossanitárias interestaduais, dentre outros dados como as prováveis vias de ingresso de determinada praga.

A seguir estão apresentadas as ferramentas e bases de dados, cartográficos e alfanuméricos, utilizados nos estudos de caso, bem como conceitos gerais de modo a padronizar os termos utilizados no capítulo.

¹⁴²Ver Capítulo "A Introdução de Pragas e seu Impacto sobre o Acesso a Mercados".

¹⁴³Ver Capítulo "Meios de Disseminação de Pragas".

Sistema de Informação Geográfica (SIG)

De acordo com Cowen (1988), um SIG pode ser definido como “um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas”. Isso significa que, com o uso de SIG, é possível coletar, visualizar, combinar, cruzar, analisar dados visuais e numéricos, como imagens de satélite da superfície terrestre, dados sobre o clima, distribuição geoespacial de pragas, produção de diversas culturas e interpretá-los para compreender as relações, padrões e tendências existentes no espaço territorial. Os dados podem ser: pontuais (dados de pesquisa e postos de fiscalização); lineares (rios e rodovias); polígonos (limites municipais, áreas de plantio); ou dados de sensoriamento remoto (fotografias aéreas, imagens de satélite e modelos digitais de terreno).

A adoção de ferramentas de SIG permite uma análise abrangente e complexa para fortalecer planos, programas e ações de defesa fitossanitária. Ajuda a prever, por meio de análises geoespaciais, a introdução, a disseminação e os limites territoriais de quarentena de uma praga.

Vias de ingresso de pragas

Via de ingresso é definida como "qualquer meio que permite a entrada ou disseminação de uma praga" (Norma Internacional de Medidas Fitossanitárias¹⁴⁴ N° 5, 2009). Conhecer as principais vias de ingresso de pragas contribui para a gestão de riscos associados a uma ou mais formas de introdução ou disseminação de pragas. Ademais, contribui para a avaliação da forma como as condições e os eventos associados a uma via de ingresso influenciam o estabelecimento de pragas. A determinação das vias mais prováveis de circulação de pragas fornece subsídios para evitar possíveis invasões, impedir o estabelecimento de espécies entrantes e minimizar os impactos das pragas já existentes.

Outra informação relevante nas análises das vias de ingresso de pragas é saber como ocorre sua dispersão. Isso auxilia na comparação e classificação das vias de acordo com seu risco e identifica opções de gerenciamento de risco de acordo com sua eficácia.

A categorização adotada nos trabalhos desenvolvidos neste Capítulo é a apresentada por Lopes-da-Silva *et al.* (2014).

Infraestrutura de transporte

A localização geoespacial da infraestrutura de transportes permite compreender como estão distribuídas as rodovias, hidrovias, ferrovias, portos e aeroportos pelo país, evidenciando as áreas que merecem mais atenção para a prevenção da entrada de pragas quarentenárias.

¹⁴⁴ Ver Capítulo "Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias".

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2014) a infraestrutura de transportes no território brasileiro mostra a predominância do modal rodovia e sua concentração na região Centro-sul, com destaque para o estado de São Paulo. A circulação de mercadorias e pessoas é majoritariamente realizada nas rodovias, em relação a outros modais de transporte. Além dessas áreas, outras se destacam pela densidade da rede de transportes como aquelas entre Recife e João Pessoa, entre Brasília e Goiânia, o entorno de Salvador e de São Luís. A circulação por vias fluviais tem um importante papel na região amazônica.

Apesar da extensa fronteira terrestre com o Peru, a Bolívia e a Colômbia, é na fronteira com a Argentina, o Paraguai e o Uruguai que as interações entre os países vizinhos são mais intensas e, portanto, com maior ocorrência de postos da Receita Federal e de “cidades-gêmeas”. Essas últimas definem-se como adensamentos populacionais transfronteiriços, onde os fluxos de mercadorias e pessoas podem ser maiores ou menores dependendo dos investimentos implementados pelos Estados limítrofes (IBGE, 2014).

Além dessas interações, há trânsito de povos indígenas por vias não oficiais, sendo comum transportarem alimentos e artesanatos feitos com matérias-primas de origem vegetal (palhas, sementes, folhas) de um país para outro e que pode colaborar para a disseminação de pragas.

Malha de setores censitários 2010

A delimitação territorial dos setores censitários, definida pelo IBGE (2010), em conjunto com ferramentas de SIG, podem ser utilizados para ampliar as análises, pois distinguem as áreas urbanas das áreas rurais. A versão da “Malha de Setores Censitários 2010” retrata a divisão político-administrativa do período em que foi realizada a coleta do “Censo Demográfico 2010”. O produto apresenta as seguintes unidades territoriais: municípios, distritos, subdistritos e setores censitários.

Por meio dos setores censitários classificados como urbanos associados à infraestrutura de transportes pode-se conhecer as regiões do Brasil onde o trânsito de mercadorias e pessoas são facilitados.

Distinguir as áreas consideradas urbanas das rurais contribui para as análises geoespaciais, visto que árvores e arbustos exóticos têm sido amplamente utilizados no paisagismo nos centros urbanos do Brasil (Santos *et al.*, 2008). A presença de espécies exóticas em centros urbanos funciona como um importante centro irradiador de invasões biológicas (Dehnen-Schmutz *et al.*, 2007) e pode ser considerada uma das principais causas de homogeneização biológica em escala global (McKinney, 2006).

