

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WILSON ANDERSON HOLLER

ANÁLISE GEOESPACIAL COMO FERRAMENTA PARA O ESTABELECIMENTO  
DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ENTRADA DE PRAGAS NAS ÁREAS DE  
PLANTIOS DE *Pinus* spp.

CURITIBA

2015

WILSON ANDERSON HOLLER



ANÁLISE GEOESPACIAL COMO FERRAMENTA PARA O ESTABELECIMENTO  
DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ENTRADA DE PRAGAS NAS ÁREAS DE  
PLANTIOS DE *Pinus* spp.

Trabalho apresentado como requisito parcial à  
obtenção do grau de MBA em Gestão Florestal no  
curso de pós-graduação em Gestão Florestal,  
Departamento de Economia Rural e Extensão,  
Setor de Ciências Agrárias da Universidade  
Federal do Paraná.

Orientador: Dra. Susete do Rocio Chiarello  
Penteado.

CURITIBA

2015

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, esposa e irmãos, que foram grandes incentivadores e que sempre acreditaram na realização dos meus sonhos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores do Curso de MBA em Gestão Ambiental, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pelos ensinamentos passados.

Ao colega embrapiano André R. Farias, pelas contribuições e sugestões no trabalho.

Aos colegas de turma, por estarem sempre prontos a ajudar.

Agradeço especialmente minha orientadora, e colega embrapiana, Pesquisadora Dra. Susete do Rocio Chiarello Penteado, por ter aceitado e apoiado o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho apresenta a caracterização da distribuição geoespacial das áreas de plantios de pinus e indica as regiões e quais vias de ingresso merecem mais atenção por parte dos órgãos de defesa sanitária, de modo a apoiar o planejamento de ações de prevenção à entrada das pragas quarentenárias *Rhyacionia frustrana* (Scudder in Comstock, 1880) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) e *Dendroctonus frontalis* Zimmermann, 1868 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE). As áreas de ocorrência das duas pragas se sobrepõem na América Central e nos estados do Sul e Sudeste dos Estados Unidos e, dessa forma, as análises foram realizadas concomitantemente para ambas as pragas. São consideradas a localização dos municípios mais representativos para a produção de pinus, de acordo com os dados de produção de lenha, tora para papel e celulose e para outras finalidades; dos modais de transporte; das áreas urbanas onde há maior trânsito de pessoas e mercadorias; das barreiras fitossanitárias interestaduais; dentre outros dados, como as prováveis vias de ingresso de determinada praga e dessa forma evitar a introdução ou disseminação em novas áreas. A estratégia adotada para as análises espaciais é a de confrontar a localização geoespacial das áreas de produção de pinus em 2013 com a proximidade dos portos com trânsito internacional de mercadorias. Os dados analisados indicaram que para minimizar o acesso dessas duas pragas no país, devem ser priorizadas as inspeções em mudas e partes vivas das plantas hospedeiras (sementes, acículas, inflorescências, cones e mudas de *Pinus* spp. e *Picea* spp) nos portos de Santos (SP), Paranaguá (PR), São Francisco (SC), Laguna (SC), Itajaí (SC) e Tramandaí (RS). Os municípios que podem sofrer com os ataques dessas pragas, considerando a importância regional da cultura do pinus, são Telêmaco Borba (PR), Três Barras (SC), Otacílio Costa (SC) e Itapeva (SP). Os materiais de embalagens e suportes fabricados em madeiras originários ou que transitaram pelos países onde existe a presença de *D. frontalis* e *R. frustrana* deverão ter atenção especial, em função do alto risco da presença da praga, sendo eles: Belize, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Canadá e Israel.

Palavras-chave: Pragas quarentenárias; prevenção; vias de ingresso.

## ABSTRACT

This work presents the characterization of the geospatial distribution of pinus and indicates regions and pathways that deserve more attention of sanitary defense organizations, in order to support planning of preventive actions to the entry of quarantine pests *Rhyacionia frustrana* (Scudder In Comstock) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) and *Dendroctonus frontalis* Zimmermann, 1868 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE). The areas of occurrence of the two plagues overlap in Central America and in South and Southeastern States of the United States and, thus, the analyses were performed concurrently for both pests. Are considered the location of the most representative cities for the production of pinus, according to the data of the production of firewood, Tora for pulp and paper and for other purposes; the transport modal; urban areas where there are greater traffic of people and goods; the phytosanitary barriers Interstates; among other data, such as the probable routes of entry of plagues and thus prevent the introduction or spread into new areas. The strategy adopted for the spatial analysis is to analyse the geospatial location of areas of production of pinus in 2013 with the proximity of ports with international traffic of goods. The analyzed data indicated that to minimize the access of these two pests in the country, they should be prioritized inspections in plants and living parts of host plants (seeds, needles, inflorescences, cones and seedlings of *Pinus* spp. And *Picea* spp) in the ports of Santos (SP), Paranaguá (PR), San Francisco (SC), Laguna (SC), Itajaí (SC) and Tramandaí (RS). The municipalities which may suffer from the attacks of these pests, considering the regional importance of pinus culture are Telemaco Borba (PR), Three Bars (SC), Otacilio Costa (SC) and Itapeva (SP). Packaging materials and supports made of wood originating in or transited through the countries where there is the presence of *D. frontalis* and *R. frustrana* should have special attention, due to the high risk of the presence of the plague, being they: Belize, El Salvador, United States, Guatemala, Honduras, Mexico, Nicaragua, Canada and Israel.

Keywords: Quarantine pests; prevention; pathways.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Concentração de Rotas Marítimas.....	22
Figura 2 - Concentração de Rotas Marítimas e Risco de Entrada de Pragas nos Portos.....	23
Figura 3 - Segmentos e Pontos de Intersecção de Ferrovias e Rodovias com os Limites Territoriais do Brasil.....	25
Figura 4 - Produção de Carvão Vegetal (t) no Brasil.....	28
Figura 5 - Produção de Lenha de Pinus (m <sup>3</sup> ) no Brasil.....	29
Figura 6 - Produção de Madeira em Tora de Pinus para Papel e Celulose (m <sup>3</sup> ) no Brasil.....	30
Figura 7 - Produção de Madeira em Tora de Pinus para Outras Finalidades (m <sup>3</sup> ) no Brasil.....	31
Figura 8 - Distribuição Geoespacial da Praga <i>D. frontalis</i> e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais.....	33
Figura 9 - Distribuição Geoespacial da Praga <i>R. frustrana</i> e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais.....	34
Figura 10 - Média da Produção de Pinus (%) no Brasil: lenha, madeira em tora para papel e celulose, e madeira em tora para outras finalidades.....	35
Figura 11 – Áreas de Ocorrência das Pragas <i>D. frontalis</i> e <i>R. frustrana</i> e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais.....	37
Figura 12 – Áreas de Produção de Pinus, Risco dos Portos e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais.....	39
Figura 13 – Áreas de Produção de Pinus, Risco dos Portos e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais na Região Sul do Brasil.....	40
Figura 14 - Participação de Cada Município no Total Produzido no País em 2013 e Principais Rodovias do Estado do Paraná.....	41

Figura 15 – Sobreposição das Áreas de Plantio de Pera nos EUA e Áreas de Ocorrências das Pragas *D. frontalis* e *R. frustrana*. .....43

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 GERAL .....	18
2.2 ESPECÍFICOS .....	18
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) .....	19
3.2 VIAS DE INGRESSO DE PRAGAS .....	20
3.3 INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE .....	21
3.4 MALHA DE SETORES CENSITÁRIOS 2010.....	26
3.5 POSTOS DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA.....	26
3.6 SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA (SIDRA).....	27
3.7 CULTURAS HOSPEDEIRAS .....	31
3.8 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS PRAGAS <i>D. FRONTALIS</i> E <i>R. FRUSTRANA</i> ...	32
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA, 2012), o setor de produção de papel e celulose gerou em 2010, 115 mil empregos diretos e 575 mil empregos indiretos. O saldo da balança comercial referente à atividade florestal registrou superávit de USD 5,5 bilhões em 2012 (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF, 2013). Diante desse contexto a introdução de pragas que afetam o setor florestal traz impactos econômicos, sociais e ambientais negativos.

Apesar de esforços realizados para a prevenção da entrada de novas pragas, é crescente o aumento de registros de ocorrências dessas espécies, principalmente em áreas com altos níveis de comércio e desenvolvimento econômico (HUANG *et al.*, 2012; LAWLEY, 2009). O crescimento do comércio internacional vem sendo apontado como um fator que estimula as atividades de transporte (marítimo, rodoviário e aéreo), favorecendo a entrada e a dispersão de pragas exóticas e/ou quarentenárias, mesmo que de forma não intencional (PYŠEK *et al.*, 2010; WESTPHAL *et al.*, 2008; LEVINE; D'ANTONIO, 2003). A propagação de insetos-praga e doenças em essências florestais ao redor do mundo aumentou notavelmente devido ao incremento no volume de intercâmbio mundial (AUER *et al.*, 2000; IEDE *et al.*, 2000).

Diversas pragas ameaçam a agricultura, pecuária e florestas brasileiras, vindas de várias partes do mundo. Essas pragas podem ser classificadas como quarentenárias, ou seja, são organismos de natureza animal ou vegetal que, estando presente em regiões isoladas ou em outros países e mesmo sob controle permanente, constituem-se como ameaças à economia agrícola do país ou região importadora exposta (BARBOSA; PARANHOS, 2014).

A introdução, estabelecimento e dispersão de pragas estão associados à presença de alguns indicadores de risco, que são potencializados quando se referem a pragas florestais. Essas, além de serem favorecidas pela presença de plantações monoespecíficas, com alta densidade de plantas, plantios mal manejados, localizados em áreas inadequadas e presença de plantios clonais, podem ser veiculadas em materiais de propagação (sementes, mudas, estacas,

etc.), em madeiras serradas e em toras (IEDE, 2005). Nesse caso, madeiras utilizadas em embalagens e suporte de mercadorias, bem como aquelas utilizadas na acomodação de cargas em diferentes meios de transporte, constituem uma via eficaz para a dispersão, ingresso e estabelecimento de pragas florestais quarentenárias, as quais podem afetar negativamente a produção e a exportação silvícola nacional e também o meio ambiente (IEDE; PENTEADO, 2000).

A determinação de quais pragas quarentenárias possuem maiores riscos de entrada no país, bem como a análise dos meios de dispersão e áreas de instalação possíveis são fundamentais para o planejamento e controle da vigilância fitossanitária do Brasil. A realização desse planejamento, no território nacional, apresenta-se como um grande desafio, devido, em parte, à extensão e à diversidade de condições e situações das fronteiras nacionais, que incluem portos e aeroportos com trânsito internacional de mercadorias e pessoas.

Os meios pelos quais as pragas podem entrar em uma região são tão diversos que se torna difícil identificar todas as possibilidades. Lopes-da-Silva *et al.* (2014) indicaram a possibilidade de se prever vias que favorecem a introdução de pragas exóticas a partir de considerações tomadas em áreas por elas ameaçadas.

Estudos indicam que novas pragas estão na iminência de entrar no país e têm potencial de causar danos significativos à agricultura e silvicultura 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. A proximidade dessas vias de ingresso e a concentração geográfica de alguns produtos da nossa agropecuária facilitam a proliferação de pragas introduzidas e potencializa os danos. Dessa forma, há a necessidade de aperfeiçoamento da capacidade de antever e agir preventivamente a ameaças de pragas.

Apesar do volume e do valor no comércio internacional de materiais de propagação de espécies florestais ser menor em comparação ao comércio das culturas agrícolas, ele tem a mesma importância, principalmente devido ao risco de introdução de pragas exóticas neste tipo de material (CAMPOS, 2013). Há um número grande de insetos que podem ser consideradas pragas florestais com importância econômica, como é o caso de *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera:

Curculionidae: Scolytinae) e *Rhyacionia frustrana* (Scudder in Comstock) (Lepidoptera: Tortricidae), com risco de introdução no Brasil.

Historicamente, há relatos dos efeitos devastadores que as pragas podem ocasionar nas sociedades humanas. O besouro *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1853) (Coleoptera: Cerambycidae), nos Estados Unidos, acarretou perdas econômicas e danos ambientais pelo corte de árvores em praças públicas e demais áreas urbanas (IEDE *et. al.* 2007). Os custos com as tentativas de erradicação, educação pública, replantio das árvores urbanas e pesquisa no período de 1998 a 2006 foram de cerca de US\$ 249 milhões dólares, e estimou-se que, no total, seriam necessários 578 milhões de dólares para erradicar o besouro (Government Accountability Office - GAO, 2006).

