

FRANCISCO SADI SANTOS PONTES

**TÉCNICA DE MINERAÇÃO DE DADOS APLICADA NA INSPEÇÃO DE
IMPORTAÇÕES PARA VERIFICAÇÃO DO STATUS FITOSSANITÁRIO DE
EMBALAGENS DE MADEIRA EM CONTÊINERES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

P814t
2013
Pontes, Francisco Sadi Santos, 28-
Técnica de mineração de dados aplicada a inspeções de
importações para verificação do status fitossanitário de
embalagens de madeira em contêineres / Francisco Sadi
Santos Pontes. - Viçosa, MG, 2013.
vii, 67 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador : Ronaldo Reis Júnior.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. CHAID. 2. pragas. 3. comércio internacional.
4. quarentena. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Entomologia. Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal.
II. Título.

CDD 22 ed.

FRANCISCO SADI SANTOS PONTES

**TÉCNICA DE MINERAÇÃO DE DADOS APLICADA NA INSPEÇÃO DE
IMPORTAÇÕES PARA VERIFICAÇÃO DO STATUS FITOSSANITÁRIO DE
EMBALAGENS DE MADEIRA EM CONTÊINERES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de outubro de 2013

Antônio José de Araújo Moreira

Eliseu José Guedes. Pereira

Ronaldo Reis Junior
(Orientador)

Ao Senhor DEUS, que era inacessível, mas que desejava ardentemente em seu coração se mostrar à humanidade e por isso veio na forma de homem; e hoje, ao invocá-lo tenho pleno acesso a sua pessoa, por meio do Seu Espírito que está mesclado junto ao meu; e que sempre me diz: “Quando passares pelas águas, Eu serei contigo, quando pelos rios, eles não te submergirão; quando passares pelo fogo, não te queimarás, nem a chama arderá em ti. Porque Eu sou o Senhor teu DEUS”.

(Is. 43:2)

A minha mãe, Maria José Santos Pontes.
Muito obrigado pelo apoio, amor e carinho infinitos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, por tudo que ele me concede a cada dia e pela constante proteção. Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pela oportunidade impar e pelo desafio proposto, o qual espero ter correspondido à altura.

A Priscilla de Barros Karlson, pelo apoio, dedicação e carinho.

Aos colegas de turma e todos os demais colegas de trabalho que colaboraram de alguma forma nesse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRATC.....	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. Risco quarentenário associado a embalagens de madeira.....	1
1.2. Inspeções na importação e limitações de recursos.....	3
1.3. Data mining e árvores de decisão.....	5
1.4. Algoritmo CHAID.....	7
1.5. Contextualização das Inspeções fitossanitárias realizadas na importação em Manaus.....	9
2. Objetivos.....	11
3. REFERÊNCIAS.....	12
4. Artigo 1 - Inspeções com frequência de checagem reduzida: Subsídios para aplicação na fiscalização em embalagens de madeira na importação.....	20
4.1. RESUMO.....	20
4.2. ABSTRACT.....	21
4.3. INTRODUÇÃO.....	22
4.4. MATERAL E MÉTODOS.....	26
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.6. CONCLUSÃO.....	34
4.7. REFERÊNCIAS.....	34
5. Artigo 2 – Mineração de dados e Árvores de Decisão como ferramenta de apoio aplicada na tomada de decisão pra inspeções de embalagens de madeira na importação.....	37
5.1. RESUMO.....	38
5.2. ABSTRACT.....	39
5.3. INTRODUÇÃO.....	
5.4. MATERAL E MÉTODOS.....	42
5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.6. CONCLUSÃO.....	52
5.7. REFERÊNCIAS.....	52
6. CONCLUSÃO GERAL.....	55
ANEXOS.....	56

RESUMO

PONTES, Francisco Sadi Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2013. **Técnica de mineração de dados aplicada na inspeção de importações para verificação do status fitossanitário de embalagens de madeira em contêineres.** Orientador: Ronaldo Reis Junior. Co-orientador: Ângelo Pallini Filho.

O objetivo principal desta dissertação foi corroborar no avanço da sistemática de inspeções conduzidas pelo Serviço de Vigilância Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento com foco principal na verificação do status fitossanitário de embalagens de madeira (EBM). Para alcançar este objetivo foram conduzidos dois estudos investigativos. O primeiro teve como objetivo fornecer subsídios conceituais e empíricos para a elaboração de um possível sistema de inspeção com checagem reduzida aplicada à inspeção de EBM. Os principais fatores que influenciavam a decisão dos inspetores na seleção de amostras de contêineres para a inspeção foram determinados, 61 fornecedores estrangeiros foram cadastrados e 23 deles foram pré-selecionados devido à constância em seus embarques e por não terem registros de ocorrências fitossanitárias (presença de insetos em geral, fungos, casca, ausência de marca de tratamento, etc) mesmo quando apresentado EBM. O percentual de acerto na tomada de decisão pela não inspeção ou redução baseada no histórico individual de cada fornecedor foi extremamente satisfatório. Os resultados mostraram ser possível elaborar um sistema de inspeção com frequência de checagem reduzida para EMB tendo como base a análise de uma série temporal de dados de importação e levando-se em consideração fatores como país de origem da carga, tipo de embalagem, presença de madeira, histórico de ocorrências fitossanitárias e em especial o fornecedor do produto importado, pré-definindo grupos de menor ou maior risco fitossanitário por meio de um método descritivo para variáveis categóricas. No segundo estudo verificou-se a aplicabilidade da técnica de mineração de dados por meio de árvores de decisão como ferramenta de apoio no processo de tomada de decisão nas inspeções de importação realizadas em contêineres para verificação do status fitossanitário de EBM. A técnica foi aplicada nos registros das inspeções fitossanitárias de contêineres desembarcados no porto Chibatão e no Porto Público de Manaus. As árvores de decisão foram geradas por meio do algoritmo *Chi-square Automatic Iteration Detection* e sua aplicabilidade testada num conjunto de 200 partidas importadas com resposta positiva e percentual de sucesso de 100% uma vez que não foram verificadas ocorrências fitossanitárias nas partidas inspecionadas com base na seleção orientada pelo modelo

estatístico. O resultado mostrou ser possível o uso da mineração de dados e árvores de decisão como ferramenta de apoio na tomada de decisão para realização das inspeções fitossanitárias.

ABSTRACT

PONTES, Francisco Sadi Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2013. **Data mining technique applied in import inspections to verify wooden packing material phytosanitary status.** Advisor: Ronaldo Reis Junior. Co-Advisor: Ângelo Pallini Filho.

The main objective of this dissertation was to corroborate with advancements on systematic inspections conducted by the Agricultural International Surveillance Office of Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply with a primary focus on the verification wooden packaging material (WPM) phytosanitary status. To achieve this goal two research studies were conducted. The first one aimed to provide conceptual and empirical subsidies for the elaboration of a possible inspection system with reduced checks applied to the inspection of wood packaging material (WPM) in Amazon. The Main factors influencing inspectors' decision in the selection of samples for container inspection in WPM were determined and 61 foreign suppliers were registered. Twenty-three of them were pre-selected due the constancy in their shipments and no phytosanitary incident records even when presented WPM. Accuracy of the decision making by not inspecting or to reduce checks based on supplier's individual history database was extremely satisfactory. Results indicate the possible to develop a system of reduced spot checks in containers for WPM focused in a temporal database series analysis of imported shipments taking into account factors such as country of origin, package type, presence of wood, phitossanitary incidents and foreign supplier in particular to determinate higher or lower risk groups by means of a descriptive data analysis method. In the second study was verified the applicability of data mining techniques using decision trees as a support tool in the decision-making process to verify the phytosanitary status of WPM carried in containers. The technique was applied to the data records of phytosanitary inspections of imported containers landed in port Chibatão and Manaus Public Port. Decision trees were generated by the algorithm Chi-square Automatic Detection Iteration and its practical applicability was tested on a set of 200 imported consignments with a positive response and 100% success rate on decision-making since no phytosanitary occurrences was verified. The result proved to be possible to use data mining and decision trees as a support tool in the decision-making to implementation of phytosanitary inspections.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Risco quarentenário associado a embalagens de madeira

Nas últimas décadas a probabilidade de introdução intencional ou acidental de pragas exóticas aumentou drasticamente e o crescimento contínuo do comércio e do turismo internacional são os principais fatores no aumento dessa disseminação de pragas no mundo atualmente (Bright, 1999; Campbell, 2001; Mumford, 2002). Parker et al. (1999), Batabyal (2004) e Work et al. (2005) apontaram que além de transportar mercadorias entre as regiões, os meios de transporte também levaram consigo uma série de espécies de animais e vegetais não nativas (também chamadas de espécies exóticas ou invasoras) de uma região geográfica do mundo para o outra.

Além do risco associado ao trânsito internacional de produtos de origem vegetal há também uma grande preocupação em relação às embalagens e suportes de madeira que podem hospedar pragas e representam, portanto, uma considerável ameaça à sanidade vegetal (Bright, 1999; Mumford, 2002; Stanaway et al., 2003).

Insetos que infestam o tronco de árvores são primariamente mais susceptíveis de serem transportados para novos países quando as árvores são cortadas e transformadas em material de embalagem tais como grades, engradados, paletes e escoras. Historicamente, embalagens de madeira são muitas vezes produzidas a partir de madeira de baixa qualidade, incluindo árvores recém-mortas por ataque de pragas e, além disso, troncos e galhos de árvores são frequentemente colonizados por insetos como besouros e brocas de madeira e muitas dessas espécies são pragas de preocupação quarentenária. (Allen e Humble, 2002).

No caso de embarques marítimos, um relatório conjunto do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), Serviço de Inspeção e Saúde Animal e Vegetal (APHIS), e o Serviço Florestal dos Estados Unidos (USFS) observou que cerca de 51,8% dos carregamentos em contêineres continham madeira maciça com taxas de infestação significativas (USDA, APHIS, e USFS 2000). Como ilustração, inspeções em carretéis de madeira da China revelaram taxas de infestação entre 22% e 24% e inspeções de suportes para blocos de granito importados para o Canadá continham insetos vivos 32% das vezes (USDA, APHIS, e USFS 2000).