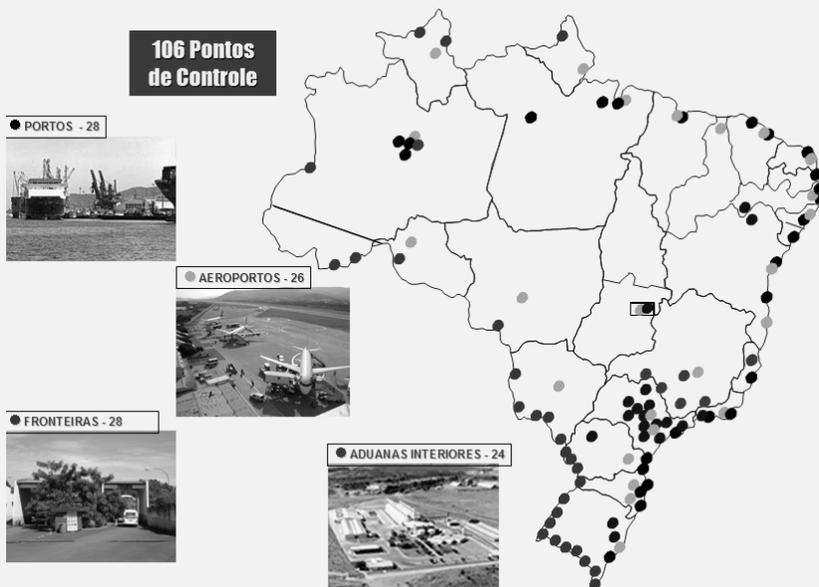
Postos de Vigilância Sanitária

O sistema de Vigilância Agropecuária Internacional (VIGIAGRO) é o órgão da Secretaria de Defesa Agropecuária, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, responsável pelas atividades de vigilância sanitária e é composto por Serviços de Vigilância Agropecuária (SVA) e Unidades de Vigilância Agropecuária (UVAGRO), localizadas em portos, aeroportos, postos de fronteira e aduanas especiais.

Os postos de vigilância sanitária interestaduais (fixos e móveis) têm o importante papel de diminuir o risco de disseminação de pragas regulamentadas no território nacional. Além disso, contribuem para o atendimento dos requisitos fitossanitários dos países importadores, sendo parte do sistema de rastreabilidade e do processo nacional de controle do trânsito de vegetais.

Box 20 Vigilância Internacional

O estabelecimento das medidas de mitigação de risco de entrada de pragas potencialmente associadas à importação de plantas, suas partes ou produtos compete ao Departamento de Sanidade Vegetal (DSV), enquanto Organização Nacional de Proteção Fitossanitária do Brasil. No entanto, a averiguação de conformidade do material que chega nos portos, aeroportos e postos de fronteira do país não é feita pelo DSV e sim pela Coordenação de Vigilância Agropecuária, responsável pelo Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional (VIGIAGRO). Os procedimentos básicos da Vigilância Internacional são descritos na Instrução Normativa Nº 36, de 10 de novembro de 2006. São 106 pontos de vigilância, entre portos, aeroportos, pontos de fronteira e aduanas interiores:



Fonte: MAPA

Recentemente, as localizações geográficas e condições de funcionamento de todas as barreiras fixas interestaduais no Brasil foram levantadas¹⁴⁵ e analisadas quanto às condições técnicas e de funcionamento dessas barreiras, com relação ao horário de funcionamento, ao número de servidores, aos equipamentos disponíveis, ao treinamento do pessoal e à quantidade de barreiras por rodovia federal e número de estados limítrofes.

Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)

Em análise geoespacial para a prevenção da entrada ou disseminação de pragas deve-se saber onde estão os municípios com maior produção das culturas agrícolas hospedeiras. A partir desses dados, é possível identificar as regiões onde existe concentração da produção e se essa região está próxima a uma via de ingresso provável ou local afetado pela praga.

Uma das bases de dados estatísticos oficiais disponíveis sobre produção agrícola é a do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) que visa, de maneira geral, facilitar o acesso pela internet de dados relativos a 33 pesquisas, 371 variáveis agregadas, 972 tabelas e 615 milhões de variáveis. Essa base de dados inclui dados sobre o território nacional, população, índices de preços, emprego, construção civil, indústria, comércio, previsão de safra, agricultura, pecuária, silvicultura, horticultura, extração vegetal, orçamento familiar, contas nacionais, registro civil, serviços e empresas. Na área agropecuária, possibilita a obtenção de dados sobre Produção Agrícola Municipal (PAM), Produção Pecuária Municipal (PPM), Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, Censos Agropecuários, entre outros. O SIDRA disponibiliza, além disso, séries históricas com dados que podem abranger mais de 40 anos de pesquisa (IBGE, 2013a).

Os dados do SIDRA devem passar por uma análise crítica antes de serem utilizados em projetos de pesquisa, utilizando, por exemplo, a metodologia desenvolvida por Mingoti *et al.* (2014).