Outros exemplos, como *Agilus planipennis* “emerald ash borer” (Coleoptera: Buprestidae), tem causado a morte e declínio de milhões de árvores no Canadá e nos Estados Unidos, prevendo-se um custo de controle de aproximadamente US\$ 1 bilhão por ano durante 10 anos; *Cinara cupressivora*, (“cypress aphid”; pulgão gigante do pinus) (Hemiptera: Aphididae), ocasionou uma perda no valor de aproximadamente 44 milhões de dólares nos Estados Unidos, e causou sérios danos às florestas na África, Europa e América do Sul; *Leptocybe invasa*, (blue-gum chalcid; vespa da galha do eucalipto) (Hymenoptera: Eulophidae), principal praga de árvores jovens e mudas de eucalipto, atualmente está distribuída pela África, Ásia e Pacífico, Europa e América do Sul; *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda), causou a mortalidade de milhões de árvores no Japão e outros países. Esse patógeno pode ser transmitido por meio do inseto vetor *Monochamus* spp. (Coleoptera, Cerambycidae) (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2012).

No cenário brasileiro, pragas foram introduzidas e ocasionaram prejuízos econômicos a toda a cadeia geradora de produtos derivados das florestas plantadas. A praga *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae), conhecida como broca-do-eucalipto foi relatada no Brasil em 1956, no Rio Grande do Sul. Essa praga acarretou a depreciação da madeira devido às galerias confeccionadas pela broca, prejudicando as exportações da madeira (RIBEIRO; ZANUNCIO, 2000).

O histórico de introduções de pragas florestais no país revela que os plantios de *Eucalyptus* spp., que correspondem a 69,6% dos plantios florestais do país (ABRAF, 2012), já foram alvo de diversas pragas exóticas introduzidas, dentre elas: as espécies do gênero *Ctenarytaina* (Hemiptera: Psyllidae) (IEDE, 1997) na década de 1990; *Phoracantha recurva* (Coleoptera: Cerambycidae) em 2001 (WILCKEN *et al.*, 2002); o psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) em 2003 (WILCKEN *et al.*, 2003), e em 2008, foram detectadas as presenças do percevejo bronzeado *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) (WILCKEN *et al.*, 2010) e da vespa-da-galha *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) (WILCKEN e BERTI FILHO, 2008; QUEIROZ, 2009).

Para as plantações de pinus merece destaque a vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Siricidae) que em 1988 foi encontrada em plantios de *Pinus* spp, no Estado do Rio Grande do Sul. Não se sabe ao certo como este inseto foi introduzido e o mais provável é que a introdução tenha ocorrido acidentalmente (IEDE *et al.*, 1988). Essa praga encontra-se também em Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (IEDE *et al.*, 2006).

Nas plantações de pinus, que representam 23,4% do total do plantio florestal brasileiro (ABRAF, 2013), outras pragas também foram introduzidas como a *Cinara pinivora* (IEDE *et al.*, 1998) em 1996; em 1998 foi introduzida *Cinara atlantica* (LAZZARI e ZONTA-DE CARVALHO, 2000) (Hemiptera: Aphididae), em 2000 *Pineus boernerii* (Hemiptera: Adelgidae) (PENTEADO *et al.*, 2004) e o gorgulho do pinus *Pissodeus castaneus* (Coleoptera: Curculionidae) em 2001 (IEDE *et al.*, 2004).

Neste trabalho são analisadas a distribuição geoespacial das pragas *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) e *Rhyacionia frustrana* (Scudder *in* Comstock) (Lepidoptera: Tortricidae), por possuírem potencial para causar danos a produção de pinus.

A Tabela 1 apresenta as principais características das pragas *D. frontalis* e *R. frustrana*.

**Tabela 1** - Ficha Técnica de *Dendroctonus frontalis* e de *Rhyacionia frustrana*.

<b>Nome</b>	<i>Dendroctonus frontalis</i> <i>Zimmermann</i>	<i>Rhyacionia frustrana</i> (Scudder in Comstock)	
<b>Sinonímia</b>	<i>Dendroctonus arizonicus</i> <i>Hopkins</i>	<i>Retinia frustrana</i> Comstock, (1880) <i>Evetria frustrana</i> Comstock (1902) <i>Rhyacionia pseudostrobana</i> Ambel, (1962) <i>Rhyacionia schwerdtfegeri</i> , (1967)	
<b>Posição Taxonômica</b>	<b>Reino</b>	Animalia	Animalia
	<b>Filo</b>	Arthropoda	Arthropoda
	<b>Classe</b>	Insecta	Insecta
	<b>Ordem</b>	Coleoptera	Lepidoptera
	<b>Família</b>	Curculionidae	Tortricidae
	<b>Subfamília</b>	Scolytinae	
<b>Gênero</b>	<i>Dendroctonus</i>	<i>Rhyacionia</i>	
<b>Espécie</b>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	<i>Rhyacionia frustrana</i>	
<b>Nomes comuns</b>	<p><b>Espanhol:</b> gorgojo descortezador del pino</p> <p><b>Inglês:</b> Southern pine beetle</p> <p><b>Português:</b> besouro de casca do pinus.</p>	<p><b>Espanhol:</b> El barrenador de los brotes terminales del pino</p> <p><b>Francês:</b> La tordeuse de la pousse terminale du pin Perce-rameau du pin</p> <p><b>Inglês:</b> eastern pine tip moth eastern tip moth pine shoot moth pine tip moth</p> <p><b>Português:</b> Traça-dos-brotos ou broca dos ponteiros</p>	
<b>Código Bayer (EPPO code)</b>	DENCFR	RHYAFR	

Fonte: EPPO (2015) e CABI (2012).

As espécies *D. frontalis* e *R. frustrana* são pragas quarentenárias ausentes (A1) para o Brasil, de acordo com a Instrução Normativa N°52, de 20/11/2007, alterada pela Instrução Normativa N°41 de 01/07/2008 do Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento (MAPA). Como *R. frustrana* não está presente nos países que constituem o Comitê de Sanidade Vegetal do Cone Sul (COSAVE), é considerada praga quarentenária para a região da América do Sul e está presente na lista de pragas quarentenárias do Brasil (BRASIL, 2007).

O principal impacto econômico de *R. frustrana* é o retardamento do crescimento das árvores, principalmente em plantios com manejo intensivo, onde os períodos de rotação são maiores, resultando na mortalidade das acículas (NOWAK *et al.*, 2010).

*D. frontalis* é um inseto praga que tem como hospedeiros as espécies de coníferas dos gêneros *Pinus* e *Picea*. É nativo de Belize, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México e Nicarágua, tendo sido interceptado em 1986 em Israel. O prejuízo econômico estimado, causado por *D. frontalis*, nos Estados Unidos entre os anos de 1977 e 2004 foi de U\$ 375 milhões, com uma perda de U\$13 milhões por ano. Porém, durante este período, ocorreram grandes infestações em que os prejuízos foram superiores ao valor anual calculado de U\$13 milhões, destacando-se as infestações ocorridas nos períodos de 1984-1986, 2000-2002, 1979-1980, quando os prejuízos foram de U\$133 milhões, U\$110 milhões e U\$48 milhões, respectivamente (PYE *et al.*, 2011).

Outros fatores contribuem para, além do ingresso, o estabelecimento dessas pragas. Para Coulson (1979) os surtos de *D. frontalis* são favorecidos pelas condições climáticas favoráveis aliadas à distribuição e quantidade de hospedeiros suscetíveis. As condições climáticas estabelecem a distribuição geográfica do hospedeiro, *Pinus* spp. e de *D. frontalis* (COULSON; SAARENMAA, 2011).

No aspecto biológico um fator que contribui para o estabelecimento de *D. frontalis* no Brasil é a faixa de temperatura ideal para desenvolvimento do seu ciclo de vida, entre -15 °C e 36°C (THOMPSON e MOSER, 1986; UNGERER *et al.*, 1999; THATCHER; PICKARD, 1964). As variações de temperatura que ocorrem na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país estão compreendidas nessa variação de temperatura, onde se concentra as maiores produções de pinus, o principal hospedeiro de espécie. A região Centro-Oeste terá menor impacto, pois no verão ocorrem temperaturas acima de 36°C. Nos Estados Unidos, as novas infestações de *D. frontalis* crescem em maior proporção em número e tamanho durante os meses

da primavera (abril, maio e junho) (THATCHER e PICKARD, 1964). No aspecto biológico, para a praga *R. frustrana*, um fator que contribui para seu estabelecimento no Brasil é a faixa de temperatura ideal para desenvolvimento do seu ciclo de vida, entre 14 °C e 34°C (HAUGEN; STEPHEN, 1984; RICHMOND; BECHELER, 1989), que ocorre nas regiões Sul e Sudeste, onde concentra-se as maiores produções de pinus, o principal hospedeiro de espécie.

Para diminuir os riscos de introduções, ou mesmo para evitar o estabelecimento dessas pragas em áreas produtivas, diferentes estratégias têm que ser adotadas como, por exemplo, fiscalização e vigilância nas vias de ingresso, nos portos, aeroportos, postos de fronteiras internacionais ou interestaduais, monitoramento nas áreas indenes e locais produtivos, análises de risco e plano de contingência, Campos (2013).

Na 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 trânsito de pessoas e mercadorias, das barreiras fitossanitárias interestaduais, dentre outros dados, como as prováveis vias de ingresso de determinada praga e locais potenciais para seu estabelecimento e, dessa forma, evitar a introdução ou disseminação em novas áreas, Holler *et al.* (2015a).

Espera-se, com esta monografia, contribuir para uma visão sistêmica da defesa sanitária florestal e sua importância estratégica, inserindo a dimensão territorial nas análises que necessitem avaliação sobre o ingresso, estabelecimento e disseminação das pragas *D. frontalis* e *R. frustrana* que representam um grande risco aos plantios de *Pinus* no país. Caso essas pragas sejam introduzidas no Brasil, grandes perdas econômicas podem ocorrer na silvicultura brasileira. Essas pragas podem levar a perdas econômicas no setor, que além de afetar o uso proposto da madeira, podem restringir o acesso da madeira e seus produtos no mercado internacional.

Este trabalho 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 Sistema Informações Geográficas (SIG) e indica as regiões e quais vias de ingresso merecem mais

atenção por parte dos órgãos de defesa sanitária. As áreas de ocorrência das duas pragas se sobrepõem na América Central e nos estados do Sul e Sudeste dos Estados Unidos e, dessa forma, as análises foram realizadas concomitantemente para ambas as pragas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Correlacionar as áreas produtivas de pinus com as potenciais vias de ingresso das pragas quarentenárias ausentes *R. frustrana* e *D. frontalis*, de modo a apoiar o planejamento de ações de prevenção das suas entradas.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- a. Espacializar as possíveis vias de ingresso das pragas *R. frustrana* e *D. frontalis*;
- b. Indicar as regiões mais susceptíveis à entrada das pragas por meio das fronteiras nacionais;
- c. Determinar os municípios com áreas de produção de pinus;
- d. Indicar quais municípios serão mais afetados com a entrada ou disseminação das pragas.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho são consideradas a localização dos municípios mais representativos para a produção de pinus, de acordo com os dados de produção de lenha, tora para papel e celulose e para outras finalidades; dos modais de transporte; das áreas urbanas onde há maior trânsito de pessoas e mercadorias; das barreiras fitossanitárias interestaduais; dentre outros dados, como as prováveis vias de ingresso de determinada praga e dessa forma evitar a introdução ou disseminação em novas áreas.

A estratégia adotada para as análises espaciais é a de confrontar a localização geoespacial das áreas de produção de pinus em 2013 com a proximidade dos portos com trânsito internacional de mercadorias.

A seguir estão apresentadas as ferramentas, bases de dados cartográficos e alfanuméricos e a abordagem de análise geoespacial utilizados neste trabalho.

#### 3.1 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

De acordo com Cowen (1988), um Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode ser definido como “um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas”. Com o uso de SIG é possível coletar, visualizar, combinar, cruzar, analisar dados visuais e numéricos, como imagens de satélite sob a superfície terrestre, dados sobre o clima, pragas, produção de diversas culturas e interpretá-los para compreender as relações, padrões e tendências existentes no território. 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). Ferramentas SIG permitem uma análise abrangente e complexa para apoiar programas de defesa fitossanitária. Ajudam a prever, por meio de análises geoespaciais, a introdução, a disseminação e os limites territoriais de quarentena de uma praga.

Os aplicativos utilizados foram *Microsoft Office Excel 2013* e *ArcGis Advanced 10.3.1*. O sistema de referência utilizado, nos dois estudos de caso, foi o

Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) e o sistema de projeção cônica equidistante.

### 3.2 VIAS DE INGRESSO DE PRAGAS

Via de ingresso é definida como "qualquer meio que permite a entrada ou disseminação de uma praga" (Normas Internacionais para Medidas Fitossanitárias - NIMF Nº5, 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 nos fornece subsídios para interceptar possíveis invasões, impedir o estabelecimento de organismos invasores e minimizar os impactos das já presentes.