O número de insetos infestantes de casca e madeira que se tornaram estabelecidos além de sua área nativa tem aumentado de forma exponencial nas últimas

décadas (Aukema et al. 2010, Kirkendall e Faccoli 2010, Haack e Rabaglia 2011). Dentre alguns dos piores organismos infestantes de madeira que provavelmente foram introduzidos em novos países podemos citar *Agrilus planipennis*, um besouro da Ásia, cujas larvas se desenvolvem na região cambial de freixos. A partir do início de 2011, milhões de freixos foram mortos por *A. planipennis* na América do Norte (Haack 2006, Poland e McCullough 2006) e agora a praga também já está estabelecida e matando freixos perto de Moscou, na Rússia (Baranchikov et al. 2008). *Anoplophora glabripennis* (besouro asiático) estabeleceu populações reprodutivas em vários países da Europa e América do Norte e em cada um desses países os esforços em toda a área de controle estão em curso para erradicar este besouro dado que ele pode infestar e matar árvores aparentemente saudáveis de diversos gêneros (Herard et al. 2006, Haack et al. 2010). *Bursaphelenchus xylophilus*, um nematóide infestante do pinheiro norte-americano (*Pinus*), causou a morte de milhões de pinheiros em vários países asiáticos e agora entrou em Portugal e também na Espanha e ameaça os pinheiros europeus (Mota et al. 1999, Mota e Vieira 2008, Mota et al. 2009, EPPO 2010, Kwon et al. 2011). *Megaplatypus mutatus*, um besouro ambrosia nativo da América do Sul, foi introduzido na Itália em 2000 tendo se estabelecido e causou sérios danos às plantações de álamo (*Populus* sp.) e também à diversas frutíferas (Alfaro et al. 2007, Kirkendall e Faccoli 2010). E por último a vespa da madeira, *Sirex noctilio*, juntamente com seus microorganismos simbióticos, causou mortalidade generalizada de pinus quando foi introduzida em países do hemisfério sul (Hurley et al. 2007), mas até agora tem causado poucos danos na América do Norte (Dodds et al. 2010).

Dado a quantidade de relatos de pragas exóticas de madeira que se estabeleceram em todo o mundo durante os anos 1990 e sua forte associação com embalagens de madeira (Haack 2001, 2006, Brockerhoff et al. 2006, Haack 2006, McCullough et al. 2006, Haack et al. 2010, Haack e Rabaglia 2011), houve um forte impulso na comunidade mundial para resolver os problemas fitossanitários relacionados a esse tipo de material. Esses esforços internacionais culminaram na aprovação da ISPM-15 (Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias nº 15 ou NIMF 15) em 2002, que foi intitulado "Diretrizes para a regulamentação dos materiais de embalagem de madeira no comércio internacional" (IPPC, 2002). Embora a NIMF 15 tenha sido aprovada em 2002, cada país escolhe quando vai realmente implementar e fazer cumprir a nova norma. Por exemplo, a Nova Zelândia foi o primeiro país a implementar a NIMF 15, isso em 2003. A Austrália em 2004, o Brasil em 2004 por meio da Instrução

Normativa 04 de 06/01/04 que foi revogada posteriormente, a União Europeia em 2005 e América do Norte em 2006. A partir do início de 2011, mais de 70 países já exigem que as importações cumpram as normas da NIMF 15.

Mesmo com a adoção de tratamentos quarentenários para embalagens de madeira alguns países como a Austrália, por exemplo, tem tido preocupações sobre a infestação pós-tratamento ou reinfestação, além da presença de casca e patógenos associados a embalagens de madeira em conformidades com a NIMF 15. Isto se deve ao fato de que muitas embalagens de madeira tratadas podem incluir uma proporção elevada de alburno não durável, casca ou falhas no tronco, nódulos, galerias e apodrecimento por fungos (Allen 2001a). Também a parte interna da casca, rica em nutrientes, e o câmbio em embalagens de madeira fornecem uma fonte de alimento para artrópodes e fungos, e pode se tornar um caminho para a introdução e disseminação de pragas (IPPC, 2002). Apesar da grande adoção da NIMF 15 em todo o mundo, a prevenção da introdução de insetos exóticos e patógenos continua sendo um desafio por causa utilização de embalagens que passaram por tratamento de baixa qualidade ou em desconformidade com a norma.

1.2. Inspeções na importação e limitações de recursos

Embora os custos econômicos reais de danos causados por espécies invasoras sejam difíceis de ser estimados (Eiswerthe van Kooten, 2002), os estudos disponíveis mostram que estão na casa de dezenas de bilhões de dólares só nos EUA (Pimentel et al, 2005; U.S. Office of Technology Assessment, 1993) e bilhões de dólares em muitos outros países (Pimentel et al., 2001). Tendo em vista o alto potencial de causar impactos econômicos, especialmente em países cuja base econômica é a agricultura, os governos e agências de proteção de plantas em todo o mundo investem recursos para evitar possíveis introduções de organismos exóticos.

Estes fatos colocam uma pressão significativa sobre os órgãos responsáveis pela defesa vegetal nos países importadores para fornecer um nível adequado de proteção contra a invasão de organismos exóticos e a inspeção fitossanitária nas mercadorias importadas é atualmente a principal ferramenta para a prevenção de possíveis introduções de pragas quarentenárias. No entanto, os recursos disponíveis para a inspeção são geralmente limitados, sejam financeiros ou humanos. Atualmente em muitos países só é possível realizar a inspeção de apenas uma fração do volume total de

mercadorias importadas. Nos Estados Unidos, por exemplo, estão disponíveis recursos para a realização de checagem local de menos de 2% de todas as remessas de entrada nas fronteiras, portos marítimos e aéreos (National Research Council of the United States, 2002) e na Nova Zelândia, apenas cerca de 18% dos mais de 300 mil contêineres importados anualmente pode ser inspecionado (Hayden citado em Everett, 2000; Conselho Nacional de Pesquisados Estados Unidos, 2002).

Esses limitados recursos para inspeção devem ser alocados da melhor maneira possível, no entanto não está claro se as agências de defesa alocam seu esforço e recursos atuais de forma mais eficaz. Nos EUA, por exemplo, são realizadas inspeções em amostras aleatórias de uma população de remessas importadas (USDA, 1998) e a maioria das remessas importadas não são inspecionadas sendo questionável a eficaz alocação de recursos pelo APHIS (National Plant Board, 1999; U.S. General Accounting Office, 1997).

Para lidar com o problema da escassez de recursos, alguns países introduziram a redução da frequência de inspeção de determinadas mercadorias. Na União Européia esse modelo foi recentemente implantado e nesse sistema a proporção de lotes importados a ser inspecionada foi reduzida para alguns produtos de baixo risco de introdução de pragas (European Commission, 2002). No entanto, é incerto se essa redução da inspeção proporciona uma melhor alocação dos esforços e recursos de inspeção e também consiga minimizar os riscos e possíveis custos da introdução de pragas quarentenárias na União Européia e a base científica para o sistema de checagem com frequência reduzida não é muito clara.

As decisões das agências de defesa e quarentena vegetal poderiam ser melhoradas através de uma maior utilização de modelos preditivos ou modelos baseados no risco para definir a melhor forma de alocação dos seus recursos. Modelos preditivos podem ajudar a focar os esforços de inspeção na identificação de mercadorias ou remessas com determinadas características que são mais propensas a trazer pragas quarentenárias. Além disso, também podem indicar qual parte dos recursos deverão ser dedicadas à inspeção de mercadorias diversas, dependendo dos riscos relativos de introdução de pragas quarentenárias através destas mercadorias ou remessas. Até agora, porém, tanto a literatura do manejo de pragas em geral e a literatura sobre economia e sanidade vegetal tem dado pouca atenção no desenvolvimento desses modelos. Os esforços para desenvolver modelos preditivos nas inspeções de importação foram

parciais (Caton et al., 2006; Dobbs e Brodel, 2004) e os resultados já existentes não podem ser facilmente generalizados para múltiplas mercadorias sob diferentes situações.

Da mesma forma, os esforços científicos para o desenvolvimento de modelos baseados no risco de alocação de recursos são muito limitados. Alguns autores estudaram teoricamente quais os melhores modelos de inspeção de importação (Batabyal e Beladi, 2006; Batabyal et al., 2005), mas forneceram pouca orientação sobre como os recursos devem ser alocados. A maioria dos estudos existentes são da área de economia e se concentram na questão da gestão de espécies invasoras, incluindo tanto medidas de controle como prevenção (Olson, 2006). A falta de aplicações empíricas é em geral uma limitação desta literatura tornando, portanto, difícil ver como as recomendações teóricas podem ser aplicadas de forma prática no dia a dia das inspeções nos portos e fronteiras. Além disso, estudos anteriores consideram o problema de uma gestão otimizada de espécies invasoras na melhor perspectiva, isto é, quando não há nenhuma restrição de recursos (Horan et al., 2002; Perrings, 2005). No entanto, para condições de recursos limitados, essa perspectiva é uma representação inadequada realidade (Barrett e Segerson, 1997). Desse modo, uma análise teórica e empírica de modelos de inspeção na importação sob condições limitantes e restrição de recursos seria altamente relevante.

1.3. Data mining e árvores de decisão

O progresso na aquisição de dados digitais e a tecnologia de armazenamento resultaram no surgimento de bancos de dados com grande dimensão. A partir de um depósito de dados (*data warehouse*), as informações são analisadas por diversas agregações complexas e estatísticas, com o propósito de tentar descobrir regras ou padrões a partir dos dados (Silberschatz, Korth e Sudarshan, 1999). Mediante esta problemática, surgiu a mineração de dados (*data mining*), definida como um conjunto de técnicas aplicadas a um conjunto de dados observacionais para encontrar possíveis relacionamentos e resumi-los, de modo compreensível e útil, para o usuário de interesse (Hand e Manila, 2001).

Um problema especial pode ser respondido utilizando-se a estatística, bastando que um conjunto de dados pequeno e organizado seja amostrado de forma independente e identicamente distribuído (Hand, 1998). Essa situação não se aplica no contexto de mineração de dados, pois se trata, na maioria dos casos, de uma análise exploratória

secundária por conta da origem dos dados (são coletados sem utilizar estratégias eficientes para responder a perguntas específicas).