Análises geoespaciais para ações de prevenção à entrada de pragas

Neste item são apresentados dois estudos de caso, sendo que o primeiro mostra a distribuição da produção agrícola e vias de ingresso de pragas quarentenárias ausentes ou exóticas no Brasil e o segundo o mapeamento dos limites territoriais brasileiros e sua segmentação em relação a pragas que podem ingressar no Brasil a partir dos países vizinhos.

O sistema de referência utilizado, nos dois estudos de caso, foi SIRGAS2000 e o sistema de projeção cônica equidistante.

¹⁴⁵ Ver Capítulo "O controle do Trânsito Interestadual e sua Importância na Prevenção de Disseminação de Pragas".

Priorização de locais para implantação ou intensificação da vigilância fitossanitária no Brasil

Os objetivos desse estudo de caso foram distinguir as vias de ingresso de pragas quarentenárias no Brasil e as regiões com maior produção das culturas agrícolas ameaçadas por essas pragas (Spadotto *et al.*, 2014a) e compará-las com a localização dos postos de controle do VIGIAGRO (Spadotto *et al.*, 2014b).

Foram utilizadas as informações da Andef, Embrapa e MAPA (Freitas, 2013) sobre quais são as principais pragas quarentenárias que podem chegar até as lavouras brasileiras nos próximos anos e que oferecem maior risco por estarem localizadas em países vizinhos ou com relações comerciais com o Brasil (Tabela 12.1).

Tabela 12.1. Pragas quarentenárias com alta probabilidade de entrar no Brasil no curto prazo (Elaborado com base em dados da Andef, Embrapa e MAPA).

Nome comum	Cultura(s) potencialmente afetada(s)
Pulgão da soja	Soja
Necrose letal do milho	Milho
Monilíase do cacauero	Cacau, cupuaçu
Amarelecimento letal do coqueiro	Coqueiro
Striga	Diversas culturas anuais
Ferrugem do trigo	Trigo
Mosaico africano da mandioca	Mandioca
Ácaro chileno das fruteiras	Fruteiras
Mosca-branca "biótipo Q" ¹⁴⁶	Algodão, feijão, hortaliças

As bases cartográficas oficiais utilizadas foram: limites municipais do IBGE (2013b), ferrovias e rodovias do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) de 2010 e IBGE (2010), hidrografia da Agência Nacional de Águas (ANA) de 2010, portos da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) de 2013, aeródromos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) de 2014 e postos de controle do Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional (VIGIAGRO) (MAPA, 2013).

De modo a espacializar as principais regiões produtoras de pelo menos uma das culturas ameaçadas pelas pragas estudadas, foram obtidos, no cadastro da Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE, os dados de produção referentes ao ano de 2012, das seguintes culturas: soja, milho, cacau, coco, trigo, mandioca, uva, kiwi, citros, arroz, algodão, feijão e hortaliças. O cruzamento dos postos de

¹⁴⁶ O primeiro relato de presença do Biótipo Q ou Mediterrâneo de *Bemisia tabaci* no Brasil data de abril de 2015, mas a espécie permanece listada na tabela pois, quando este conteúdo foi desenvolvido em 2014, ainda não havia relatos positivos no Brasil. Para ler o relato, veja: da Fonseca Barbosa *et al.* (2015), em *Pest Manag. Sci* 71(4): 501-504, 2015. Trabalho disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25212515>

controle do VIGIAGRO com as principais regiões produtoras de pelo menos uma das culturas ameaçadas por pragas quarentenárias selecionadas e as principais vias de acesso de pragas quarentenárias no território brasileiro estão representados na Figura 12.1.