Outra informação relevante nas análises das vias de ingresso de pragas é o conhecimento da forma com que 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 definição que está sendo adotada nesta monografia é a apresentada por Lopes-da-Silva *et al.* (2014). As vias pelas quais as pragas podem entrar em uma região são tão diversas que se torna difícil identificar todas as possibilidades. Se considerarmos um cenário para uma praga em torno de uma área considerada sob ameaça, seria possível prever por qual evento ou via ocorre a introdução de pragas. Sendo assim, vias genéricas baseadas na habilidade das pragas se espalharem podem ser categorizadas. Os autores propuseram seis tipos principais de vias e os classificaram em dois grupos, apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Classificações das Vias de Ingresso de Pragas Agrícolas.

Vias de ingresso	
Naturais	Por intermediação humana
1. Dispersão ativa	4. Transporte passivo com a planta ou outro material
2. Transporte passivo por um agente biótico	5. Transporte acidental
3. Transporte passivo por um agente abiótico	6. Introdução intencional

Fonte: Lopes-da-Silva *et al.* (2014).

Segundo Lopes-da-Silva *et al.* (2014), no que diz respeito às vias naturais, a introdução das pragas pela Via 1 ocorre quando a mesma pode se mover autonomamente. A Via 2 sucede quando a praga pode ser transportada por um vetor ativo, como um vírus de planta carregado por um inseto vetor ou uma semente aderida na pele de animais. Já a Via 3 é quando a chuva e os ventos são responsáveis pela propagação de organismos nocivos.

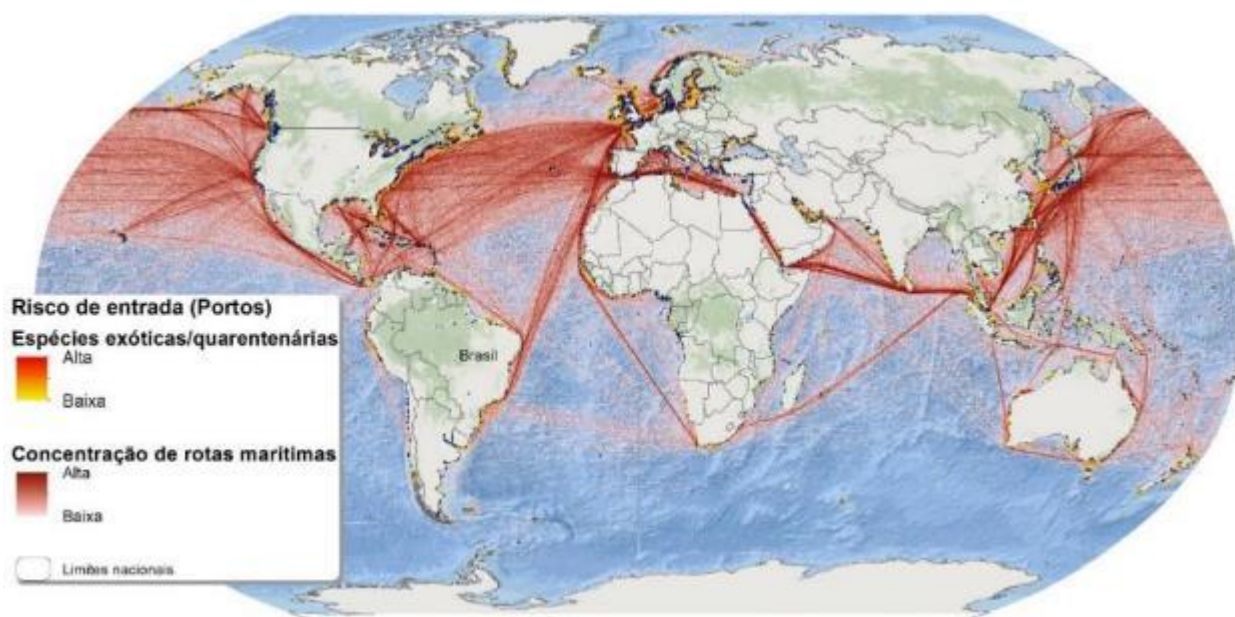
As Vias 4, 5 e 6, diferentemente, compõem aqueles nos quais ocorre a intervenção humana, que podem transportar uma planta, parte da planta ou algum produto agrícola (via 4). A Via 4 é a única que foi regulamentada na tentativa de gerenciar o risco de introdução de pragas no mundo. A Via 5 se caracteriza por situações em que a praga é disseminada casualmente como, por exemplo, sobre o corpo humano, roupas ou sapatos de viajantes. Finalmente, a Via 6 inclui a introdução intencional de um organismo que pode tornar-se uma praga para culturas ou criações de grande importância econômica.

### 3.3 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.

Os locais mais prováveis para o ingresso das pragas *D. frontalis* e *R. frustrana* em território brasileiro são os portos e aeroportos devido ao maior fluxo de mercadorias e pessoas.

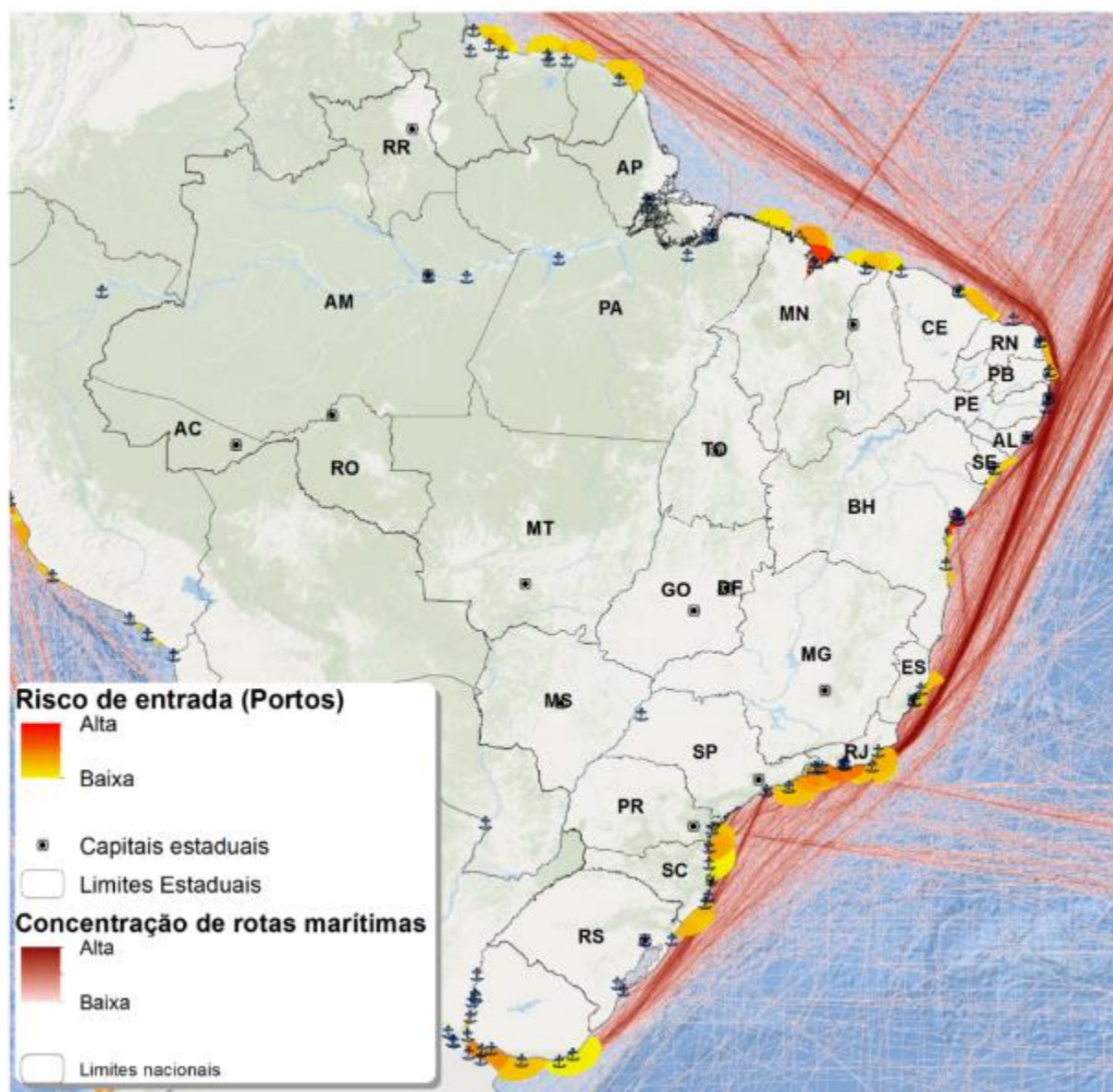
Um estudo de Halpern *et al.* (2008) publicado na revista *Science*, mostra as principais rotas marítimas e os riscos de entrada de pragas exóticas e/ou quarentenárias em cada porto no globo terrestre. Os dados foram obtidos de navios que participam voluntariamente na coleta de dados meteorológicos em todo o mundo e fornecem também sua localização. Os dados para sua determinação foram coletados entre 2004 e 2005 de 3.374 embarcações comerciais e de pesquisa. Os dados sobre espécies exóticas e/ou quarentenárias refletem uma medida relativa do risco de entrada de pragas exóticas e quarentenárias em função do volume de carga e infraestrutura de cada porto. Os dados foram coletados no período de 1999 a 2003. A Figura 1 expõe a concentração das rotas marítimas em todo o mundo entre 2004 e 2005.



**Figura 1** – Concentração de Rotas Marítimas.

Fonte: adaptado de Halpern *et al.* (2008).

Na Figura 2 é apresentada, além da concentração das rotas marítimas, os dados do risco de entrada de espécies exóticas em cada porto.



**Figura 2** - Concentração de Rotas Marítimas e Risco de Entrada de Pragas nos Portos.

Fonte: adaptado de Halpern *et al.* (2008).

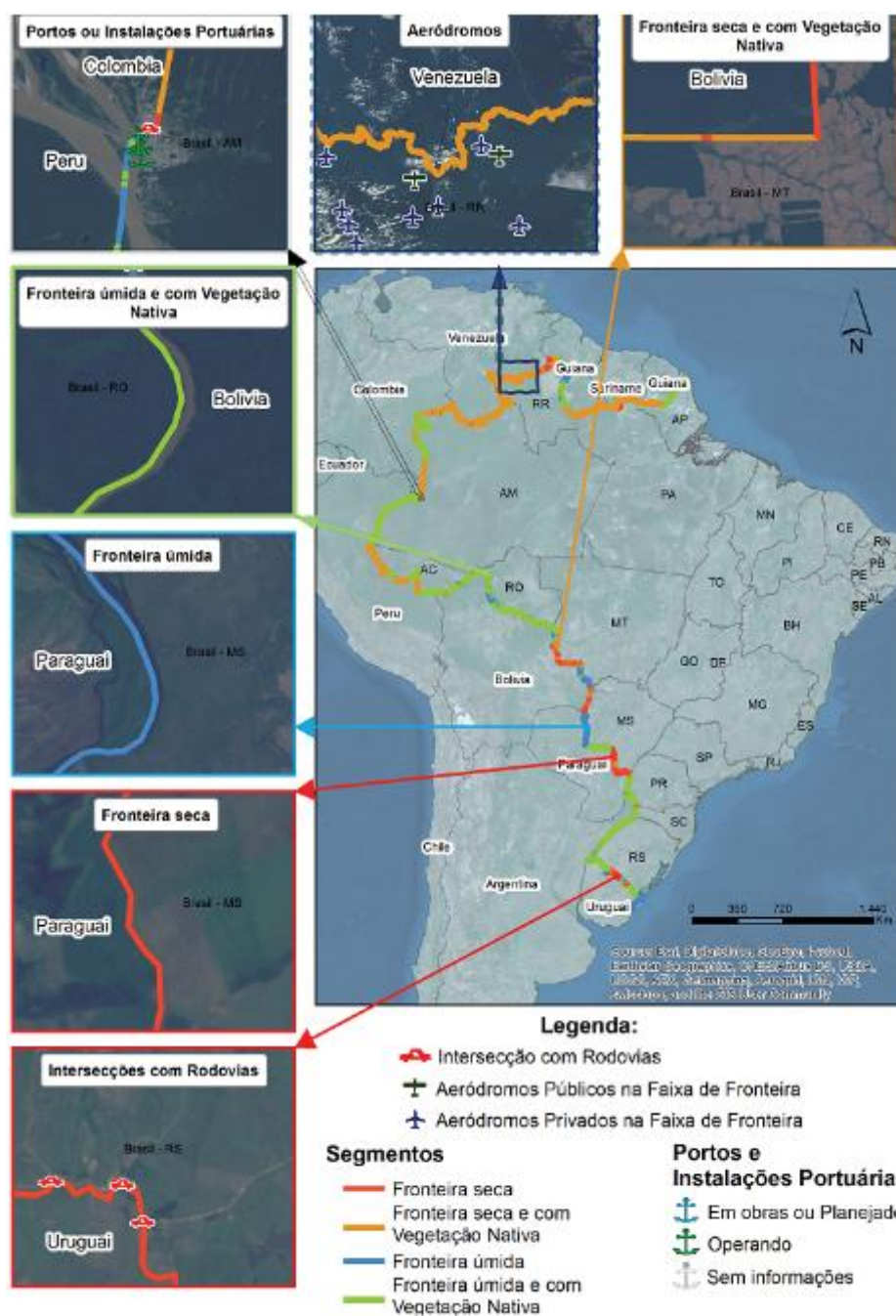
Em relação à disseminação das pragas, dentro dos limites territoriais brasileiros, deve se levar em conta a infraestrutura de transporte nacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), a infraestrutura de transportes no território brasileiro mostra a predominância do modal rodoviário 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. A circulação por vias fluviais tem um importante papel na região amazônica por essa possuir vocação natural para esse tipo de transporte.