O processo de mineração de dados foi proposto por Fayyad, Piatetsky e Smyth (1996), considerando as seguintes etapas:

a) seleção de dados: definir claramente o domínio e os objetivos da situação problema para que seja possível a seleção das bases de dados alvo e gerar o conhecimento requerido;

b) pré-processamento dos dados: efetuar um processo de limpeza, eliminando ruídos e registros duplicados; determinar soluções para problemas de campos com dados faltantes e campos com dados errados; correção de erros de digitação, dentre outros;

c) transformação dos dados: reduzir o espaço dimensional por meio de mecanismos de representação eficiente dos dados, redução da quantidade de atributos, redução do conjunto de dados utilizados para treinamento por amostragem, etc.;

d) técnicas de mineração de dados: executar técnicas de identificação e/ou reconhecimento de padrões. Podem-se integrar duas ou mais técnicas, a fim de aumentar a confiabilidade da metodologia utilizada;

e) interpretação dos resultados: a partir do resultado obtido, identificar sua satisfação ou retornar a etapas anteriores, para serem refeitas;

f) utilização: utilizar o conhecimento obtido para fins de tomada de decisões.

As principais metodologias de *data mining* se condicionam à situação problema e ao objetivo do estudo. Dentre as existentes, citam-se as árvores de decisão, que são comumente utilizadas para análise e extração de estruturas de decisão em um conjunto de dados multivariados com grande dimensão. A técnica particiona recursivamente o conjunto de dados, utilizando regras previamente definidas para gerar subconjuntos mutuamente exclusivos, exaustivos, que melhor descrevam a variável dependente de interesse (Biggs; Ville e Suen, 1991).

O procedimento de partição é chamado de árvores de regressão, quando a variável resposta é numérica e árvores de classificação, quando a variável resposta é categórica (Siciliano; Mola, 2000).

Prezepiorski et al (2005) apresentaram algumas vantagens nas árvores de decisão, como o fato de não assumir algum tipo de distribuição para os dados, as variáveis utilizadas podem possuir qualquer tipo de mensuração, além de ser possível

construir modelos para qualquer função, dados uma amostra de treinamento suficiente e seu elevado grau de compreensão.

Algumas nomenclaturas são utilizadas para definir segmentos da árvore de decisão, como nós, ramos e folhas. Para Latorreet et al. (2007), um nó raiz consiste no ponto inicial da análise, em que todos os dados encontram-se agrupados em um só conjunto; existe um conjunto hierárquico de nós internos (partições), responsáveis pela tomada de decisão a partir de critérios estabelecidos e que, posteriormente, define a próxima ramificação, denominada nó filho e, ao final da análise, dispõem-se dos nós terminais, chamados também de folhas.

1.4. Algoritmo CHAID

Introduzido por Kass (1980), o algoritmo *Chi-square Automatic Iteration Detection*, ou CHAID, foi criado a partir do processo *Automatic Iteration Detection*, ou AID (Morgan e Sonquist, 1963a; Morgan e Sonquist, 1963b). Sua raiz consiste em uma família de métodos de manuseio de dados quase livre dos pressupostos habituais necessários para processá-los (Hawkins e Kass, 1982).

Utilizada no desenvolvimento de algumas das tradicionais árvores de decisão, a metodologia foi elaborada por conta da ausência de testes de significância na criação das ramificações (Kass, 1975), relacionamentos teoricamente falsos (Einhorn, 1972) e até tendência para má utilização nos casos de amostras pequenas (Doyle e Fenwick, 1975). Baseando-se na estatística do qui-quadrado, mescla ou divide categorias de um preditor, identificando as divisões mais significativas (Suknovic et al., 2011).

Os preditores utilizados nesse tipo de árvore de decisão têm caráter categórico e, no caso contínuo, Hawkins e Kass (1982) aconselham dividi-los em grupos. Existem cinco classes de preditores, sendo as três mais utilizadas apresentadas a seguir.

a) preditor monotônico: suas categorias se encontram em uma escala ordinal. Isto implica que apenas as categorias adjacentes podem ser agrupadas;

b) preditor livre: suas categorias são puramente nominais. Isto implica que quaisquer categorias podem ser agrupadas;

c) preditores flutuantes: as categorias se encontram em uma escala ordinal, à exceção de uma única categoria, que não pertence ao restante ou cuja posição na escala ordinal seja desconhecida.

Esta metodologia consiste, basicamente, em uma análise de agrupamentos adaptada, diferindo-se pelo fato de conter muitos casos para a redução de categorias de um preditor, gerando grupos heterogêneos, mas internamente homogêneos. A garantia de otimalidade ao final, anteriormente realizada a partir de uma programação dinâmica, foi substituída pelo método *stepwise*, não necessariamente ideal, porém, mais ágil e eficaz (Kass, 1980).

Em cada fase do processo de criação da árvore de decisão, os dados são particionados em amostras e, a partir delas, outras análises são realizadas, resultando em subconjuntos da partição inicial. Consequentemente é razoável constatar que os procedimentos de AID apresentem maior eficiência em bancos de dados com grande dimensão, não sendo muito viáveis para pequenas amostras.

No caso CHAID, em que a variável dependente é de natureza categórica, o produto de divisão e o tamanho da amostra diminuem ao longo do processo, resultando em uma perda progressiva de poder (Hawkins, 1982). Decorrente desse fato recomenda-se incorporar um “controle” sobre o tamanho da amostra em qualquer subconjunto alcançado e encerrar as etapas do algoritmo nesse subconjunto, caso o tamanho da amostra não seja grande o suficiente para justificar as configurações obtidas.

Convém ressaltar que o tamanho da amostra real por subconjunto fica condicionado ao número de categorias, tanto nos preditores quanto na variável dependente, e, por isso, torna-se complexo especificar uma quantidade mínima por categoria. Hawkins (1982) utiliza a regra de que a frequência esperada na célula seja superior a 5, definindo que o tamanho mínimo do subconjunto seja observações, e denotando o número máximo de categorias da variável dependente e preditor, respectivamente. O tamanho mínimo da amostra global depende de um fator imponderável, que é o fato de definir em quantos grupos a mesma será particionada. Hawkins (1982) realizou diversas análises utilizando o algoritmo CHAID e obteve sucesso em amostras maiores do que 500, deixando de lado sua utilização no caso complementar.

1.5. Contextualização das Inspeções fitossanitárias realizadas na importação em Manaus

No Amazonas a maior demanda do Serviço de Vigilância Agropecuária Internacional (SVA-VIGIAGRO) nos portos se refere à fiscalização de contêineres para verificação do status fitossanitário das embalagens e suportes de madeira. Essa grande

demanda se principalmente a grande atividade do Polo Industrial de Manaus, em função de muitos dos insumos utilizados na fabricação de produtos manufaturados no PIM virem acomodados em embalagens e suportes de madeira. Todas as partidas importadas via marítima são submetidas ao parecer da fiscalização de importação realizada pelos inspetores do SVA-VIGIAGRO e a administração dos portos não libera nenhuma partida sem documentação comprobatória da fiscalização por parte do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Em função do risco que seria a introdução de organismos exóticos na região amazônica, tal procedimento permite um maior controle fitossanitário. Entretanto, o aumento no volume de importações somado as dificuldades operacionais dos recintos alfandegados e a falta de recursos humanos para atender a crescente demanda de serviço tende a impossibilitar o procedimento de verificação de 100% das partidas importadas e ao mesmo tempo mantendo um alto percentual de amostragem.

Os procedimentos de amostragem de partidas importadas em contêineres com carga do tipo FCL (Full Container Load) não se dá de acordo com a percepção de risco dos inspetores. Desse modo eles selecionam preferencialmente as cargas que acreditam ter um risco mais elevado do que outras, sendo o critério “alto risco” definido pelo treinamento e experiência dos inspetores, ou seja, é um critério empírico e que é adquirido ao longo do tempo. Entretanto este é um critério que pode variar de agente para agente, inclusive no caso de eles atuarem em localidades distintas.

Nos últimos três anos os resultados das inspeções relativas a inspeções de contêineres para verificar o status fitossanitário de embalagens e suportes de madeira tem sido registrados e o número de observações ultrapassa mais de 30.000 registros e esse histórico de inspeções tem sido utilizado como auxílio na tomada de decisão quanto às inspeções de novas partidas importadas. Entretanto, o aumento do número de informações tende a dificultar uma análise comparativa mais simples para correlacionar esses dados. Nesse contexto a mineração de dados ou data mining, definida como um conjunto de técnicas aplicadas a um conjunto de dados observacionais para encontrar possíveis relacionamentos e resumi-los de modo compreensível e útil para o usuário (Hand e Manila, 2001), é uma alternativa eficaz na extração de informações por meio da detecção de relações ocultas, padrões e até mesmo regras para predizer ou correlacionar dados e poderia auxiliar na análise das informações desses registros obtidos pelos inspetores do serviço de vigilância em suas fiscalizações.

2. Objetivos

2.1. Geral

O objetivo geral desta dissertação foi corroborar no avanço da sistemática de inspeções conduzidas pelo Serviço de Vigilância Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento com foco principal na verificação do status fitossanitário de embalagens de madeira (EBM). Para alcançar este objetivo foram conduzidos dois estudos investigativos. O primeiro teve como ano base 2010 e acompanhamento nos anos de 2011 e 2012. O segundo se deu com base nos dados oriundos dos anos 2010, 2011 e 2012 e com teste prático realizado no ano de 2013.

2.2. Específicos

2.2.1. Artigo 1:

- a) Fornecer subsídios conceituais e empíricos para a elaboração de um possível sistema de inspeção com checagem reduzida aplicada à inspeção de embalagens de madeira (EBM).

2.2.2. Artigo 2:

- a) Verificar a aplicabilidade da técnica de mineração de dados por meio de árvores de decisão como ferramenta de apoio no processo de tomada de decisão nas inspeções de importação realizadas em contêineres para verificação do status fitossanitário das embalagens de madeira.

3. REFERÊNCIAS

1. ALFARO, R. I.; HUMBLE, L. M.; GONZALEZ, P.; VILLAVERDE, R.; ALLEGRO, G. The threat of the ambrosia beetle *Megaplatypus mutatus* (Chapuis) (= *Platypus mutatus* Chapuis) to world poplar resources. **Forestry**, Oxford, UK. v. 80, n. 4, p. 471-479. 2007.
2. ALLEN, E. A.; HUMBLE, L. M. Nonindigenous species introductions: a threat to Canada's forests and forest economy. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 24, p. 103-110. 2002.
3. AUKEMA, J. E.; MCCULLOUGH, D. G.; VON HOLLE, B.; LIEBHOLD, A. M.; BRITTON, K.; FRANKEL, S. J. Historical accumulation of nonindigenous forest pests in the continental US. **BioScience**, v. 60, n. 11, p. 886-897. 2010.
4. BARANCHIKOV, Y.; MOZOLEVSKAYA, E.; YURCHENKO, G.; KENIS, M. Occurrence of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* in Russia and its potential impact on European forestry. **EPPO Bulletin**, v. 38, n. 2, p. 233-238, 2008.
5. BARRETT, J.; SEGERSON, K. Prevention and treatment in environmental policy design. **J. Environ. Econ. Manage**, v. 33, n. 2, p. 196-213, 1997.
6. BATABYAL, A. A. A research agenda for the study of the regulation of invasive species introduced unintentionally via maritime trade. **Journal of Economic Research**, v. 9, n. 2, p. 191-216, 2004.
7. BATABYAL, A. A.; BELADI, H. International trade and biological invasions: a queuing theoretic analysis of prevention problem. **European Journal of Operational Research**, v. 170, n. 3, p. 758-770, 2006.