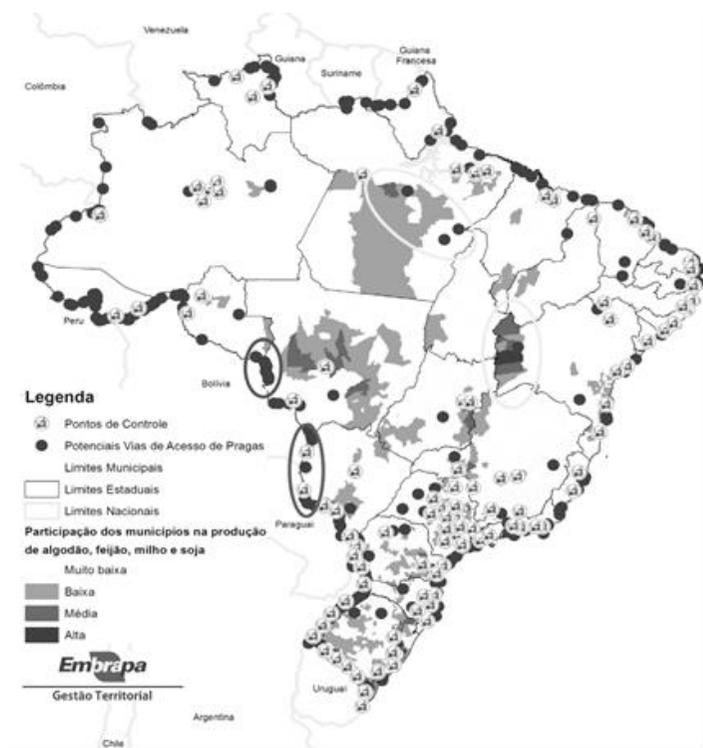
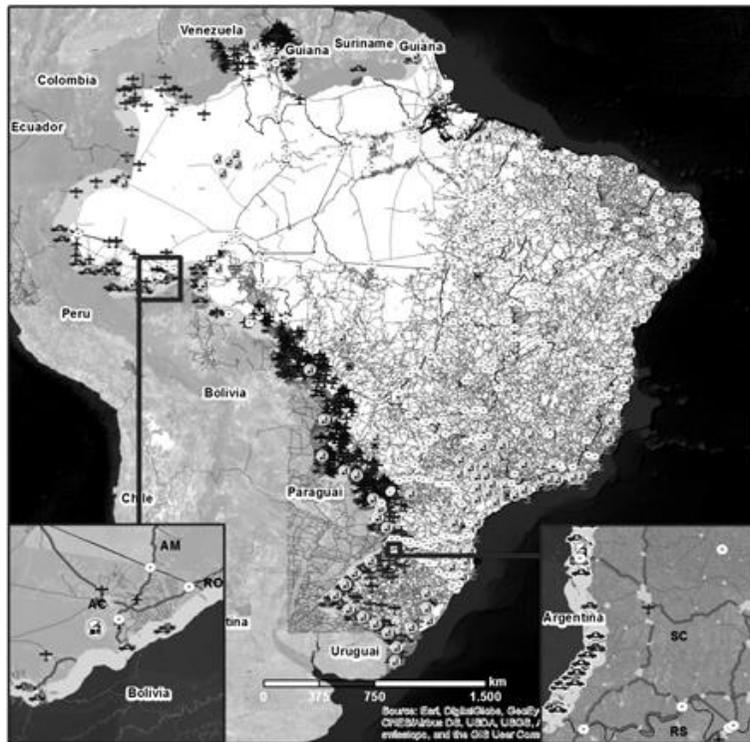


Figura 12.1. Distribuição das regiões com maior produção das culturas agrícolas ameaçadas, da localização das possíveis vias de ingresso das principais pragas quarentenárias no Brasil e dos postos de controle do VIGIAGRO. Para ver esta imagem em cores, acesse: <http://www.defesaagropecuaria.net/#!/figurasdefesavegetal/c14kb>

Existem regiões do Brasil com grande produção de culturas agrícolas ameaçadas próximas a interseções de rodovias, ferrovias ou hidrovias na fronteira com países vizinhos e com ausência de postos de controle do VIGIAGRO, como na divisa do Mato Grosso com a Bolívia. Em outras regiões, há a necessidade do aumento do número de postos de controle e intensificação das medidas de vigilância fitossanitária, como nas divisas do Mato Grosso do Sul com o Paraguai e com a Bolívia. Outra situação é quando ocorre pelo menos uma das culturas ameaçadas com grande produção, longe da faixa de fronteira, mas em região com porto ou aeroporto próximo, como na região oeste da Bahia e no centro-sul do Pará.

Atualmente a Embrapa Gestão Territorial possui uma base de dados

georreferenciados (Figura 12.2) que permite analisar, a partir da localização das pragas, as prováveis vias de ingresso ou por onde a disseminação é facilitada como as áreas urbanas e rodovias federais e estaduais. Dessa forma, os postos do VIGIAGRO e as unidades de vigilância fitossanitária estaduais podem atuar de forma conjunta e coordenada na prevenção da entrada ou da disseminação para outras regiões do Brasil.



Legenda:

Segmentos: Fronteira Terrestre

- Fronteira seca
- Fronteira seca e com Floresta
- Fronteira úmida
- Fronteira úmida e com Floresta
- Áreas Urbanas (IBGE, 2010)
- Rodovias Federais e estaduais
- Dnit (2010) & Inde (2010)
- Limites Estaduais (IBGE, 2010)
- Limites internacionais (IBGE, 2010)

- Postos de Vigilância Estaduais Hilman (2013)
- Ⓜ Postos do Vigiagro
- Ⓜ Capitais estaduais
- ↔ Vias de ingresso terrestre
- Ⓜ Instalações Portuárias Antaq (2013)
- ✈ Aeródromos Anac (2014)
- ✈ Públicos na FF
- ✈ Privados na FF

Figura 12.2. Representação a partir da base de dados georreferenciados para análise espacial em defesa fitossanitária. Para ver esta imagem em cores, acesse: <http://www.defesaagropecuaria.net/#!figurasdefesavegetal/c14kb>

Análise geoespacial dos limites territoriais do Brasil para ações de prevenção à entrada de pragas

Buscando mapear os limites territoriais brasileiros, segmentá-los e relacioná-los com as pragas que podem entrar no Brasil oriundas de países vizinhos, foram utilizadas as seguintes bases cartográficas oficiais: limites municipais do IBGE (2013b), ferrovias e rodovias do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) de 2010 e IBGE (2010), hidrografia da Agência Nacional de Águas (ANA) de 2010, portos da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) de 2013 e aeródromos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) de 2014. Os limites territoriais dos municípios foram integrados (dissolvidos) para que somente os limites nacionais permanecessem. Dessa forma, os limites territoriais nacionais são os mesmos dos municípios que se localizam na faixa de fronteira.