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, 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 produtos de origem vegetal de um país para outro e que pode colaborar para a disseminação de pragas.

Outras bases cartográficas foram utilizadas, como: limites municipais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013); Ferrovias e Rodovias do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2010) e IBGE (2010); Hidrografia da Agência Nacional de Águas (ANA, 2010); Portos da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2013); e Aeródromos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2015). Na fronteira terrestre foram utilizados os dados de Holler *et al.* (2015b), que a classificou em: Fronteira terrestre com floresta; Fronteira terrestre sem floresta; Pontos de acesso terrestre (intersecção com rodovias); Pontos de acesso portuário; Aeródromos públicos e privados conforme Figura 3.



**Figura 3** - Segmentos e Pontos de Intersecção de Ferrovias e Rodovias com os Limites Territoriais do Brasil.

Fonte: Holler *et al.* (2015b).

### 3.4 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 áreas urbanas das 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 a 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, uma vez que árvores e arbustos exóticos têm sido amplamente utilizados no paisagismo dos 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).

### 3.5 POSTOS DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA

No estudo de Hilman (2013) as localizações geográficas e condições de funcionamento de todas as barreiras interestaduais fitossanitárias fixas foram levantadas. O autor realizou uma avaliação das 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, indicando que elas não atendem às necessidades de fiscalização e de controle fitossanitário do país.

Os postos de vigilância sanitária interestaduais (fixos e móveis) têm o importante papel de diminuir o risco de disseminação de pragas regulamentadas. 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.

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, composto por Serviços de Vigilância Agropecuária (SVA) e Unidades de Vigilância Agropecuária (UVAGRO), localizadas em portos, aeroportos, postos de fronteira e aduanas especiais (MAPA, 2015).

### 3.6 SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA

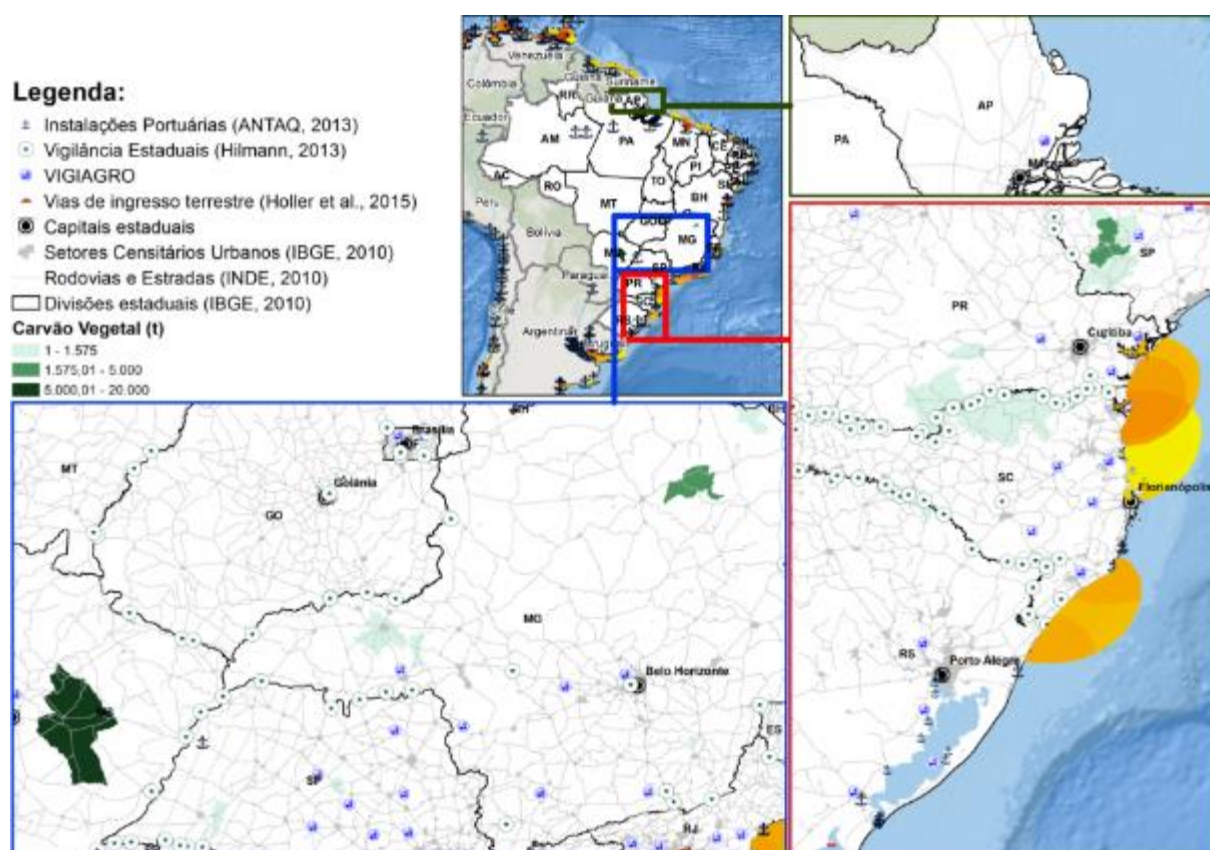
Em análise geoespacial para a prevenção da entrada ou disseminação de pragas é relevante determinar onde estão os municípios com maior produção das culturas agrícolas hospedeiras. A partir desses dados pode-se identificar as regiões onde existe concentração da produção e se essa região está próxima a uma via de ingresso ou local potencial para o estabelecimento de determinada 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. Os temas de abrangência dessa base de dados envolvem 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), Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS), Censos Agropecuários, entre outros. O SIDRA disponibiliza, além disso, séries históricas com dados que podem abranger mais de 40 anos de pesquisa (IBGE, 2013a).

As Figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam os resultados obtidos com a espacialização dos dados de produção de pinus (carvão vegetal, lenha, madeira em

tora para papel e celulose e madeira em tora para outras finalidades). Esses dados foram disponibilizados em Novembro de 2014 e referem-se ao ano de 2013.

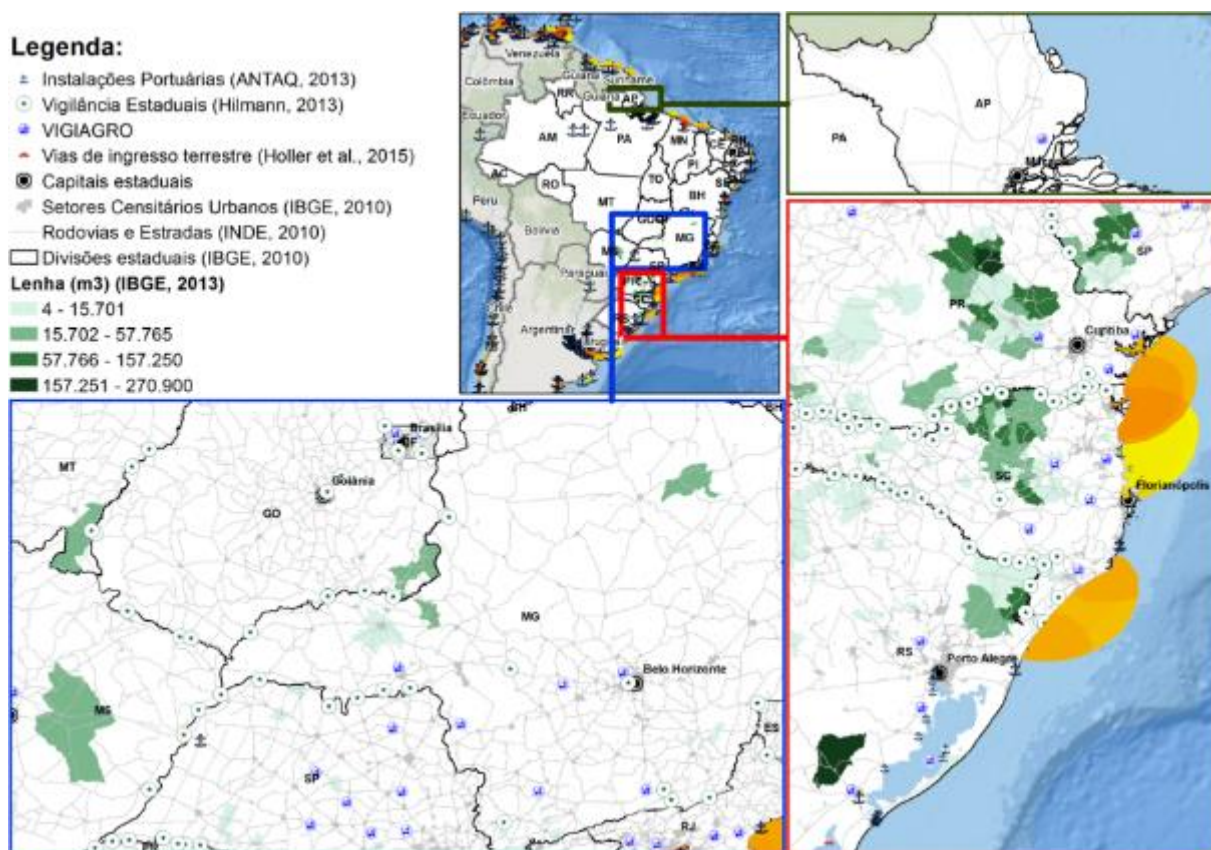
A Figura 4 apresenta os dados de produção de carvão vegetal, proveniente do pinus, para todo o território nacional referente ao ano de 2013.



**Figura 4** - Produção de Carvão Vegetal (t) no Brasil.

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2013).

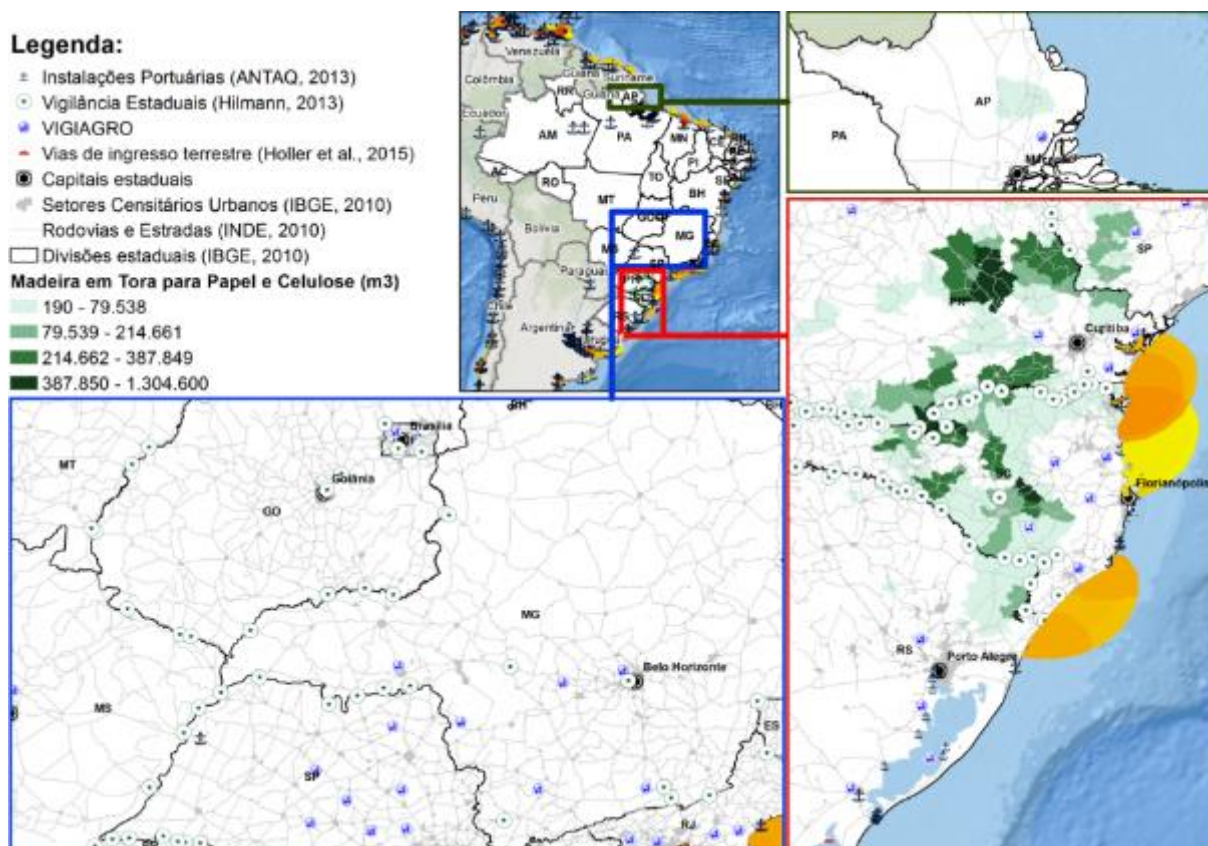
A Figura 5 apresenta os dados de produção de lenha, proveniente do pinus, para todo o território nacional referente ao ano de 2013.