8. BATABYAL, A. A.; BELADI, H.; KOO, W. W. Maritime trade, biological invasions, and the properties of alternate inspection regimes. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 19, n. 3, p. 184-190, 2005.
9. BIGGS, D.; VILLE, B. D.; SUEN, E. A method of choosing multiway partitions for classification and decision trees. **Journal of Applied Statistics**, v. 18, n. 1, p. 49-62, 1991.
10. BRIGHT, C. Invasive species: pathogens of globalization. **Foreign Policy**, v. 116, p. 51-64, 1999.
11. BREMMER, J.; SWANENBURG, M.; VAN GALEN, M.; HOEK, M.; RAU, M. L.; HENNEN, W.; BENNINGA, J.; GE, L.; BREUKERS, A **CHIP: Commodity based Hazard Identification Protocol for emerging diseases in plants and animals**. European Food Safety Authority Supporting Publications, EN-327, 2002, 188 p. Disponível em: <www.efsa.europa.eu/publications>. Acessado em 12 de jan de 2013.
12. BROCKERHOFF, E. G.; BAIN, J.; KIMBERLEY, M. O.; KNÍZEK, M. Interception frequency of exotic bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytinae) and relationship with establishment in New Zealand and world-wide. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 36, n. 2, p. 289-298, 2006.
13. BULMAN, L. S. Forestry quarantine risk of cargo imported into New Zealand. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 22, p. 32-38, 1992.
14. BULMAN, L. S. Quarantine risk posed to forestry container loads, and efficiency of FCL door inspections. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 28, p. 335-346, 1998.
15. CAMPBELL, F. T. The science of risk assessment for phytosanitary regulation and the impact of changing trade regulations. **Bioscience**, v. 51, n. 2, p. 148-153, 2001.

16. CATON, B. P.; DOBBS, T. T.; BRODEL, C. F. Arrivals of hitchhiking insect pests on international cargo aircraft at Miami International Airport. **Biological Invasions**, v. 8, n. 4, p. 765-785, 2006.
17. DOBBS, T. T.; BRODEL, C. F. Cargo aircraft as a pathway for the entry of nonindigenous pests into South Florida. **Florida Entomologist**, v. 87, p. 65-78, 2004.
18. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Predicting Invasions of Nonindigenous Plants and Plant Pests**. Washington, DC: The Nat. Academies Press. 2002. 198 p.
19. DODDS, K. J.; DE GROOT, P.; ORWIG, D. A. The impact of *Sirex noctilio* in *Pinus resinosa* and *Pinus sylvestris* stands in New York and Ontario. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 40, n. 2, p.212-223, 2010.
20. DOYLE, P.; FENWICK, I. The pitfalls of AID analysis. **Journal of Marketing Research**, v. 12, n. 4, p. 408-413, 1975.
21. EINHORN, H. J. Alchemy in the behavioral sciences. **Public Opinion Quarterly**, v. 36, n. 3, p. 367-378, 1972.
22. EISWERTH, M. E.; VAN KOOTEN, G. C. “Uncertainty, Economics, and the Spread of an Invasive Plant Species”. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 84, p. 1317–1322, 2002.
23. EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). First record of *Bursaphelenchus xylophilus* in Galicia (Spain). **EPPO Reporting Service**, v. 11, p. 1-3, 2010. Disponível em: <<http://archives.eppo.org/EPPORreporting/2010/Rse-1011.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

24. European Commission. Council Directive 2002/89/EC of 28 November 2002 amending Directive 2000/29/EC on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community. *Official Journal of the European Communities*, L355, p.45-60, 2002.
25. EVERETT, R. A. Patterns and pathways of biological invasions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 5, p. 177-178, 2000.
26. FAYYAD, U.; PIATETSKY, S. G.; SMYTH, P. The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data. **Communications of the ACM**, v. 59, n. 11, p. 27-34, 1996.
27. HAACK, R. A. Intercepted Scolytidae (Coleoptera) at U.S. ports of entry: 1985-2000. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 6, n. 3, p. 253-282, 2001.
28. HAACK, R. A. Exotic bark and wood-boring Coleoptera in the United States: recent establishments and interceptions. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 36, p. 269-288, 2006.
29. HAACK, R. A.; HÉRARD, F.; SUN, J.; TURGEON, J. J. Managing invasive populations of Asian longhorned beetle and citrus longhorned beetle: A worldwide perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 55, p. 521-546, 2010.
30. HAND, D. J. Data mining: statistics and more? **The American Statistician**, v. 52, p. 112-118, 1998.
31. HAND, D. J.; MANILA, H.; SMYTH, P. **Principles of data mining**. Cambridge, US: The MIT Press, 2001. 425p.

32. HAWKINS, D. M.; KASS, G.V. Automatic interaction detection. In: HAWKINS, D. M. **Topics in applied multivariate analysis**. Cambridge, US: Cambridge University Press, 1982. p 269–302.
33. HÉRARD, F.; CIAMPITTI, M.; MASPERO, M.; KREHAN, H.; BENKER, U. *Anoplophora* species in Europe: infestations and management processes. **EPPO Bulletin**, v. 36, p. 470-474, 2006.
34. HORAN, R. D.; PERRINGS, C.; LUPI, F.; BULTE, E. H. Biological Pollution Prevention Strategies under Ignorance: The Case of Invasive Species. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 84, n. 5, p. 1303-1310, 2002.
35. PERRINGS, C. Mitigation and Adaption Strategies for the Control of Biological Invasions. **Ecological Economics**, v. 52, n. 3, p. 315-325, 2005.
36. HURLEY, B. P.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J. A. A comparison of control results for the alien invasive woodwasp, *Sirex noctilio*, in the southern hemisphere. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 9, p. 159–171, 2007.
37. INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONVENTION (IPPC). **International Standards for Phytosanitary Measures: Guidelines for Regulating Wood Packaging Material in International Trade**. Publ. No. 15. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 2002.
38. KASS, G. V. An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data. **Journal of Applied Statistics**, v. 29, n. 2, p. 119–127, 1980.
39. KASS, G. V. Significance testing in automatic interation detection. **Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)**, v. 24, n. 2, p. 119-127, 1975.
40. KIRKENDALL, L. R.; FACCOLI, M. Bark beetles and pinhole borers (Curculionidae, Scolytinae, Platypodinae) alien to Europe. **ZooKeys**, v. 56, p. 227-251, 2010.

41. KWON, T. S.; SHIN, J. H.; LIM, J-H.; KIM, Y. K.; LEE, E. J. Management of pine wilt disease in Korea through preventative silvicultural control. **Forest Ecology and Management**, v. 261, p. 62–569, 2011.
42. MCCULLOUGH, D. G.; WORK, T. T.; CAVEY, J. F.; LIEBHOLD, A. M.; MARSHALL, D. Interceptions of nonindigenous plant pests at US ports of entry and border crossings over a 17-year period. **Biological Invasions**, v. 8, p. 611–630, 2006.
43. MORGAN, J. A.; SONQUIST, J. N. Problems in the analysis of survey data: and a proposal. **American Statistical Association Journal**, v. 58, p. 415-434, 1963a.
44. MORGAN, J. A.; SONQUIST, J. N. Some results from a non-symmetrical branching process that looks for interaction effects. In: Social Statistics Section, American, Statistical Association. **Proceedings...** Amsterdam: ASA, 1963b. p 40-53.
45. MOTA, M.; VIEIRA, P. **Pine Wilt Disease: A Worldwide Threat to Forest Ecosystems**. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2008. 405 p.
46. MOTA, M. M.; BRAASCH, H.; BRAVO, M. A.; PENAS, A. C.; BURGERMEISTER, W.; METGE, K.; SOUSA, E. First record of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. **Nematology**, v. 1, p. 727-734, 1999.
47. MOTA, M. M.; FUTAI, K.; VIEIRA, P. Pine wilt disease and the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. In: CIANCIO, A.; MUKERJI, K. G. **Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes**. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2009. p. 253-274.
48. MUMFORD, J. D. Economic issues related to quarantine in international trade. **European Review of Agricultural Economics**, v. 29, p. 329-348, 2002.

49. NATIONAL PLANT BOARD (NPB). **Safeguarding American Plant Resources: A Stakeholder Review of the APHIS-PPQ Safeguarding System**. 1999. 40 p. Disponível em: <http://www.aphis.usda.gov/plant_health/safeguarding/downloads/ReportSummary.pdf> Acesso em: 21 jan. 2013.
50. OLSON, L. J. The economics of terrestrial invasive species: a review of the literature. **Agricultural and Resource Economics Review**, v. 35, p.178-194, 2006.
51. LATORRE, M. L.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; SANTOS, J. R. DOS; SHIMABUKURO, Y. E. Integração de dados de sensoriamento remoto multi resoluções para a representação da cobertura da terra utilizando campos contínuos de vegetação e classificação por árvores de decisão. **Rev. Bras. Geof.**, v. 25, n. 1, p. 63-74, 2007.
52. PARKER, I. M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P. M.; WILLIAMSON, M. H.; VON HOLLE, B.; MOYLE, P. B.; BYERS, J. E.; GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, v. 1, p. 3–19, 1999.
53. PIMENTEL, D.; MCNAIR, S.; JANECKA, J.; WIGHTMAN, J.; SIMMONDS, C.; O'CONNELL, C.; WONG, E.; RUSSELL, L.; ZERN, J.; AQUINO, T.; TSOMONDO, T. Economic and environmental threats of alien plant, animal and microbe invasions. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 84, n. 1, p. 1-20. 2001.
54. PIMENTEL, D.; ZUNIGA, R.; MORRISON, D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. **Ecological Economics**, v. 52, p. 273-288, 2005.
55. POLAND, T. M.; MCCULLOUGH, D. G. Emerald ash borer: Invasion of the urban forest and the threat to North America's ash resource. **Journal of Forestry**, v. 104, p. 118–124, 2006.