A linha oficial que demarca os limites territoriais nacionais foi segmentada em fronteira úmida e seca, com presença ou ausência de floresta. Para discriminar os segmentos dos limites territoriais do Brasil foram utilizadas as seguintes bases de imagens e dados georreferenciados: Mapas Base do ArcGis *Online*, *Google Earth* e *Open Street Map* (OSM).

Para a determinação dos segmentos de fronteira foram estabelecidos os seguintes critérios:

- Somente as fronteiras terrestres foram classificadas. As fronteiras marítimas não foram consideradas na análise;
- Fronteira seca: limites determinados por rodovias, estradas ou marcos materializados. Pode ser definida como a linha limítrofe entre dois países que, por sua vez, não é materializada por divisores de águas, rios, entre outros. Por rodovia entende-se via pavimentada e, por estrada, via não pavimentada;
- Fronteiras úmidas: limites determinados pela hidrografia. São limites delineados por um rio, lago ou canal;
- Floresta: segmentos onde a vegetação de porte arbóreo está presente, dentro do território brasileiro. Foi utilizada a definição de floresta segundo o *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC, 2001) no Acordo de Marrakesh e Declaração de Marrakesh, sendo Floresta uma área de no mínimo 0,05-1,0 ha com cobertura de copa (ou densidade equivalente) de 10-30%, com árvores com o potencial de atingir a altura mínima de 2-5 metros na maturidade *in situ*. Uma floresta pode consistir tanto de formações florestais fechadas (densas), onde árvores de vários estratos e suprimidas cobrem uma alta proporção do solo, quanto de florestas abertas. Povoamentos naturais jovens e todas as plantações que ainda atingirão densidade de 10-30% e uma altura entre 2 e 5 m são incluídos como floresta. A Floresta foi identificada de acordo com os seguintes padrões de interpretação de imagens de satélite: tom de cor verde, forma irregular ou linear (por exemplo, mata ciliar) e textura rugosa. Nas regiões próximas às fronteiras com a agricultura bastante desenvolvida, a área de

preservação permanente ao longo dos rios foi considerada como Floresta.

Para a determinação das possíveis vias de ingresso de pragas que podem ser discriminadas, por meio da fronteira terrestre, foram definidos os seguintes critérios:

- Vias de ingresso terrestre: rodovias que cruzam os limites territoriais brasileiros com os países vizinhos;
- Vias de ingresso portuário: devido à diversidade de tipos de portos existentes, optou-se por discriminar todos os portos existentes na base cartográfica da ANTAQ (2013) que estão a, no máximo, um quilômetro de distância do limite de fronteira. Esses foram denominados “portos na fronteira terrestre”. Os portos que estão localizados no litoral brasileiro foram denominados “portos na fronteira marítima”;
- Aeródromos: toda área destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves existentes na base de dados da ANAC (2014) e localizada na Faixa de Fronteira. A Faixa de Fronteira compreende a região que dista até 150 quilômetros dos limites territoriais terrestres do Brasil (BRASIL, 1979).

Os dados gerados sobre a fronteira terrestre e vias de ingresso estão disponíveis e detalhados em Holler *et al.* (2015)

Considera-se neste estudo que as florestas, em território nacional, atuam como quebra-ventos arbóreos ou cortinas florestais, além de atenuar e desviar as correntes de ar indesejáveis (Leal, 1986). Isso implica que a entrada de algumas espécies de pragas no território seja dificultada, justificando assim a consideração desse aspecto na análise espacial.

Foram identificadas e correlacionadas as condições existentes na fronteira terrestre com as prováveis vias de ingresso das pragas definidas por Lopes-da-Silva *et al.* (2014). Para estabelecer essa relação foram adotados os seguintes critérios:

- Via 1: passível pela ausência de floresta e na região de fronteira seca;
- Via 2: passível mesmo com a presença de floresta e mais suscetível na região de fronteira seca;
- Via 3: passível ao longo de toda a fronteira terrestre;
- Via 4: passível em todas as regiões de fronteiras identificadas, e também por meio de aeródromos, portos e rodovias, com ausência de floresta;
- Via 5: passível por meio de ausência de floresta e na região de fronteira seca, e também por meio de aeródromos, portos e rodovias;
- Via 6: passível em todas as regiões de fronteiras identificadas, e também por meio de aeródromos, portos e rodovias, com ausência de floresta.

Se determinada praga está presente em um país vizinho, as Vias 1, 2 e 3 são praticamente incontroláveis, independentemente do esforço aplicado pelo país

ameaçado, cabendo neste caso ações de vigilância em locais com maior probabilidade de ocorrência da praga. A caracterização e o detalhamento da realidade fronteiriça do país bem como as possíveis vias de ingresso de pragas tornam-se, dessa forma, relevantes subsídios ao planejamento de programas governamentais nacionais e plurinacionais que atuem nessa temática.