**Figura 5** - Produção de Lenha de Pinus (m<sup>3</sup>) no Brasil.

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2013).

A Figura 6 apresenta os dados de produção de madeira em tora para papel e celulose, proveniente do pinus, para todo o território nacional em 2013. O recorte para o Centro-Oeste deve-se à padronização de representação.



**Figura 6** - Produção de Madeira em Tora de Pinus para Papel e Celulose (m<sup>3</sup>) no Brasil.

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2013).

A Figura 7 apresenta os dados de produção de madeira em tora para outras finalidades, proveniente do pinus, para todo o território nacional em 2013.



Vasey, *Pinus sylvestris* L., *Pinus echinata* Mill (Echinata), *Pinus elliottii* Englem. ver. *Elliotti* (Elliotti), *Pinus sondereggeri* H.H. Chapm., *Pinus glabra* Walt, *Pinus pungens* Lamb e *Pinus virginiana* Mill (Virginia) (HEDLIN et al. 1980; NOWAK et al. 2010). Dessas, pelo menos quatro espécies são cultivadas no Brasil: *Pinus caribaea* Morelet (Caribe); *Pinus taeda* L. (Taeda); *Pinus oocarpa* Schied e *Pinus elliottii* Englem. ver. *Elliotti* (Elliotti).

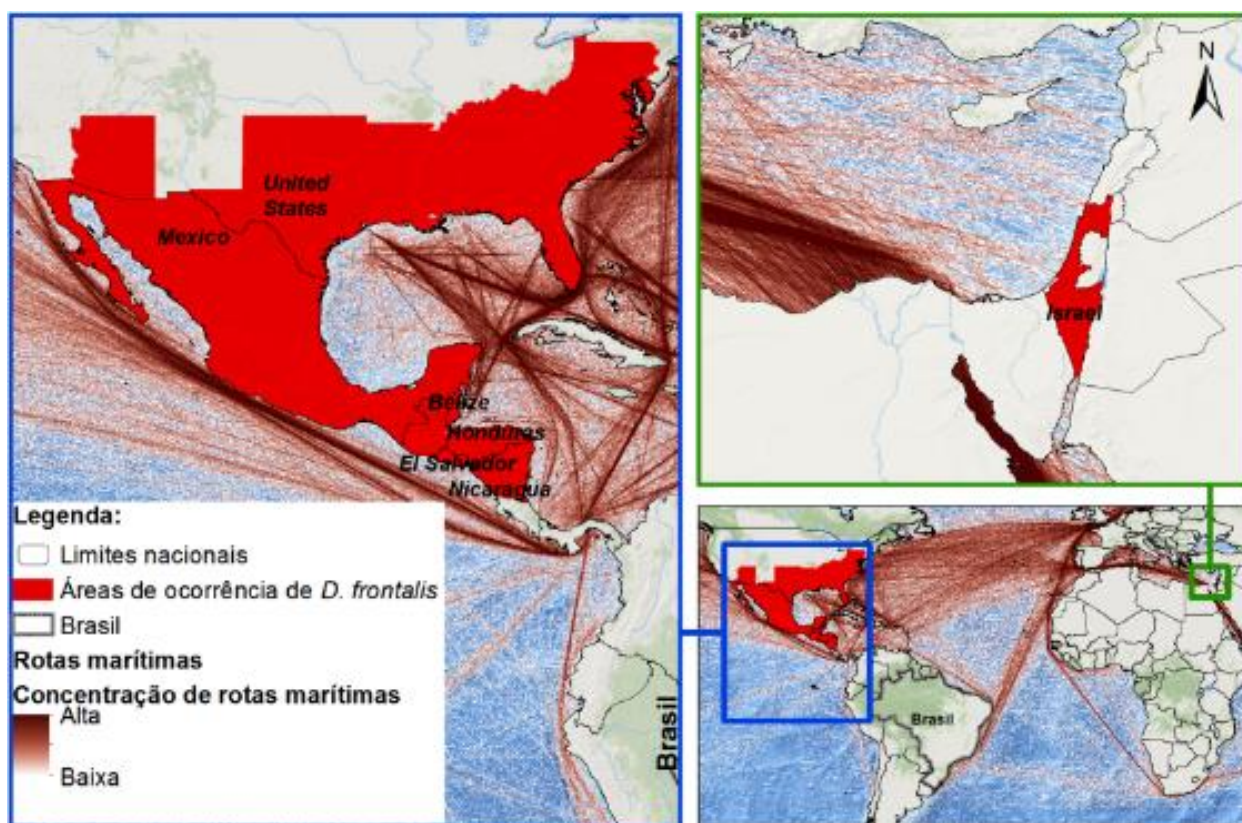
A partir da publicação dos dados de Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) de 2013 disponíveis no SIDRA do IBGE, além da tabulação apresentada nos anos anteriores, é disponibilizada uma Tabela referente à produção de carvão vegetal, lenha e madeira em tora (para papel e celulose e para outras finalidades) por espécie florestal: eucalipto, pinus e outras. Na PEVS 2013, pela primeira vez, há dados desagregados segundo três grupos de espécies (eucalipto, pinus e outras) (IBGE, 2014).

### 3.8 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS PRAGAS *D. FRONTALIS* E *R. FRUSTRANA*

A praga *D. frontalis* tem ocorrência nas seguintes regiões do mundo:

- América Central: Belize, El Salvador, Guatemala, Honduras e Nicarágua (PAYNE, 1980);
- América do Norte: Estados Unidos e México (PAYNE, 1980);
- Ásia: Interceptação em Israel (MENDEL; ARGAMAN, 1986).

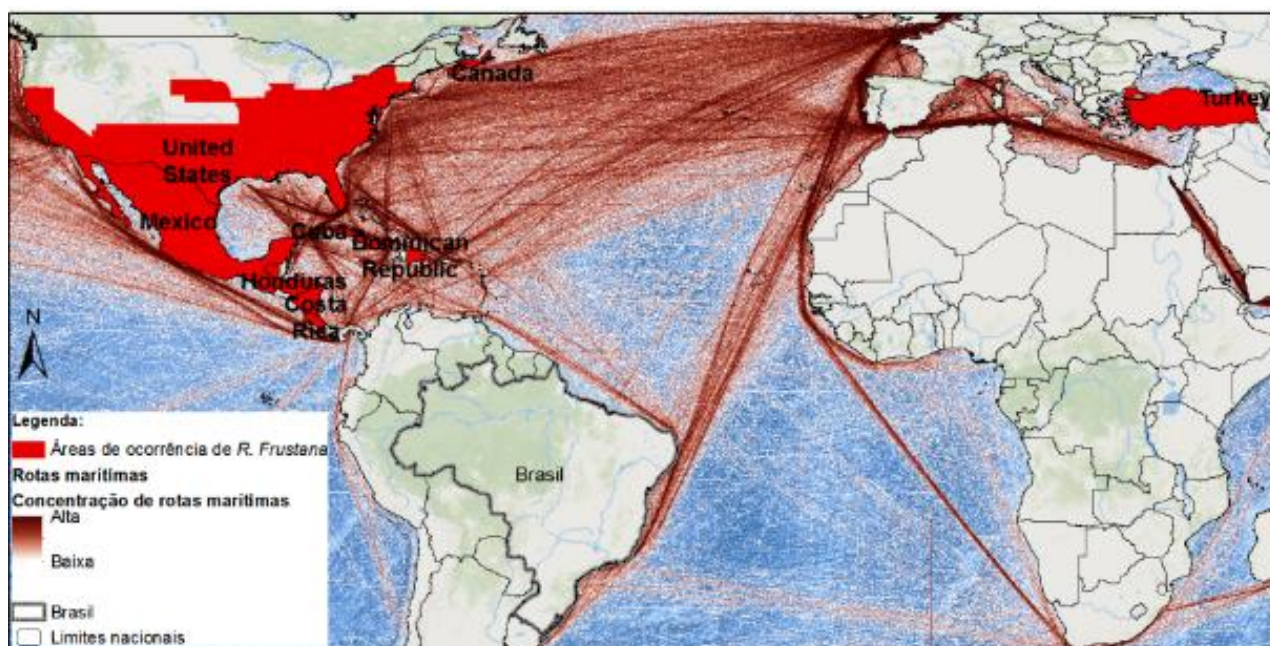
A Figura 8 apresenta as regiões de ocorrência da praga que se concentram em países da América Central e nos estados do Sul e Sudoeste dos Estados Unidos.



**Figura 8** - Distribuição Geoespacial da Praga *D. frontalis* e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais.

Fonte: Payne (1980) e Mendel e Argaman (1986).

Conforme informações do *International Centre for Agriculture and Biosciences* (CABI), a espécie *R. frustrana* apresenta distribuição geográfica conforme Figura 9. As populações de *R. frustrana* encontram-se distribuídas na América do Norte e América Central tendo sido introduzida na Turquia. Em geral, as populações abrangem o centro sul de Massachusetts, oeste da Florida e leste do Texas, ocorrendo também populações isoladas no sul da Califórnia, onde *R. frustrana* foi introduzida acidentalmente em 1967 por mudas infestadas da Geórgia (POWELL; MILLER, 1978), e em grande parte do Novo México e Arizona (ASARO et al. 2003). A espécie também é encontrada no Canadá (FETTIG; BERISFORD, 2002; FRANK; FOLTZ 1997), República Dominicana (ETHERIDGE, 1971), Cuba (HOCHMUT, 1972), Jamaica (POWELL; MILLER, 1978; FRANK; FOLTZ 1997), México (POWELL; MILLER, 1978), Guatemala (SCHWERDTFEGER, 1962), Honduras (POWELL; MILLER, 1978) e Nicarágua (BECKER, 1973).



**Figura 9** - Distribuição Geoespacial da Praga *R. frustana* e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais.

Fonte: CABI (2012).



municípios estão na classe que representa a faixa de 0,1% a 1,8%. A Tabela 3 apresenta a relação dos 6 municípios com maior participação na produção de pinus segundo os dados de 2013 obtidos no SIDRA (IBGE, 2013). Na tabela estão relacionadas a participação percentual da produção em relação a produção total nacional de:

- Madeira em Tora para Papel e Celulose (MTPCEL);
- Madeira em Tora para Outras Finalidades (MTOFIN);
- Madeira para Lenha (MLENHA);
- Madeira para Carvão Vegetal (MCARVAO); e
- Produção percentual média municipal em relação ao total produzido no Brasil (Média).

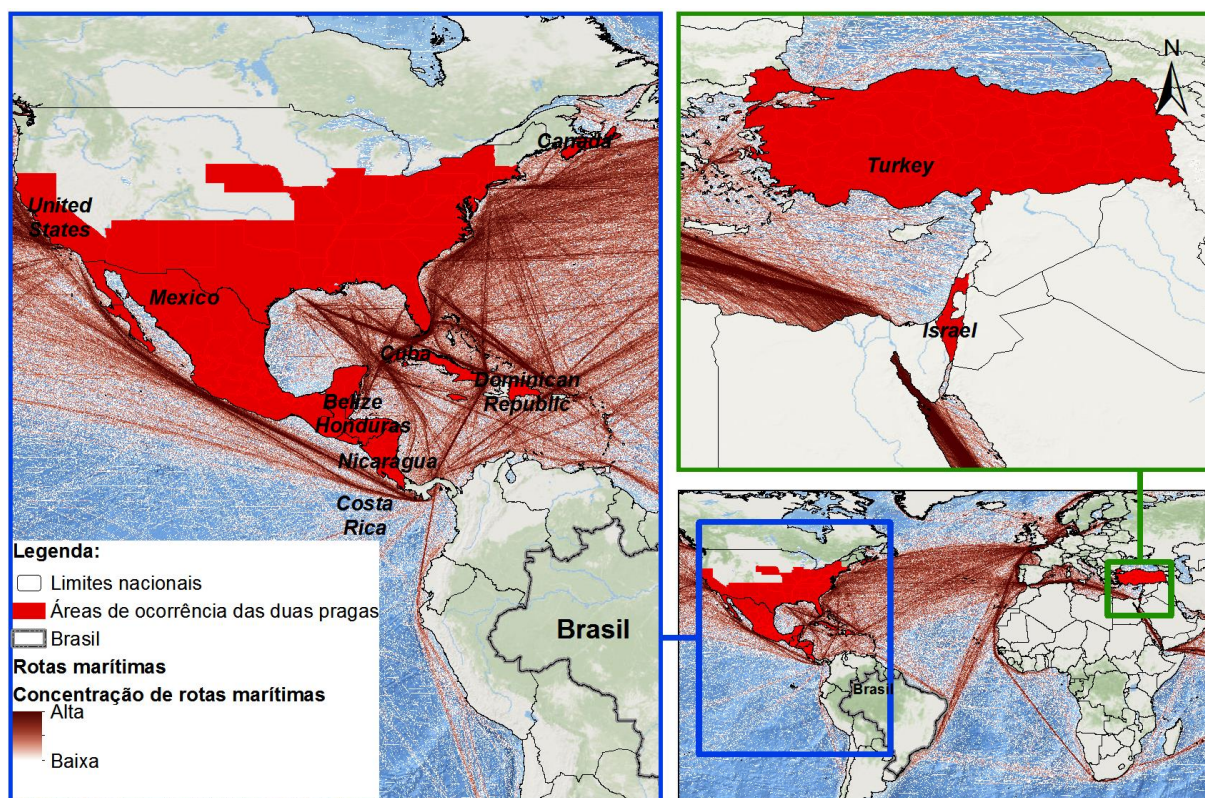
Especial destaque para o município de Ribas do Rio Pardo (MS) que teve participação de 12,9% da produção total de pinus em 2013, conforme Tabela 3. Esse município respondeu por quase a metade da produção nacional de carvão vegetal (48,7%). Considerando somente os 6 municípios apresentados na tabela, percebe-se que representam 31,3% da produção nacional de pinus em 2013.