56. PREZEPIORSKI, E. L.; ARNS, M. T. S; NIEVOLA, J. C. Análise de crédito bancário por meio de redes neurais e árvores de decisão: uma aplicação simples de data mining. **Revista de Administração**, São Paulo, SP, v. 40, n. 3, p. 225-234, jul./ago./set. 2005.
57. SICILIANO, R.; MOLA, F. Multivariate data analysis through classification and regression trees. **Computational Statistics & Data Analysis**, v. 32, p. 285–301, 2000.
58. SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. 3. ed. São Paulo, SP: MAKRON Books, 1999. 778p.
59. STANAWAY, M. A.; ZALUCKI, M. P.; GILLESPIE, P.S.; RODRIGUEZ, C.M.; MAYNARD, G. V. Pest risk assessment of insects in sea cargo containers. **Australian Journal of Entomology**, v. 40, p. 180-192, 2003.
60. SUKNOVIC, M.; DELIBASIC, B.; JOVANOVIC, M.; VUKICEVIC, M.; BECEJSKI-VUJAKLIJA, D.; OBRADOVIC, Z. Reusable components in decision trees induction algorithms. **Computational Statistics**, v. 27, n. 1, p. 127-148, 2011.
61. UNITED STATES GENERAL ACCOUNTING OFFICE (GAO). **Agricultural inspection: Improvements needed to minimize threat of foreign pests and diseases**. 1997. 33 p. Disponível em: <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GAOREPORTS-RCED-97-102/pdf/GAOREPORTS-RCED-97-102.pdf>> Acesso em: 13 jan. 2013.
62. UNITED STATES OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. **Harmful Non-Indigenous Species in the United States**. Washington, D.C.: US Government Printing Office, 1993. 397 p. Disponível em: <<http://www.princeton.edu/~ota/disk1/1993/9325/9325.PDF>> Acesso em: 13 jan. 2013.

63. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Agriculture quarantine inspection monitoring handbook**. 1998. 216 p. Disponível em: <www.aphis.usda.gov/ppq/manuals/port/pdf_files/AQIM_Handbook.pdf> Acesso em: 10 dez. 2013.
64. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA); ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE (APHIS); UNITED STATES FOREST SERVICE (USFS). **Pest Risk Assessment for Importation of Solid Wood Packing Materials into the United States**. 2000. 251 p. Disponível em: <<http://www.aphis.usda.gov/ppq/praswpm/complete.pdf>> Acesso em 13 set. 2012.
65. WORK, T.; MCCULLOUGH, D. G.; CAVEY, J. F.; KOMSA, R. Arrival rate of nonindigenous insect species into United States through foreign trade. **Biological Invasions**, v. 7, p. 323-332, 2005.

4. Artigo 1

Inspeções com frequência de checagem reduzida: Subsídios para aplicação na fiscalização em embalagens de madeira na importação

Francisco Sadi Santos Pontes

4.1. RESUMO

Inspeções fitossanitárias configuram a maior barreira contra a introdução de pragas através de produtos importados. Contudo, os recursos para essas inspeções são limitados e para lidar com essa problemática alguns países tem adotado sistemas de checagem reduzida. Objetivou-se nesse trabalho fornecer subsídios conceituais e empíricos para a elaboração de um possível sistema de inspeção com checagem reduzida aplicada à inspeção de embalagens de madeira (EBM) no Amazonas. Os principais fatores que influenciavam a decisão dos inspetores na seleção de amostras de contêineres para a inspeção de EMB foram determinados e 61 fornecedores estrangeiros foram cadastrados. Vinte e três deles foram pré-selecionados devido à constância em seus embarques e por não terem registros de incidentes fitossanitários, mesmo quando apresentado EMB. O percentual de acerto na tomada de decisão pela não inspeção ou redução baseada no histórico individual de cada fornecedor foi extremamente satisfatório. Os resultados mostraram ser possível elaborar um sistema de inspeção com frequência de checagem reduzida para EMB tendo como base a análise de uma serie temporal de dados de importação e levando se em consideração fatores como país de origem da carga, tipo de embalagem, presença de madeira, ocorrências fitossanitárias e em especial o fornecedor do produto importado, pré-definindo grupos de menor ou maior risco fitossanitário por meio de um método descritivo para variáveis categóricas.

Palavras Chave: Inspeção fitossanitária; Quarentena; pragas; restrição de capacidade; alocação de recursos.

4.2. ABSTRACT

Phytosanitary inspections constitute the major barrier against introduction of pests via imported products. However, the resources for these inspections are limited and to deal with this problem some countries have introduced systems of reduced checks. This article aimed to provide conceptual and empirical subsidies for the elaboration of a possible inspection system with reduced checks applied to the inspection of wood packaging material (WPM) in Amazon. The Main factors influencing inspectors' decision in the selection of samples for container inspection in WPM were determined and 61 foreign suppliers were registered. Twenty-three of them were pre-selected due the constancy in their shipments and no phytosanitary incident records even when presented WPM. Accuracy of the decision making by not inspecting or to reduce checks based on supplier's individual history database was extremely satisfactory. Results indicate the possible to develop a system of reduced spot checks in containers for WPM focused in a temporal database series analysis of imported shipments taking into account factors such as country of origin, package type, presence of wood, phytosanitary incidents and foreign supplier in particular to determinate higher or lower risk groups by means of a descriptive data analysis method.

Key Words: Phytosanitary inspection; Quarantine; Plant pests; Capacity constraint; Resource allocation

4.3. INTRODUÇÃO

Pragas de plantas representam uma séria ameaça para a produção agrícola e florestal em todo o mundo. Nas últimas décadas a probabilidade de introdução intencional ou acidental de pragas exóticas aumentou drasticamente e o crescimento contínuo do comércio e do turismo internacional são os principais fatores no aumento dessa disseminação de pragas no mundo atualmente (Bright, 1999; Campbell, 2001; Mumford, 2002). Navios e caminhões introduziram espécies não nativas ao redor do mundo por meio dos contêineres que eles frequentemente usam para o transporte de cargas de uma região para outra e Parker et al. (1999), Batabyal (2004) e Work et al. (2005) apontaram que além de transportar mercadorias entre as regiões, os meios de transporte também levaram consigo uma série de espécies de animais e vegetais não nativas (também chamadas de espécies exóticas ou invasoras) de uma região geográfica do mundo para o outra.

Além do risco associado ao trânsito na importação de produtos de origem vegetal, há também uma grande preocupação em relação às embalagens e suportes de madeira que podem hospedar pragas e representam, portanto, uma considerável ameaça à sanidade vegetal (Bright, 1999; Mumford, 2002; Stanaway et al., 2003). Insetos que infestam o tronco de árvores são primariamente mais susceptíveis de serem transportados para novos países quando as árvores são cortadas e transformadas em material de embalagem tais como grades, engradados, paletes e escoras. Historicamente, embalagens de madeira muitas vezes são produzidas a partir de madeira de baixa qualidade, incluindo árvores recém-mortas por ataque de pragas e, além disso, troncos e galhos de árvores são frequentemente colonizados por insetos como besouros e brocas de madeira e muitas dessas espécies são pragas de preocupação quarentenária. (Allen e Humble, 2002).

No caso de embarques marítimos, um relatório conjunto do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), Serviço de Inspeção e Saúde Animal e Vegetal (APHIS), e o Serviço Florestal dos Estados Unidos (USFS) observou que cerca de 51,8% dos carregamentos em contêineres continham madeira maciça com taxas de infestação significativas (USDA, APHIS, e USFS 2000). Como ilustração, inspeções em carretéis de madeira da China revelaram taxas de infecção entre 22% e 24% e inspeções de suportes para blocos de granito importados para o Canadá continham insetos vivos 32% das vezes (USDA, APHIS, e USFS 2000).

Embora os custos econômicos reais de danos causados por espécies invasoras sejam difíceis de ser estimados (Eiswerthe; van Kooten, 2002), os estudos disponíveis mostram que estão na casa de dezenas de bilhões de dólares só nos EUA (Pimentel et al, 2005;. U.S. Office of Technology Assessment, 1993) e bilhões de dólares em muitos outros países (Pimentel et al., 2001). Tendo em vista o alto potencial de causar impactos econômicos, especialmente em países cuja base econômica é a agricultura, os governos e agências de proteção de plantas em todo o mundo investem recursos para evitar possíveis introduções de organismos exóticos.

Estes fatos colocam uma pressão significativa sobre os órgãos responsáveis pela defesa vegetal nos países importadores para fornecer um nível adequado de proteção contra a invasão de organismos exóticos e a inspeção fitossanitária nas mercadorias importadas é atualmente uma das principais ferramentas para a prevenção de possíveis introduções de pragas quarentenárias. No entanto, os recursos disponíveis para a inspeção são geralmente limitados, sejam financeiros ou humanos. Atualmente em muitos países só é possível realizar a inspeção de apenas uma fração do volume total de mercadorias importadas. Nos Estados Unidos, por exemplo, estão disponíveis recursos para a realização de checagem local de menos de 2% de todas as remessas de entrada nas fronteiras, portos marítimos e aéreos (National Research Council of the United States, 2002, 2002) e na Nova Zelândia, apenas cerca de 18% dos mais de 300 mil contêineres importados anualmente podem ser inspecionados (Hayden citado em Everett, 2000; National Research Council of the United States, 2002, 2002).

Esses limitados recursos para inspeção devem ser alocados da melhor maneira possível, no entanto não está claro se as agências de defesa alocam seus esforços e recursos atuais de forma mais eficaz. Nos EUA, por exemplo, são realizadas inspeções em amostras aleatórias de uma população de remessas importadas (USDA, 1998) e a maioria das remessas importadas não são inspecionadas sendo questionável a eficácia da

alocação de recursos pelo APHIS (National Plant Board, 1999; U.S. General Accounting Office, 1997).

Para lidar com o problema da escassez de recursos, alguns países introduziram a redução da frequência de inspeção de determinadas mercadorias. Na União Européia esse modelo foi recentemente implantado e nesse sistema a proporção de lotes importados a ser inspecionada foi reduzida para alguns produtos considerados de baixo risco de introdução de pragas (European Commission, 2002). No entanto, é incerto se essa redução da inspeção proporciona uma melhor alocação dos esforços e recursos de inspeção e também consiga minimizar os riscos e possíveis custos de introdução de pragas quarentenárias na União Européia e a base científica para o sistema de checagem com frequência reduzida não é muito clara.