Em relação aos dados de pragas que entraram no Brasil por meio dos países vizinhos, empregou-se o levantamento apresentado em Lopes-da-Silva *et al.* (2014). Utilizando os dados desse estudo e das vias que foram provavelmente utilizadas para o ingresso, os segmentos da fronteira com cada país vizinho ao Brasil foram classificados. Com isso, identificou-se onde estão os limites territoriais mais suscetíveis a entrada de novas pragas, por meio do cálculo do número de pragas por extensão de fronteira.

Os limites territoriais brasileiros discriminados segundo os critérios adotados foram produzidos em formato vetorial. A representação cartográfica de cada segmento (ponto ou segmento) e a porcentagem, em relação ao comprimento total da fronteira terrestre com os países vizinhos, estão descritas nas Tabelas 12.2 e 12.3. A última coluna das Tabelas 12.2 e 12.3 estabelecem a relação entre as prováveis vias de ingresso das pragas e as condições existentes ao longo da fronteira terrestre discriminadas como segmentos ou pontos de entrada.

Tabela 12.2. Quantificação dos tipos de segmentos identificados na fronteira terrestre.

Segmentos	Feição cartográfica	Porcentagem em relação ao total de fronteira terrestre	Vias de ingresso
Fronteira terrestre seca	Linha	42%	1, 2, 3, 4, 5, 6
Fronteira terrestre úmida	Linha	58%	1, 2, 3, 4, 5, 6
Fronteira terrestre seca com Floresta	Linha	33%	1, 2, 3, 4, 5, 6
Fronteira terrestre úmida com Floresta	Linha	12%	3, 4, 6

As duas primeiras linhas da Tabela 12.2 mostram a porcentagem de fronteira seca e úmida em toda a fronteira terrestre. As duas últimas linhas apresentam a porcentagem de fronteira seca e úmida que possuem floresta dentro do território nacional ao longo da fronteira terrestre. Nota-se que os segmentos discriminados com floresta representam 45% do total da fronteira terrestre com os países vizinhos. Como essas áreas atuam como um obstáculo natural para o acesso de pragas, verifica-se a possibilidade da priorização da vigilância fitossanitária para as áreas onde, a princípio, as florestas estão ausentes, além de rodovias, portos e aeroportos próximos. Na Figura 12.3 estão representados os segmentos discriminados na Tabela 12.2. A Tabela 12.3 apresenta a quantidade de

portos nas fronteiras terrestre e marítima, a quantidade de aeródromos (locais para pouso, decolagem e movimentação de aeronaves) existentes na base de dados da ANAC (2014) e localizados na Faixa de Fronteira (FF).

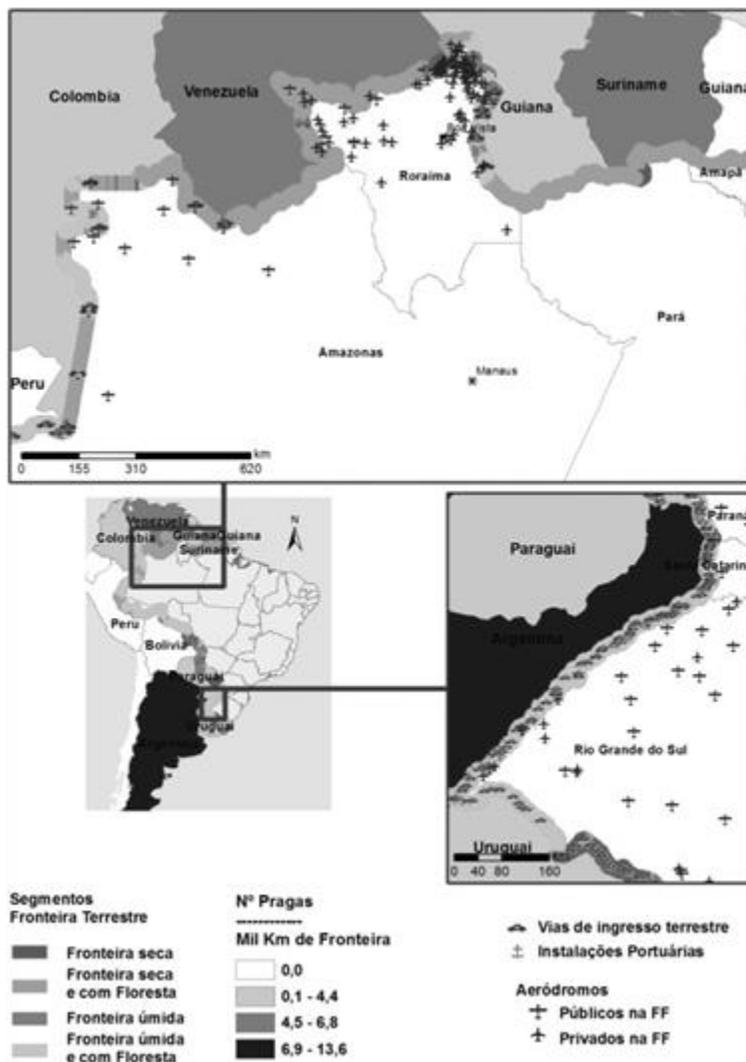


Figura 12.3. Densidade de pragas para cada país fronteiriço e localização dos segmentos de fronteira classificados. Para ver esta imagem em cores, acesse: <http://www.defesaagropecuaria.net/#!figurasdefesavegetal/c14kb>