**Tabela 3 – Municípios com Maior Participação na Produção Nacional de Pinus.**

Municípios	UF	MTPCEL (%)	MTOFIN (%)	MLENHA (%)	MCARVAO (%)	Média (%)
<b>Ribas do Rio Pardo</b>	MS	0,0	2,0	0,8	<b>48,7</b>	12,9
<b>Telêmaco Borba</b>	PR	<b>7,8</b>	6,7	4,9	0,0	4,8
<b>Itapeva</b>	SP	0,6	0,2	2,3	<b>12,2</b>	3,8
<b>Três Barras</b>	SC	2,0	1,3	<b>7,4</b>	3,8	3,7
<b>Otacílio Costa</b>	SC	<b>8,4</b>	1,4	2,9	0,0	3,2
<b>General Carneiro</b>	PR	<b>6,5</b>	4,0	0,0	1,1	2,9

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2013).

A Figura 11 apresenta as áreas de ocorrência das duas pragas, sendo que as áreas de ocorrência da *D. frontalis* sobrepõem as de *R. frustrana*. A principal divergência está na ocorrência da *D. frontalis* na Turquia e *R. frustrana* não. A *D. frontalis* ocorre em 9 países enquanto que a *R. frustrana* ocorre em 11 países.



**Figura 11** – Áreas de Ocorrência das Pragas *D. frontalis* e *R. frustrana* e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais.

Fonte: elaborado pelo autor.

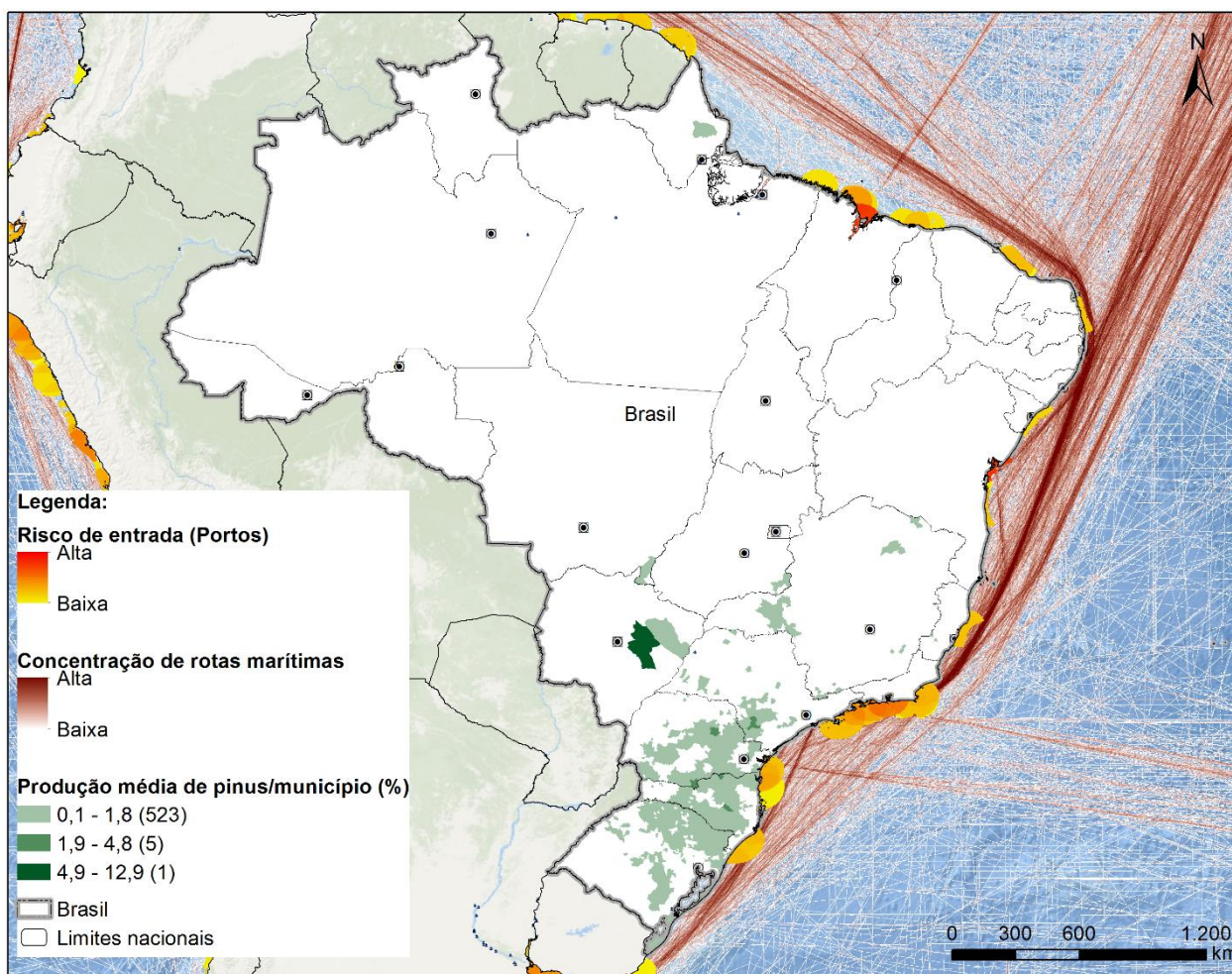
Percebe-se na Figura 11 que existe alta concentração de rotas marítimas comerciais entre os países situados na região do Caribe e os estados da região Sudeste dos Estados Unidos. É possível visualizar alta concentração dessas rotas entre os países da região do Caribe e o Brasil.

A principal via de introdução de insetos da subfamília Scolytinae (*D. frontalis*) em um país é através de artigos de madeira, como embalagens e suporte, árvores vivas e troncos, como comprovado por dados coletados em pontos de entrada de passageiros e cargas nos Estados Unidos, em período de quinze anos de análise (HAACK, 2001). As plantas ou partes de plantas e materiais de propagação (sementes, acículas, cones e mudas) oriundos de processos de importação de países onde há ocorrência de *R. frustrana* são os que proporcionam os maiores riscos de introdução da praga para o país. Para as duas pragas analisadas, as vias de ingresso mais prováveis são as 4, 5 e 6, ou seja, por intermediação humana. A

via 4 corresponde ao transporte passivo com a planta ou outro material, a via 5 ao transporte acidental e a via 6 a introdução intencional. As vias de ingresso 4 e 5 são as que apresentam maior potencial para a introdução das duas pragas. No entanto somente a via de ingresso 4 possui formas de minimizar o risco de entrada das pragas *D. frontalis* e *R. frustrana*. Nesta análise os portos são considerados como a principal via de ingresso das duas pragas.

A *D. frontalis* ataca 15 espécies de Pinus (BILLINGS; MENDONZA, 2005; HOPKINS, 1909; PAYNE, 1980), enquanto que a *R. frustrana* ataca 19 espécies de Pinus (HEDLIN *et al.* 1980; NOWAK *et al.* 2010). No Brasil são plantadas pelo menos 4 espécies de pinus que podem ser atacadas por essas pragas.

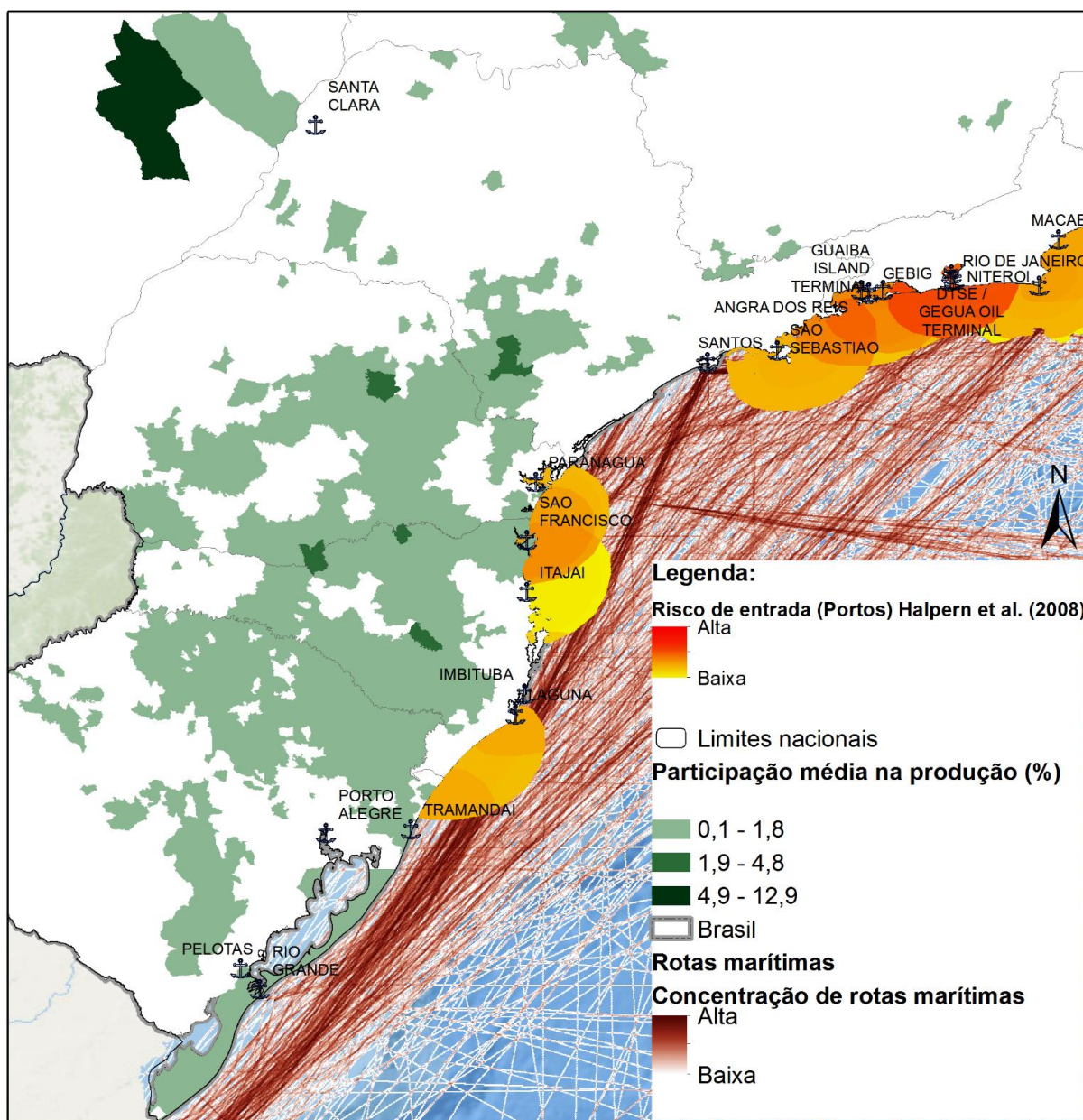
Na Figura 12 estão relacionadas as áreas de produção de pinus, o risco de entrada de pragas por meio dos portos e a concentração das rotas marítimas comerciais. As áreas em tons de verde são delimitadas pelos limites municipais e quanto mais escuros o tom de verde, maior o percentual de contribuição do município na produção total de pinus considerando a média percentual dos produtos: carvão vegetal, lenha, madeira em tora para papel e celulose e madeira em tora para outras finalidades.



**Figura 12** – Áreas de Produção de Pinus, Risco dos Portos e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais.

Fonte: elaborado pelo autor.