As decisões das agências de defesa e quarentena vegetal poderiam ser melhoradas através de uma maior utilização de modelos preditivos ou modelos baseados no risco para definirem a melhor forma de alocação dos seus recursos. Modelos preditivos podem ajudar a focar os esforços de inspeção na identificação de mercadorias ou remessas com determinadas características que são mais propensas a trazer pragas quarentenárias. Além disso, também podem indicar qual parte dos recursos deverão ser dedicadas à inspeção de mercadorias diversas, dependendo dos riscos relativos de introdução de pragas quarentenárias através destas mercadorias ou remessas. Até agora, porém, tanto a literatura do manejo de pragas em geral e a literatura sobre economia e sanidade vegetal tem dado pouca atenção no desenvolvimento desses modelos. Os esforços para desenvolver modelos preditivos nas inspeções de importação foram parciais (Caton et al., 2006; Dobbs e Brodel, 2004) e os resultados já existentes não podem ser facilmente generalizados para múltiplas mercadorias sob diferentes situações.

Da mesma forma, os esforços científicos para o desenvolvimento de modelos baseados no risco de alocação de recursos são muito limitados. Alguns autores estudaram teoricamente quais os melhores modelos de inspeção de importação (Batabyal e Beladi, 2006; Batabyal et al., 2005), mas forneceram pouca orientação sobre como os recursos escassos devem ser alocados.

A maioria dos estudos existentes são da área de economia e se concentram na questão da gestão de espécies invasoras, incluindo tanto medidas de controle como de prevenção (Olson, 2006). A falta de aplicações empíricas é em geral uma limitação desta literatura tornando, portanto, difícil ver como as recomendações teóricas podem ser aplicadas de forma prática no dia a dia das inspeções nos portos e fronteiras.

Além disso, estudos anteriores consideram o problema de uma gestão otimizada de espécies invasoras na melhor perspectiva, isto é, quando não há nenhuma restrição de recursos (Horan et al., 2002; Perrings, 2005). No entanto, para condições de recursos limitados, essa perspectiva é uma representação inadequada da realidade (Barrett e Segerson, 1997). Desse modo, uma análise teórica e empírica de modelos de inspeção na importação em condições limitantes e restrição de recursos seria altamente relevante.

No Amazonas, a maior demanda nos portos é a fiscalização de embalagens e suportes de madeira na importação devido à grande atividade do Pólo Industrial localizado nessa região e de muitos dos insumos utilizados na fabricação de produtos manufaturados no pólo industrial de Manaus (PIM) virem acomodados em embalagens e suportes de madeira e 100% das partidas importadas via marítima são submetidas ao parecer da fiscalização de importação realizada pelo MAPA por meio das unidades de vigilância internacional localizadas nos portos desse município. A administração dos portos não libera nenhuma partida sem documentação comprobatória da fiscalização por parte do Serviço de Vigilância Agropecuária Internacional do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Em função do risco de introdução de organismos exóticos na região amazônica, tal procedimento permite um maior controle fitossanitário. Entretanto, o aumento no volume de importações somado as dificuldades operacionais dos recintos alfandegados e a falta de recursos humanos para atender a crescente demanda de serviço tende a impossibilitar o procedimento de verificação *in loco* de 100% das partidas importadas e ao mesmo tempo mantendo um alto percentual de amostragem.

Os procedimentos de amostragem de partidas importadas em contêineres com carga do tipo “Full Container Load” (FCL) se dá de acordo com a percepção de risco dos inspetores. Desse modo eles selecionam preferencialmente as cargas que acreditam ter um risco mais elevado do que outras, sendo o critério “alto risco” definido pelo treinamento e experiência dos inspetores (Bulman, 1992), ou seja, é um critério empírico e que é adquirido ao longo do tempo. Entretanto este é um critério que pode variar de agente para agente, inclusive no caso de eles atuarem em localidades distintas. Desta forma este trabalho tem como objetivo fornecer subsídios conceituais e empíricos para a possível elaboração de um sistema de inspeção com frequência de checagem reduzida aplicada a fiscalização em embalagens de madeira no Amazonas de forma a maximizar a inspeção sob uma situação de limitações de recursos minimizando o risco fitossanitário na liberação de cargas importadas em contêineres.

4.4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Porto Público de Manaus. Inicialmente foram levantados os fatores que norteiam a inspeção em embalagens de madeira realizadas nos portos da região. Com base nos relatos dos inspetores, as informações de maior importância na tomada de decisão para realizar a inspeção de determinadas partidas eram: país de origem e um comparativo entre o peso bruto, o peso líquido e total de volumes dentro do contêiner que era feito durante a análise documental da partida. Essas informações obtidas na documentação da partida foram consideradas pelos agentes como mais relevantes dentro da dinâmica do trabalho de análise documental e inspeções realizadas diariamente por eles nos portos e representam a base analítica mais palpável da experiência adquirida pelos inspetores durante os anos de serviço e influenciam diretamente na tomada de decisão deles quanto à inspeção fitossanitária de embalagens de madeira em contêineres, pois refletem seu conceito de risco associado a cada contêiner desembarcado.

Foi adaptada uma planilha de campo contendo as informações de cada unidade de inspeção. Também se elaborou um cadastro dos fornecedores das mercadorias em razão de que alguns inspetores terem revelado que por meio da experiência já tinham na memória alguns fornecedores que sempre apresenta material de embalagem de madeira dentro do padrão da NIMF 15, enquanto que outro determinado exportador sempre apresenta problemas e outro que não apresenta madeira, mas que dificilmente essa experiência é aproveitada por outros agentes. Com a atualização diária dessas informações foi gerado uma pequena base de dados que representava de forma real as experiências individuais dos inspetores e que poderia ser compartilhada por todos de modo a permitir que uma experiência individual diária de um único indivíduo passe a ser coletiva de forma prática e simples. Dessa forma, de acordo com as experiências individuais dos inspetores, os dados a serem obtidos no período de acumulo de informações para auxiliar na análise documental e fundamentar o processo de tomada de decisão na amostragem das partidas a serem inspecionadas ou liberadas no segundo período foram:

- **Data da inspeção** – Serve como auxílio na verificação da regularidade das observações e ocorrências.

- **Empresa importadora** – Permite identificar a empresa importadora e possibilita revelar ao importador ou empresário as características do material de suporte e embalagens enviados em seus carregamentos;
- **Exportador/fabricante** – Identificar o exportador ou fornecedor da mercadoria.
- **Origem** – País de origem da carga. Permite verificar se o país em questão é signatário da NIMF 15 e auxiliar na tomada de decisão de acordo com o que exige para os países signatários.
- **Observações** – Informação prestada no *Bill of Loading* (BL) quanto à quantidade e características das embalagens que vinham dentro do contêiner. Por exemplo: Cartoons, Packages, Pieces, Bags, Pallets, etc. Neste campo, mesmo não podendo confiar totalmente, foi preferível trabalhar com as informações do Conhecimento de Carga (BL), pois grande parte dos despachantes aduaneiros, por desatenção ou outras razões, fornecem informações errôneas tanto no Requerimento de Fiscalização de Embalagens de Madeira quanto na própria Declaração de Importação (D.I).
- **Ocorrências** – São todas as situações encontradas durante a fiscalização. As informações anotadas neste campo são de extrema importância, pois permitem estabelecer um maior controle e confirmar a veracidade das informações prestadas pelo importador/exportador.

As informações das vistorias alimentaram uma planilha geral a qual era diariamente atualizada. Na escolha daquelas que seriam beneficiadas com a liberação sem passar pela vistoria tomou-se como referência o fornecedor responsável pelo embarque no país de origem da carga e os demais componentes como fatores como auxiliares na tomada de decisão pela inspeção. Estipulou-se que as remessas de fornecedores que não apresentassem uma quantidade expressiva de unidades de inspeção vistoriadas ao longo do ano, não poderiam ser incluídas ainda no programa de redução da frequência de inspeções e a quantidade mínima de partidas inspecionadas nos seis meses de obtenção dos dados não poderia ser inferior a 10 quando não houvesse associação com embalagens de madeira nem inferior a 30 quando associadas a embalagens de madeira. Esse quantitativo foi estipulado com base na experiência dos

agentes e a informação de que algumas empresas têm frequências de importação muito baixas, por vezes não chegando a dez partidas importadas no ano. Logicamente que do ponto de vista estatístico, quanto maior o número de observações maior a segurança na tomada de decisão.

Também foi predefinido que remessas nas quais fossem registradas ocorrências fitossanitárias seriam inelegíveis para participar do programa de redução. Já para as empresas com histórico quantitativo acima de 30 inspeções distribuídas ao longo do semestre (regularidade temporal) trazendo embalagens de madeira tratados na origem (IPPC) e sem qualquer registro de ocorrências fitossanitárias poderiam ter suas partidas submetidas à frequência de inspeção reduzida.

Foi mantido o percentual de amostragem padrão adotado nos portos que é de 30% dos contêineres de uma partida/remessa podendo posteriormente com base no modelo reduzir-se esse percentual. Na prática, partidas inspecionadas com um único contêiner, ou seja, uma única unidade de inspeção têm 100% de amostragem, partidas com dois contêineres tem 50% de amostragem e assim por diante.

Durante o período de 06 meses (jan-jun de 2010) foram inspecionadas 100% das partidas que chegaram ao Porto de Manaus. Os dados de cada fornecedor foram analisados de forma descritiva por meio de ferramenta simples em planilha eletrônica e submetidos aos inspetores que, para efeito de avaliação do modelo, poderiam optar antecipadamente pela decisão de manter a inspeção na frequência normal, aumentar o percentual de amostragem da inspeção, liberá-la da inspeção ou reduzir a frequência de inspeção. Para visualizar os dados e analisar-se mais facilmente fez-se um filtro automático de dados oferecido como padrão pelo programa Microsoft Excel de modo a permitir que o inspetor pudesse fazer uma avaliação qualitativa dos resultados das inspeções de uma forma rápida e prática assim como faria mentalmente em seu dia a dia. Essa análise da distribuição de frequência dos resultados foi utilizada como base para selecionar quais remessas ou partidas que poderiam ter sua frequência de checagem reduzida, aumentada ou mesmo liberada da inspeção física.