Considerando os portos como prováveis vias de ingresso de pragas, há o total de 26 locais do território nacional passíveis de ingresso de pragas por meio de embarcações. As possibilidades são inúmeras. Um mesmo porto pode ter vários ingressos de pragas. Ademais, a Tabela 3 apresenta a identificação de 364 vias de ingresso terrestre que, por sua vez, referem-se às intersecções dos limites da fronteira terrestre com as estradas e rodovias existentes. Deve-se ressaltar que na região norte do país é comum existirem acessos por meio de aldeias indígenas e esses não foram contabilizados. Considerando o alto número de aeródromos localizados na faixa de fronteira e sua propriedade majoritariamente privada, reafirma-se a necessidade de realizar um planejamento de vigilância e controle de possíveis entradas de pragas quarentenárias por meio de transporte aéreo.

Tabela 12.3. Pontos de possível entrada de pragas identificados na fronteira terrestre.

Pontos de Entrada	Feição cartográfica	Quantidade de pontos discriminados	Vias de ingresso
Vias de ingresso terrestre (intersecção com rodovias e estradas)	Ponto	364	4, 5, 6
Portos na fronteira terrestre	Ponto	26	4, 5, 6
Aeródromos públicos	Ponto	105	4, 5, 6
Aeródromos privados	Ponto	414	4, 5, 6

Fonte: Elaborado com base em dados do DNIT (2010) e do IBGE (2010 e 2013), da ANTAQ (2013) e da ANAC (2014).

A Tabela 12.4 apresenta a densidade de pragas por quilômetro de extensão de fronteira terrestre com cada país onde há disponibilidade de levantamento de dados das pragas que entraram no Brasil. A maior densidade foi encontrada na fronteira com a Argentina. Os valores de densidade foram ordenados para sua representação na Figura 3. Os tons mais escuros representam os países pelos quais ocorreram mais eventos de introdução de pragas no Brasil, enquanto que os tons mais claros representam os países de onde menos recebemos pragas. Ao todo, dez países fazem fronteira com o Brasil e em três deles (Guiana Francesa, Peru e Bolívia) a literatura consultada não informou os dados sobre quais pragas atingem ou já atingiram a agricultura brasileira.

Os dados da Tabela 12.4 e sua respectiva visualização na Figura 12.3 permitem observar que na Região Norte do país, que faz fronteira com a Colômbia, Venezuela, Guiana e Suriname, há um grande número de pragas (24 ao total).

Na Região Sul do país, que faz fronteira com a Argentina, Uruguai e Paraguai, foram contabilizadas também 24 pragas, sendo 17 delas somente no segmento de fronteira com a Argentina. Tendo em vista que, em números

absolutos, a faixa de fronteira da Região Sul é menor do que a Região Norte, a densidade de pragas por quilômetro é consequentemente maior, conforme observado na Tabela 12.4.

Tabela 12.4. Países de origem de pragas que chegaram ao Brasil e as situações na fronteira brasileira.

País	Extensão da fronteira (km)	Nº de pragas	Densidade de pragas por extensão de fronteira (unidade/1000km)
Uruguai	1364	6	4,4
Argentina	1252	17	13,6
Paraguai	1370	1	0,7
Colômbia	1535	5	3,3
Venezuela	2082	14	6,7
Guiana	1475	2	1,4
Suriname	440	3	6,8

Fonte: Elaborado a partir de dados de Lopes-da-Silva *et al.* (2014).

Considerações finais

A utilização das análises geoespaciais é fundamental para o planejamento da defesa fitossanitária nacional, pois permite visualizar e obter informações georreferenciadas sobre os fatores críticos na determinação do risco de entrada de pragas no país.

A caracterização detalhada dos segmentos da fronteira nacional e sua posterior integração com dados de pragas quarentenárias por meio de ferramentas de análise geoespacial permitem a geração de informações relevantes ao planejamento e elaboração de políticas públicas de vigilância e controle fitossanitário no país. Considerando as significativas dificuldades de erradicação de espécies de pragas invasoras uma vez instaladas em uma área, a intensificação das iniciativas de prevenção de ingresso e de detecção imediata de focos é fundamental para o êxito de ações de defesa fitossanitária nacional.

A segmentação e quantificação da fronteira em seus diversos tipos (seca, úmida, com ou sem presença de floresta) e o processo de construção de bases georreferenciadas como, por exemplo, levantamento e localização de aeródromos e portos, demonstram a complexidade da temática e a necessidade de aprofundamento das pesquisas, tanto no que diz respeito ao conhecimento da realidade material, quanto na compreensão da integração dessa realidade com a dinâmica de dispersão das pragas.

Nos estudos de caso apresentados foram geradas informações, inclusive na forma de mapas, sobre a localização de potenciais vias de ingresso de pragas, a

distribuição das culturas ameaçadas e dos postos do VIGIAGRO e sobre a classificação da fronteira terrestre em relação à entrada de pragas no território nacional. Análises considerando fatores como massas de ar, temperatura e umidade também podem ser realizadas utilizando os mesmos tipos de ferramentas.