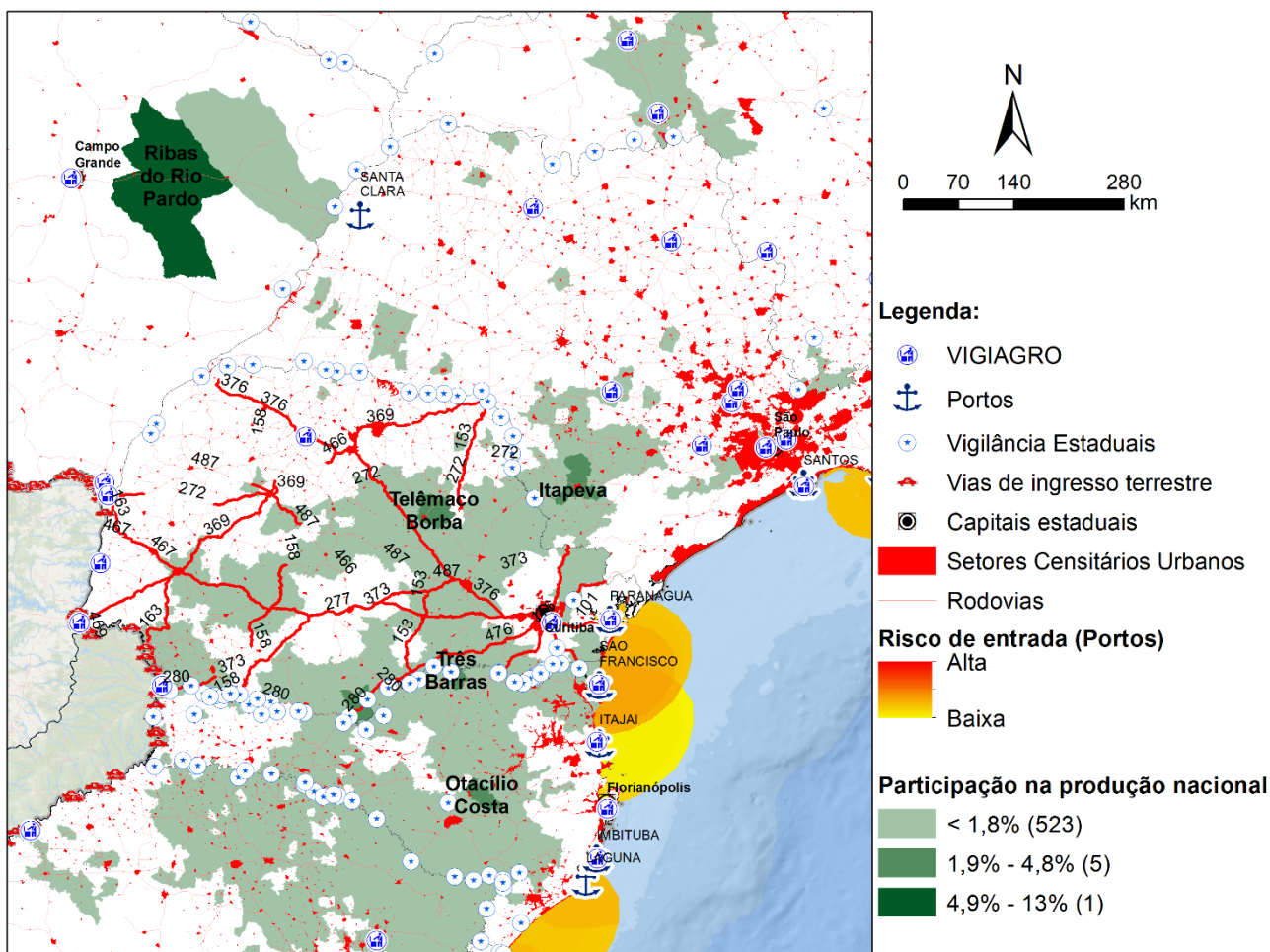
Os portos nacionais que mais oferecem risco à entrada de pragas, em áreas próximas às de produção de pinus, são os de São Francisco, Laguna, Paranaguá, Tramandaí e Itajaí, conforme observado na Figura 13. O porto de Santos, mesmo não estando próximo as áreas de plantio também é considerado de risco devido a movimentação de cargas e proximidade com a região mais populosa do Brasil.



**Figura 13** – Áreas de Produção de Pinus, Risco dos Portos e Concentração das Rotas Marítimas Comerciais na Região Sul do Brasil.

Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 14 apresenta as áreas de pinus e sua distribuição geoespacial em relação às principais rodovias no estado do Paraná e os portos com trânsito internacional de mercadorias.

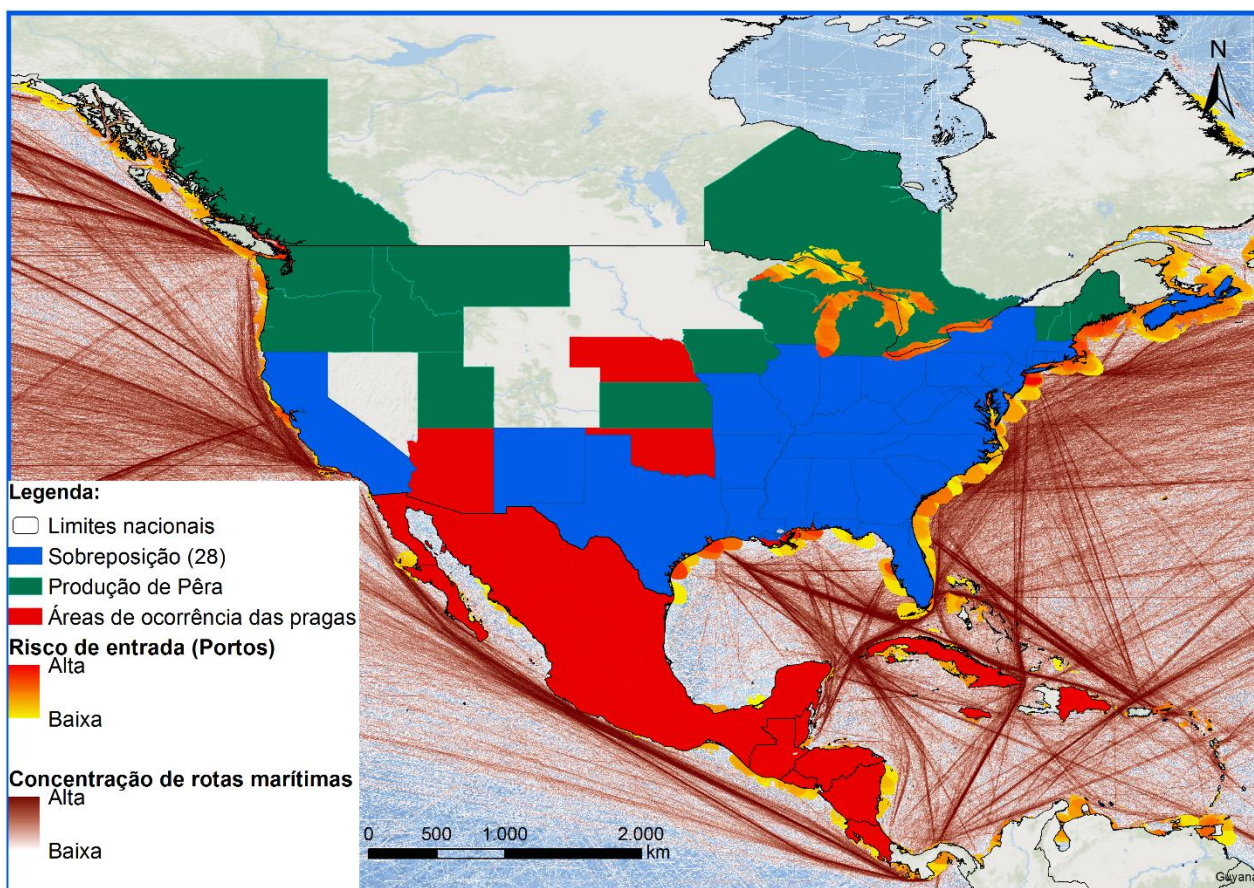


**Figura 14** - Participação de Cada Município no Total Produzido no País em 2013 e Principais Rodovias do Estado do Paraná.

Fonte: elaborado pelo autor.

No estado do Paraná a BR-277 faz a ligação entre o porto de Paranaguá e o Paraguai, passando por diversos municípios com áreas de pinus. A BR-277 também é um dos principais eixos rodoviários do estado e faz a ligação com diversas rodovias que se ramificam pelo interior do estado em direção a áreas de pinus. O estado do Paraná é um dos mais ameaçados, pois faz a ligação da região Sul do país com o estado de São Paulo, principalmente a capital e o município de Santos. De acordo com a Figura 14, os municípios que mais podem sofrer com os ataques dessas pragas, considerando a importância regional da cultura do pinus, são Telêmaco Borba (PR) e Três Barras (SC). Outros municípios também podem ser prejudicados como Otacílio Costa (SC) e Itapeva (SP).

O Porto de Santos está distante das áreas de pinus, mas também oferece risco de ingresso das pragas. O transporte dos produtos partindo de Santos (SP) e que passam por grandes centros urbanos, como a região da grande São Paulo (SP) pode ajudar na dispersão das pragas para áreas de pinus. Segundo Meleiro *et al.* (2014), entre 2006 e 2008 foram detectadas, no Porto de Santos/SP, 34 pragas em produtos com origem nos Estados Unidos, sendo 6 pragas exóticas (não regulamentada ausente), 21 pragas cosmopolitas (não regulamentada presente) e 7 pragas não identificadas. Mesmo que as pragas detectadas não ameassem as áreas de plantio de pinus, as áreas de origem de alguns produtos americanos, como a pêra (*Pyrus communis*) coincidem com as áreas de ocorrência das pragas *D. frontalis* e *R. frustrana*. Também podem vir embalagens de madeira e suportes de madeira dessas áreas. Todo o litoral Leste dos Estados Unidos tem a ocorrência das duas pragas e alta concentração de rotas comerciais marítimas, sendo que algumas delas são em direção ao Brasil, Figura 15.



**Figura 15** – Sobreposição das Áreas de Plantio de Pera nos EUA e Áreas de Ocorrências das Pragas *D. frontalis* e *R. frustrana*.

Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 15, as áreas representadas no tom de cor azul correspondem a sobreposição de áreas onde as pragas ocorrem com as áreas onde estão as produções de pêra nos Estados Unidos segundo o USDA (2015). Ao todo são 28 estados americanos onde existem as duas pragas e se produz pêra.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No trabalho foram correlacionadas as áreas produtivas de pinus com as potenciais vias de ingresso das pragas quarentenárias ausentes *R. frustrana* e *D. frontalis*, para auxiliar o planejamento de ações de prevenção das suas entradas no país.

Diante dos resultados apresentados pode-se concluir que:

- a. foram espacializadas as potenciais vias de ingresso das duas pragas, confrontando com a proximidade dos municípios com maior produção de pinus, de acordo com os dados do SIDRA/IBGE;
- b. a principal via de ingresso das duas pragas, identificada nesse trabalho, é por meio dos portos (via de ingresso do tipo 4). Os portos que merecem mais atenção são: Santos (SP), Paranaguá (PR), São Francisco (SC), Laguna (SC), Itajaí (SC) e Tramandaí (RS);
- c. a distribuição geoespacial da produção de pinus, de acordo com sua finalidade, está distribuída pelo Brasil conforme a seguir:
  - Produção de lenha: se destaca nas regiões centro-leste dos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Sul de São Paulo;
  - Produção de madeira em tora para papel e celulose: se destaca nas regiões centro-leste dos estados do Paraná e Santa Catarina;
  - Produção de madeira em tora para outras finalidades: se destaca na região centro-leste do estado do Mato Grosso do Sul.
- d. Os municípios que podem sofrer impactos econômicos, ambientais e sociais negativos com os ataques dessas pragas, considerando a importância regional da cultura do pinus, são: Telêmaco Borba (PR) e Três Barras (SC). Outros municípios também podem ser prejudicados como Otacílio Costa (SC) e Itapeva (SP).

Para minimizar ou mesmo impedir a entrada dessas pragas algumas medidas são recomendadas como a inspeção e fiscalização de embalagens e suportes de madeiras que acondicionam mercadorias provenientes de países onde

as pragas estão presentes, sendo eles: Belize, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Canadá e Israel. Áreas de origem de alguns produtos americanos como a pêra (*Pyrus communis*) coincidem com as áreas de ocorrência das duas pragas. Outra medida é capacitar os físicos agropecuários para identificação precoce dessas pragas. Uma alternativa para o monitoramento do ingresso no país é realizar o plantio de culturas hospedeiras dessas pragas, próximas aos portos de Santos (SP), Paranaguá (PR), São Francisco (SC), Laguna (SC), Itajaí (SC) e Tramandaí (RS). Também devem ser priorizadas as inspeções em mudas e partes vivas das plantas hospedeiras (sementes, acículas, inflorescências, cones e mudas de *Pinus* spp. e *Picea* spp) nos portos de Santos (SP), Paranaguá (PR), São Francisco (SC), Laguna (SC), Itajaí (SC) e Tramandaí (RS).