Após análise dos dados acumulados de cada fornecedor cadastrado no primeiro semestre de 2010, definiu-se os fornecedores estrangeiros (exportadores) cujas remessas poderiam ter sua frequência de inspeção reduzida ou liberada da inspeção física. Todas as partidas desses fornecedores que foram previamente selecionadas como sendo de baixo risco e aptas serem liberadas da inspeção foram vistoriadas para confirmar a eficácia do método de seleção documental com base nas frequências observadas no

semestre anterior. Foi considerado como sucesso o acerto na tomada de decisão pela possível liberação ou redução da inspeção desde que esses escolhidos mantivessem a mesma tendência de não apresentar ocorrências fitossanitárias ao longo do restante do ano. Além disso, também foi mantida a observação do comportamento das remessas desses mesmos fornecedores nos anos subsequentes, 2011 e 2012.

4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De janeiro a junho de 2010 o serviço de vigilância agropecuária registrou 1432 processos para inspeção de embalagens de madeira com uma média de 1,78 contêineres por processo. Todas essas 1432 partidas foram inspecionadas seguindo o critério de amostragem estabelecido de se inspecionar 100% das partidas importadas e no mínimo 30% dos lotes/contêineres de cada partida. O porto por sua vez registrou um total de 2548 contêineres nesse período, dos quais 1490 foram inspecionados pela autoridade fiscal do MAPA, o que equivaleu a um total de 58,48% do total de contêineres no porto nesse período. Foram registradas 159 ocorrências fitossanitárias (presença de insetos, fungos, casca, madeira sem marca de tratamento) e constatou-se que 51,7% das cargas verificadas nesse período apresentaram algum tipo de embalagem, suporte ou escoras de madeira sólida e 48,3% compostas de outros materiais como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Material verificado no semestre 2010.1

Material	%
Madeira	51,7%
Outros materiais	48,3
Total	100%

As 100 (cem) primeiras inspeções mostram que associar a decisão quanto à inspeção ou liberação de determinada carga levando em consideração a relação peso por volume não era muito eficiente e esse critério foi logo descartado. Destas cem primeiras, cerca de 30% das selecionadas para a inspeção e que a princípio teriam sido liberadas em razão do baixo peso averiguado na análise documental apresentaram algum tipo de embalagem de madeira, escoras de madeira ou madeira de derrapagem. Além disso, 5% das cargas que teriam sido obrigatoriamente inspecionadas por ter uma alta relação peso por volume continham material de suporte de metal.

Ao todo, no primeiro semestre de 2010 foram cadastrados 61 fornecedores dos quais 23 atingiram a quantidade mínima estipulada para serem inseridos no programa de redução da frequência de inspeção e seu comportamento foi acompanhado nos anos seguintes. Do mesmo modo, 17 fornecedores estrangeiros para os quais foram registradas ocorrências fitossanitárias nesse mesmo período automaticamente foram proibidos de participar do programa de frequência de checagem reduzida, bem como os demais que não alcançaram a quantidade mínima de partidas inspecionadas e foram alocados para inspeção até atingir os parâmetros para serem avaliados e verificar a possibilidade de serem ou não incluídos posteriormente.

No segundo semestre o serviço de vigilância agropecuária recebeu 3528 processos para inspeção de embalagens de madeira com uma média de 1,91 contêineres por processo. Mais uma vez todas as 3528 partidas foram inspecionadas. O porto registrou um total de 6732 contêineres nesse período, dos quais 4051 foram inspecionados, o equivalente a 60,17% do total de contêineres no porto e foram registradas 202 ocorrências fitossanitárias (Tabela 2).

Tabela 2. Total de partidas, contêineres e ocorrências registradas em 2010

Período	Partidas	Contêineres no pátio	Contêineres inspecionados	% de Contêineres inspecionados
2010.1	1432	2548	1490	58,48%
2010.2	3528	6732	4051	60,17%
Total	4960	9280	5541	59,71%
Média de container /partida		1,87		

O aumento na quantidade de contêineres ocorre sazonalmente no segundo semestre em razão do maior volume de importações típico dessa época do ano devido ao pico das atividades produtivas no Pólo Industrial de Manaus. Constatou-se que 52,3% das cargas verificadas nesse período apresentaram algum tipo de embalagem, suporte ou escoras de madeira sólida e 47,7% compostas de outros materiais (Tabela 3).

Tabela 3. % de material encontrado no segundo semestre de 2010

Material	%
Madeira	52,30
Outros materiais	47,70
Total	100

Na tabela 4 pode ser observado o percentual de madeira e ocorrências fitossanitárias registradas no primeiro semestre para cada um dos 23 fornecedores escolhidos para ter sua frequência de inspeção reduzida e também os percentuais observados no segundo semestre para as partidas que teriam sido liberadas da inspeção por meio da seleção documental realizada com base nos dados do semestre anterior. Nenhuma das partidas inspecionadas desses 23 fornecedores listados apresentou ocorrências fitossanitárias no segundo semestre. Utilizando-se do modelo de redução da frequência de inspeção fundamentando-se numa análise descritiva dos registros históricos individuais de cada fornecedor verificou-se que 67,35% das partidas inspecionadas no segundo semestre poderiam ter sido liberadas da inspeção e apenas 32,65% teriam passado pela vistoria física. Todas as escolhas de liberação de partidas, mesmo nos casos em que havia madeira, foram acertadas uma vez que não se registrou nenhuma ocorrência fitossanitária para elas. Já a divisão de materiais dentre os que seriam liberados por meio do programa de redução esta exposta na tabela 5.

Tabela 4. Percentual de madeira e ocorrências detectado nos 23 selecionados para terem frequência de inspeção reduzida

Fornecedor	2010.1		Decisão que seria tomada	2010.2		% Acerto na Decisão
	% de MD	% Oc.		% de MD	% Oc	
E02	100	0	Redução	100	0	100
E03	100	0	Redução	100	0	100
E05	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E06	100	0	Redução	100	0	100
E11	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E14	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E17	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E19	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E22	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E23	10	0	Redução	5,45	0	100
E25	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E28	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E32	11,11	0	Redução	7,73	0	100
E40	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E45	3,12	0	Redução	2,48	0	100
E48	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E49	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E50	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E51	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E52	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100

E53	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E56	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100
E57	0	0	Liberar da Inspeção	0	0	100

MD = Madeira; OC = Ocorrência

Tabela 5. Materiais encontrados nos contêineres dos 23 fornecedores que seriam liberados da inspeção.

Material	%	Ocorrências Fitossanitárias
Madeira	35,43	0
Outros Materiais	64,57	0
Total	100	0

O resultado do acompanhamento destes mesmos fornecedores nos anos de 2011 e 2012 pode ser visto na tabela 6. Com base nos resultados das inspeções do ano de 2011, dos 23 selecionados no ano anterior (2010) apenas 17 foram registrados e não apresentaram ocorrências fitossanitárias ao longo desse período. Dezesesseis deles mantiveram a regularidade no envio de suas cargas e apenas um (E48) alterou seu comportamento e passou a ter registros de madeira em suas remessas, passando de 0% para 48% de incidência de madeira, mas sem apresentar registros de ocorrências fitossanitárias.

Em 2012, doze deles permaneceram em atividade nesse porto. Desses doze, dez mantiveram constância no envio de remessas e sem apresentar nenhuma ocorrência fitossanitária. A exceção foram os fornecedores E05 que em 2010 e 2011 teve 0% de madeira e passou para 82% em 2012; e E32 que em 2010/2011 apresentava percentuais de madeira sólida abaixo de 15% e sem registros de ocorrência fitossanitária e em 2012 passou para 39% de madeira, mais que o dobro dos anos anteriores e com um alto percentual de ocorrências fitossanitárias associadas a essas embalagens. O fornecedor E48 que tinha alterado seu comportamento em 2011 tornou a apresentar o mesmo comportamento de 2010, sem apresentar madeira nem ocorrências fitossanitárias em 2012 (Tabela 6.).

Tabela 6. Comparativo anual dos fornecedores selecionados para serem submetidos a um sistema de inspeções com frequência de checagem reduzida.

Fornecedor	2010		2011		2012	
	% de MD	% Oc	% MD	%Oc	% MD	%Oc
E02	100	0	100	0	100	0
E03	100	0	100	0	100	0
E05	0	0	0	0	82	0
E06	100	0	-	-	-	-
E11	0	0	0	0	-	-

E14	0	0	0	0	0	0
E17	0	0	0	0	0	0
E19	0	0	-	-	-	-
E22	0	0	-	-	-	-
E23	11,87	0	-	-	-	-
E25	0	0	-	-	-	-
E28	0	0	0	0	0	0
E32	13,14	0	14	0	39	15,5
E40	0	0	-	-	-	-
E45	3,19	0	2,78	0	2,86	0
E48	0	0	40,32	0	0	0
E49	0	0	0	0	0	0
E50	0	0	0	0	-	-
E51	0	0	0	0	-	-
E52	0	0	0	0	0	0
E53	0	0	0	0	0	0
E56	0	0	0	0	-	-
E57	0	0	0	0	-	-

O armazenamento dos resultados das inspeções e a forma descritiva de seleção documental de partidas para serem inspecionadas ou liberadas da inspeção com base nesses registros apresentaram resultados positivos conforme o objetivo proposto de ser uma alternativa de apoio na tomada de decisão dos inspetores e pode abrir espaço para a possibilidade da adoção de um programa de redução na frequência de inspeções em partidas importadas que representem um baixo risco na introdução de pragas em nosso país.

Entretanto, para adotar uma iniciativa deste tipo, se faz necessário debater com todos os integrantes da defesa agropecuária e demais representantes dos setores pertinentes no sentido de ajustar os parâmetros para adoção da checagem reduzida ou concessão de liberação da inspeção como, por exemplo, quantidade mínima de partidas inspecionadas no ano que seriam necessárias no caso de empresas de grande e pequeno volume de importação no ano, se a presença de madeira mesmo em um percentual mínimo e sem registro de ocorrências fitossanitárias poderia ser aceita para permitir reduzir-se a frequência de inspeção. Também seria importante definir-se o período de tempo máximo da concessão do benefício, o que permitiria planejar antecipadamente auditorias para confirmar a manutenção do status fitossanitário de uma determinada empresa.

Mesmo com o resultado positivo, cabe lembrar que nesse estudo levaram-se em consideração os componentes de decisão mais utilizados pelo grupo de agentes que atuava nessa localidade específica. Outros parâmetros podem influenciar o processo

decisório de outros agentes em outras situações podem ter outro tipo de experiência conforme sua realidade e utilizar outros elementos auxiliares em sua tomada de decisão.