A adoção de ferramentas, como as de SIG, e conhecimento científico permitem o planejamento com inteligência territorial para orientar a gestão do controle da defesa fitossanitária.

Referências

- ANA. **Base de Dados Georreferenciados**. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em: 31 jul. 2014.
- ANAC. **Lista de Aeródromos Públicos e Privados de 22 de Agosto de 2014**. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/Area.aspx?ttCD_CHAVE=8>. Acesso em: 25 set. 2014.
- ANTAQ. **Plano Nacional de Integração Hidroviária**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/PNIH/Po rtos.zip>>. Acesso em: 31 jul. 2014.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 6.634, de 2 de maio de de 1979. Dispõe sobre a Faixa de Fronteira, altera o Decreto-Lei Nº 1.135, de 3 de dezembro de 1970, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Página 6113. Brasília, DF, 1979.
- CIPV. **Normas Internacionais para Medidas Fitossanitárias n. 05 - Glossário de termos fitossanitários**. Roma: FAO, 2009.
- COWEN, D.J. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.54, p.1551-1554, 1988.
- DEHNEN-SCHMUTZ, K.; TOUZA, J.; PERRINGS, C.; WILLIAMSON, M. A century of the ornamental plant trade and its impact on invasion success. **Diversity and Distribution**, v.13, p.527-534, 2007.
- DNIT. **Atlas e Mapas**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles/brasil.rar>>. Acesso em: 31 jul. 2014.
- FREITAS, T. Pragas 'importadas' ameaçam lavouras. **Folha de São Paulo**, Caderno Mercado, 21 jul. 2013. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/07/1314258-pragas-importadas-ameacam-lavouras.shtml>>. Acesso em: 12 jan. 2014.
- HILMAN, R. **As Barreiras Fitossanitárias Interestaduais no Brasil: Localização e Avaliação Técnica**. 2013. 57p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- HOLLER, W.A.; BRASCO, M.A.; LOVISI FILHO, E.; FARIAS, A.R.; MINGOTTI, R. **Identificação de segmentos e locais nos limites territoriais do Brasil para ações de prevenção à entrada de pragas**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, Circular Técnica, 03, 8p. 2015.
- IBGE. **Logística dos Transportes no Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000015422711192013272921125925.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2015.
- IBGE. **Setores Censitários**. 2010. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/censo_2010/setores_censitarios/leia_me/Malha_de_Setores_Censitarios_2010.pdf>. Acesso em: jun. 2015.
- IBGE. **Malha Municipal 2013**. 2013b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtml#TOPO>. Acesso em: jun. 2015.
- IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. 2013a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/disseminacao/eventos/workshop/sidra.shtml>>. Acesso em: jun. 2015.
- LEAL, A.C. Quebra-Ventos Arbóreos: Aspectos Fundamentais de uma Técnica Altamente Promissora. **ANOX**, n.67, 1986.

- LOPES-DA-SILVA, M.; SANCHES, M.; STANCIOLI, A.; ALVES, G.; SUGAYAMA, R. A Historical Analysis of Cases from Brazil. **Agricultural Sciences**, v.5, p.634-646, 2014.
- MAPA. **A Vigilância do Trânsito Agropecuário Internacional. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/servicos-e-sistemas/>>. Acesso em: 25 jan. 2015.
- MCKINNEY, M.L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation**, v.127, n.3, p.247-260, 2006.
- MENDES, M.A.S. Patógenos Quarentenários que Ocorrem na América do Sul com Possibilidade de Entrada no Brasil. **Anais do XXXVI Congresso Paulista de Fitopatologia.** São Paulo: Instituto Biológico, 2013.
- MINGOTI, R.; HOLLER, W.A.; SPADOTTO, C.A.; LOPES, V.A.V.; BRASCO, M.A. **Metodologia de análise crítica de dados estatísticos históricos sobre produção agropecuária.** 2014. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2014. 26p.
- SANTOS, A.R.; BERGALLO, H.G.; ROCHA, C.F.D. Paisagem urbana alienígena. **Ciência Hoje**, v.41, p.68-73, 2008.
- SPADOTTO, C.A.; MINGOTI, R.; HOLLER, W.A. **Distribuição da produção agrícola e vias de acesso de pragas quarentenárias no Brasil.** Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2014a. 2p.
- SPADOTTO, C.A.; MINGOTI, R.; HOLLER, W.A. **Priorização de locais para implantação ou intensificação da vigilância fitossanitária no Brasil.** Campinas, SP: Embrapa Gestão Territorial, 2014b. 2p.
- SUGAYAMA, R.; ALVES, G.; STANCIOLI, A.; MENEZES, I.; DIAS, J.A.; XAVIER, J. **Copa do Mundo 2014 - a ameaça de um legado prá lá de indesejável.** Grupo Cultivar. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/sistema/uploads/artigos/copa_do_mundo_2014_a_ameaca_de_um_legado_pra_la_de_indesejavel.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2015.
- UNFCCC. **Acordo de Marrakesh e Declaração de Marrakesh.** Disponível em: <http://unfccc.int/cop7/documents/accords_draft.pdf>. Acesso em: 01 out. 2014.