## 6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (BRACELPA). **Relatório Estatístico 2010/ 2011**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/booklet/booklet.pdf>><http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/booklet/booklet.pdf>> Acesso em: 27/07/2010

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário Estatístico da ABRAF ano base 2012**, p. 142, 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3910/anuario-ABRAF-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 10 Jun. 2015.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Base de Dados Georreferenciados**, 2010. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 31 jul. 2014.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Lista de Aeródromos Públicos e Privados** de 24 de Fevereiro de 2015. Disponível em: [http://www.anac.gov.br/Area.aspx?ttCD\\_CHAVE=8](http://www.anac.gov.br/Area.aspx?ttCD_CHAVE=8). Acesso em: 25 set. 2014.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Base de Dados Geográficos, 2013. **Plano Nacional de Integração Hidroviária**. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/PNIH/Portos.zip>. Acesso em: 31 jul. 2014.

ASARO, C.; FETTIG, C. J.; McCRAVY, K. W.; NOWAK, T.; BERISFORD, C.W. The Nantucket Pine Tip Moth (Lepidoptera: Tortricidae): A Literature Review with Management Implications. **Journal Entomological Science**, v.38, n.1, p. 1- 40, 2003.

AUER, C. G.; SANTOS, A. F.; GRIGOLETTI JR., A. Patógenos florestais quarentenários para o Brasil. **Floresta**, n. 30, p. 101-118, 2000.  
BARBOSA, F. R.; PARANHOS, B. A. J. **Pragas Quarentenárias**. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01\\_116\\_24112005115225.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_116_24112005115225.html). Acesso em: 02 set. 2014.

BECKER, V. C. **Algunos microlepidopteros asociados con Pinus en Centroamerica (Pyralidae y Tortricidae)**. Turrialba, v. 23, n.1, p. 104-106, 1973. Impreso.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº52/2007**, de 21 de novembro de 2007. Estabelecer a lista de pragas quarentenárias ausentes (A1) e de pragas quarentenárias presentes (A2) para o Brasil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 nov. 2007, Seção 1.

CABI. *International Centre for Agriculture and Biosciences*. London: **CAB International**. Disponível em: < <http://www.cabi.org/cpc/default.aspx?site=161&page=874&profile=21&query=rhyacionia%20frustrana&forcereload=true> >. Acesso em: 12 Mai. 2012.

CAMPOS, J. M. Ações de vigilância e controle para a elaboração de um plano de contingência para prevenção da introdução, estabelecimento e dispersão de RHYACIONIA FRUSTRANA (SCUDDER IN COMSTOCK) LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE no Brasil. **Dissertação de Mestrado**. 2013. Disponível em: < <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/handle/1884/30055> >. Acesso em: 03 Ago. 2015.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Atlas e Mapas, 2010**. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles/brasil.rar>. Acesso em: 31 jul. 2014.

EPPO. Plant Quarantine Data Retrieval System. **European and Mediterranean Plant Protection Organization**. 2015. Disponível: < <http://www.eppo.int> >. Acesso em: 05 Ago. 2015.

ETHERIDGE, D.E. New pests and diseases of forest trees, Dominican Republic. **Plant Protection Bulletin**, n. 19, p. 21-22, 1971.

FAO. **Guide to implementation of phytosanitary standards in forestry**. Rome, 2012 Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/i2080e/i2080e.pdf>>. Acesso em: 28/08/2012.

FETTIG, C. J.; BERISFORD, C.W. Use of historical temperature data for timing insecticide applications of the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae): evaluation of damage and volume increment. **Journal Agricultural Forest Entomology**, v. 4, p. 1 -5, 2002. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1461-9563.2002.00135.x/epdf>>. Acesso em 05 Jun. 2015

FRANK, J. H.; FOLTZ, J. L. Classical biological control of pest Insects of trees in the southern United States: a review and recommendations. **USDA Forest Health Technology Enterprise Team**. FHTET-96-20, p 56-57, 1997.

HOCHMUT, R. Plagas del genero Rhyacionia Hnbner (Lepidoptera, Olethreutidae) de los brotes de los pinos en Cuba. **Revista Forest BARACOA**, Cuba, 1972

HAUGEN, D. A.; STEPHEN, F. M. Developmental rates of Nantucket pine tip moth [Rhyacionia frustrana (Comstock) (Lepidoptera: Tortricidae)] life stages in relation to temperature. **Environmental Entomology**, n. 13, p. 56-60, 1984.

HOLLER, W. A.; MINGOTI, R ; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R. e LOVISI FILHO, E.; Inteligência Territorial na Defesa Fitossanitária Brasileira. Em: Sugayama,R. L.;

Lopes-da-Silva, M.; Silva, S. X. B.; Ribeiro, L. C. e Rangel, L. E. P. **Defesa Vegetal. Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas**. 1ª Edição. Belo Horizonte. SBDA – Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015a. Pgs 227-243.

HOLLER, W. A.; BRASCO, M. A.; LOVISI FILHO, E.; FARIAS, A. R.; MINGOTI, R. Identificação de segmentos e locais nos limites territoriais do Brasil para ações de prevenção à entrada de pragas. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2015. 8 p.. **Circular Técnica**, 03. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/gestao-territorial/dados-abertos-da-pesquisa>>. Acesso em: 30 Mar. 2015b.

HUANG, D.; ZHANG, R.; KIM, K.C.; SUAREZ, A.V. Spatial Pattern and Determinants of the First Detection Locations of Invasive Alien Species in Mainland China. **PLoS ONE** 7(2): e31734, 2012. Disponível em <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0031734>. Acesso em: 06 out. 2014. DOI:10.1371/journal.pone.0031734.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS 2013**. ISSN 0103-8435, v. 28, p.1-69, 2014. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Producao\\_da\\_Extracao\\_Vegetal\\_e\\_da\\_Silvicultura\\_\[anual\]/2013/pevs2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_[anual]/2013/pevs2013.pdf)>. Acesso em 13 Jul. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal 2013**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#TOPO](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TOPO). Acesso em: 31 jul. 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica Contínua do Brasil, ao milionésimo - versão 3.04**. Documentação Técnica. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: [ftp://geofp.ibge.gov.br/mapeamento\\_sistematico/base\\_continua\\_ao\\_milionesimo/](ftp://geofp.ibge.gov.br/mapeamento_sistematico/base_continua_ao_milionesimo/). Acesso em: 31 jul. 2014.

IEDE, E. T.; PENTEADO, S. R. C.; REIS FILHO, W. Pragas quarentenárias florestais: riscos e prevenção. **Floresta**, n.30, p. 65-73, 2000.

IEDE, E. T.; PENTEADO, S. R. C. Detecção e controle das principais pragas de importância quarentenária - *Sirex noctilio* no Brasil. In: **XIV Silvotecna-Pragas Cuarentenarias. Riesgos para el Sector Forestal y Efectos en el comercio Internacional**. Concepcion. Anais da XIV Silvotecna. 2000. p. 1-20.

LAWLEY, C. Protectionism versus Risk in Screening for Invasive Species. Job Market Paper. **Journal of Environmental Economics and Management**. Volume 65, Issue 3. May 2013, Pages 438–451. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069612001155>. Acesso em: 02 out. 2014. DOI:10.1016/j.jeem.2012.11.001

LEVINE, J. M.; D'ANTONIO, C. M. Forecasting Biological Invasions with Increasing International Trade. 2003. **Conservation Biology**, 17: 322–326. Disponível em:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1523-1739.2003.02038.x/full> . Acesso em: 14 jul. 2014. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2003.02038.x

LOPES-DA-SILVA, M.; SANCHES, M.; STANCIOLI, A.; ALVES, G.; SUGAYAMA, R. The Role of Natural and Human-Mediated Pathways for Invasive Agricultural Pests: A Historical Analysis of Cases from Brazil. **Agricultural Sciences**, 5, 634-646, 2014. Disponível em: < [http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=47186#.VFpgy\\_nF-s4](http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=47186#.VFpgy_nF-s4) >. Acesso em: 01 out. 2014. DOI:10.4236/as.2014.57067.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Vigilância Agropecuária**. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/importacao/vigilancia-agropecuaria> >. Acesso em: 25 Ago. 2015.

MELEIRO, M.; ESMERALDINO DA SILVA, D. M.; IEDE, E. T. **Comunicado Técnico**. Pragas interceptadas pela Vigilância Agropecuária Internacional no Porto de Santos de 2006 a 2008. Nº 336. ISSN 1980-3982, Colombo, PR. Novembro, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120375/1/CT-336-lede.pdf>>. Acesso em: 27 Jul. 2015.

MENDEL, Z., ARGAMAN, Q. Discovery of the southern beetle pine, *Dendroctonus frontalis*, in Israel. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v.14, n.4, p.319-320, 1986.

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**. Instituto Biológico, São Paulo, SP. 2013. Disponível em: <[http://www.summanet.com.br/summanet-site/congressos/2013/palestras/Resumo\\_Marta\\_Aguiar.pdf](http://www.summanet.com.br/summanet-site/congressos/2013/palestras/Resumo_Marta_Aguiar.pdf)>. Acesso em: 25 Jan. 2015.

PAYNE, T.L. Life History and Habits. In: THATCHER, R.C.; SEARCY, J.L.; COSTER, J.E., HERTEL, G.D. The southern pine beetle. **United States Department Agriculture Technical Bulletins**, n.1631, 1980. p. 7-28.

POWELL, J.A.; MILLER, W.E. Nearctic pine tip moths of the genus *Rhyacionia*: biosystematic review (Lepidoptera: Tortricidae, Olethreutinae). **Agriculture Handbook, Forest Service**, United States Department of Agriculture, n. 514, p. 55, 1978.

PYŠEK, P.; JAROŠÍK, V.; HULME, P. E.; KÜHN, I.; WILD, J.; ARIANOUTSOU, M.; BACHER, S.; CHIRON, F.; DIDŽIULIS, V.; ESSL, F.; GENOVESI, P.; GHERARDI, F.; HEJDA, M.; KARK, S.; LAMBDON, P. W.; DESPREZ-LOUSTAU, M.-L.; NENTWIG, W.; PERGL, J.; POBOLJŠAJ, K.; RABITSCH, W.; ROQUES, A.; ROY, D. B.; SHIRLEY, S.; SOLARZ, W.; VILÀ, M.; WINTER, M. Disentangling the role of environmental and human pressures on biological invasions across Europe.

**Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.** PNAS, 2010, vol. 107, nº27, p.12157-12162. DOI: 10.1073/pnas.1002314107. Disponível em: < <http://www.pnas.org/content/107/27/12157.full.pdf> >. Acesso em: 04 Nov. 2014.

SCHWERDTFEGER F. Microlepidoptera an Pinus-Arten in Guatemala. 10. Beitrag zur Forstentomologie Mittelamerikas. **Journal of Applied Entomology**, v. 49, p. 372-391, 1962. In: ASARO, C.; FETTIG, C. J.; McCRAVY, K. W.; NOWAK, T.; BERISFORD, C.W. The Nantucket Pine Tip Moth (Lepidoptera: Tortricidae): A Literature Review with Management Implications'. *Journal of Entomological Science*, v.38, n.1, p. 1- 40, 2003.

RICHMOND, J.A.; BECHELER, J.E. A comparison of two temperature-dependent development models for immature stages of the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of Entomological Science**, v. 24, p.111 -123, 1989.

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](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

THATCHER, R.C.; PICKARD, L.S. Seasonal variations in activity of the southern pine beetle in East Texas. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.57, n. 6, p.840-842, 1964. Disponível em: < <http://jee.oxfordjournals.org/content/57/6/840> >. Acesso em 27 Jul. 2015.

THOMPSON, W. A.; MOSER, J. C. Temperature thresholds related to flight of *Dendroctonus frontalis* Zimm. (Col. : Scolytidae). **Revue d'Agronomie**, nº 10. 1986. Disponível em: < <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00884838/document>>. Acesso em 28 Jul. 2015.

UNGERER, M.J.; AYRES, M.P.; LOMBARDERO, M.J. Climate and the Northern Distribution Limits of *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Coleoptera: Scolytidae). **Journal of Biogeography**, Oxford, v.26, n.06, p.1133-1145, 1999. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2699.1999.00363.x/pdf> >. Acesso 27 Jul. 2015.

USDA. ***Pyrus communis* L. common pear.** 2015. Disponível em: < <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=PYCO>>. Acesso em: 27 Jul. 2015.  
Westphal M. I., Browne M., MacKinnon K., Noble I., 2008. The link between international trade and the global distribution of invasive alien species. **Biological Invasions**. Vol. 10 (4): pp. 1387-3547. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10530-007-9138-5>>. Acesso em: 20 Fev. 2015. DOI: 10.1007/s10530-007-9138-5.