Com relação ao comportamento dos fornecedores, verificou-se que o monitoramento anual é necessário para garantir que qualquer alteração no comportamento dos seus envios será percebida, servindo assim de base comparativa para auxílio no processo decisório quanto a inspeções futuras. O grande ponto positivo desse estudo foi em relação à receptividade positiva por parte dos representantes de empresas importadoras e seus gerentes de importação que solicitaram os dados relativos aos seus fornecedores que apresentaram problemas fitossanitários para que pudessem entrar em contato com eles para terem maior atenção à questão fitossanitária relativa a embalagens de madeira e até mesmo tentar substituí-las por embalagens e suportes alternativos para que pudessem assim reduzir seus custos uma vez que quanto maior a incidência de ocorrências fitossanitárias maiores as amostragens feitas dentro de cada partida podendo chegar a 100% dos contêineres de uma partida. No caso de processos de importação onde uma partida tenha mais de 10 contêineres isso já representa um aumento significativo nos custos de importação uma vez que o importador tem arcar com todas as despesas relativas à inspeção, desde a movimentação do contêiner para a área de inspeção até o tratamento fitossanitário caso seja necessário e isso por sua vez implica diretamente nos custos do produto ao consumidor final.

Também é necessário dizer que apesar de inicialmente o uso de uma simples planilha eletrônica poder ser utilizada para realizar esse trabalho, à medida que a base de dados aumenta torna-se mais difícil realizá-lo dessa maneira como foi feita. Dessa forma é crucial que depois de definidos os parâmetros norteadores do processo de tomada de decisão, o processo de cadastro e formação de um banco de dados e as análises sejam realizados por meio de ferramentas estatísticas ou softwares mais robustos. Isso permitiria que fosse montado um banco de dados amplo e de uso em maior escala, unificando-se as informações de vários portos, permitindo um controle mais eficiente e em maior escala.

4.6. CONCLUSÃO

Os resultados mostraram ser possível elaborar um sistema de inspeção com frequência de checagem reduzida para embalagens de madeira tendo como base a análise de uma serie temporal de dados de importação, levando se em consideração

fatores como país de origem da carga, tipo de embalagem, presença de madeira, ocorrências fitossanitárias e em especial o fornecedor do produto importado.

4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, E.A, Humble, L.M., 2002. Non indigenous species introductions: a threat to Canada's forests and forest economy. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 24, 103-110.

Barrett, J., Segerson, K., 1997. Prevention and treatment in environmental policy design. *J. Environ. Econ. Manage.* 33, 196-213.

Batabyal, A.A., 2004. A research agenda for the study of the regulation of invasive species introduced unintentionally via maritime trade. *Journal of Economic Research* 9, 191-216.

Batabyal, A.A., Beladi, H., 2006. International trade and biological invasions: a queuing theoretic analysis of prevention problem. *Eur. J. Oper. Res.* 170, 758-770.

Batabyal, A.A., Beladi, H., Koo, W.W., 2005. Maritime trade, biological invasions, and the properties of alternate inspection regimes. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.* 19, 184-190.

Bright, C., 1999. Invasive species: pathogens of globalization. *Foreign Policy* 116, 51-64.

Bulman, L.S., 1992. Forestry quarantine risk of cargo imported into New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 22, 32-38.

Campbell, F.T., 2001. The science of risk assessment for phytosanitary regulation and the impact of changing trade regulations. *Bioscience* 51, 148-153.

Caton, B.P., Dobbs, T.T., Brodel, C.F., 2006. Arrivals of hitch hiking insect pests on international cargo aircraft at Miami International Airport. *Biol. Invasions* 8, 765-785.

Dobbs, T.T., Brodel, C.F., 2004. Cargo aircraft as a pathway for the entry of non indigenous pests into South Florida. *Fla Entomol.* 87, 65-78.

Eiswerth, M.E., van Kooten, C.G., 2002. Uncertainty, economics and the spread of an invasive plant species. *Am. J. Agric. Econ.* 84, 1317-1322.

European Commission, 2002. Council Directive 2002/89/EC of 28 November 2002 amending Directive 2000/29/EC on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community. *Off. J. Eur. Union* L355, 45-60.

Everett, R.A., 2000. Patterns and pathways of biological invasions. *Trends Ecol. Evol.* 15, 177-178.

Horan, R.D., Perrings, C., Lupi, F., Bulte, E.H., 2002. Biological pollution prevention strategies under ignorance: the case of invasive species. *Am. J. Agric. Econ.* 84, 1303-1310.

Mumford, J.D., 2002. Economic issues related to quarantine in international trade. *Eur. Rev. Agric. Econ.* 29, 329-348.

National Plant Board, 1999. Safe guarding American plant resources: a stake holder review of the APHIS-PPQ safe guarding system. Disponível em: <http://nationalplantboard.org/policy/safeguard.html>. Acesso em 07/06/2013

National Research Council of the United States, 2002. Predicting invasions of non indigenous plants and plant pests. National Academy Press, Washington, DC. Open Book Disponível em http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10259. (Acesso em Abril de 2013).

Olson, L.J., 2006. The economics of terrestrial invasive species: a review of the literature. *Agric. Res. Econ. Rev.* 35, 178-194.

Parker, I.M., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Goodell, K., Wonham, M., Kareiva, P.M., Williamson, M.H., Von Holle, B., Moyle, P.B., Byers, J.E., Goldwasser, L., 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions* 1, 3-19.

Perrings, C., 2005. Mitigation and adaptation strategies for the control of biological invasions. *Ecol. Econ.* 52, 315-325.

Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russell, L., Zern, J., Aquino, T., Tsomondo, T., 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal and microbe invasions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 84, 1-20.

Pimentel, D., Zuniga, R., Morrison, D., 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecol. Econ.* 52, 273-288.

Stanaway, M.A., Zalucki, M.P., Gillespie, P.S., Rodriguez, C.M., Maynard, G.V., 2003. Pest risk assessment of insects in sea cargo containers *Aust. J. Entomol.* 40, 180-192.

U.S. General Accounting Office, 1997. Agricultural inspection: improvements needed to minimize threat of foreign pests and diseases. Disponível em: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GAOREPORTS-RCED-97-102/pdf/GAOREPORTS-RCED-97-102.pdf> (Acessado em Janeiro de 2013).

U.S. Office of Technology Assessment, 1993. Harmful Non-Indigenous Species in the United States. US Government Printing Office, Washington, D.C. Disponível em: <http://www.princeton.edu/~ota/disk1/1993/9325/9325.PDF> (Acessado em Janeiro de 2013).

USDA, 1998. Agriculture quarantine inspection monitoring handbook. Available at www.aphis.usda.gov/ppq/manuals/port/pdf_files/AQIM_Handbook.pdf

USDA, APHIS, USFS. 2000. Pest Risk Assessment for Importation of Solid Wood Packing Materials into the United States. Disponível em: <http://www.aphis.usda.gov/ppq/praswpm/complete.pdf>. (Acessado em Setembro de 2012).

Work, T., McCullough, D.G., Cavey, J.F., Komsa, R., 2005. Arrival rate of nonindigenous insect species into United States through foreign trade. *Biol. Invasions* 7, 323-332.

5. Artigo 2.

Mineração de dados e Árvores de Decisão como ferramenta de apoio aplicada na tomada de decisão para inspeções de embalagens de madeira na importação

Francisco Sadi Santos Pontes

5.1. RESUMO

Nos últimos três anos os inspetores do Serviço de Vigilância Agropecuária Internacional do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento tem acumulado registros históricos de inspeções e utilizado essas informações no auxílio na tomada de decisão quanto às inspeções de novas partidas importadas para verificação das condições fitossanitárias das embalagens de madeira. Entretanto, com o aumento do número de informações torna-se cada vez mais difícil analisar visualmente o conjunto de dados por meio de ferramentas descritivas mais simples, sendo necessário procurar novos recursos que permitam uma análise mais robusta e consistente desses dados. Esse artigo teve o objetivo de verificar a aplicabilidade da técnica de mineração de dados por meio de árvores de decisão como ferramenta de apoio no processo de tomada de decisão nas inspeções de importação realizadas em contêineres para verificação do status fitossanitário das embalagens de madeira. A técnica foi aplicada nos registros das inspeções fitossanitárias de contêineres importados e desembarcados nos portos Chibatão e Porto Público de Manaus. As árvores de decisão foram geradas por meio do algoritmo *Chi-square Automatic Iteration Detection* e sua aplicabilidade prática testada em um conjunto de 200 partidas. O resultado foi promissor atingindo um percentual de sucesso de 100% uma vez que não foram verificadas ocorrências fitossanitárias nas partidas inspecionadas com base na seleção orientada pelo modelo estatístico. O resultado mostrou ser possível o uso da mineração de dados e árvores de decisão como ferramenta de apoio na tomada de decisão para realização das inspeções fitossanitárias.

Palavras chave: CHAID, Data mining, importação, comércio internacional.

5.2. ABSTRACT

Over the past three years the International Service of Agricultural Surveillance from Amazon state has accumulated historical records of previous inspections and used this information as an aid in decision making regarding inspections of new imported shipments to verify wood packaging materials (WPM) phytosanitary conditions. However, with the increasing number of information becomes harder to visually analyze the data set by means of simple descriptive tools making necessary to search for new resources that allow a more robust and consistent data analysis. This article aimed to verify the applicability of data mining techniques using decision trees as a support tool in the decision-making process to verify the phytosanitary status of WPM carried in containers. The technique was applied to the data records of phytosanitary inspections of imported containers landed in Chibatão and Manaus Public Port. Decision trees were generated by the algorithm Chi-square Automatic Detection Iteration and its practical applicability was tested on a set of 200 imported consignments with a positive response and 100% success rate on decision-making since no phytosanitary occurrences was verified. The result proved to be possible to use data mining and decision trees as a support tool in the decision-making to implementation of phytosanitary inspections.

Keywords: CHAID, import, international trade.

5.3. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas navios e caminhões introduziram espécies não nativas ao redor do mundo por meio dos contêineres que eles frequentemente usam para o transporte de cargas de uma região para e além do risco associado a produtos agrícolas e florestais, há uma grande preocupação em relação às embalagens e suportes de madeira que podem hospedar pragas e representam, portanto, uma considerável ameaça à sanidade vegetal (Parker et al., 1999; Batabyal, 2004; Work et al., 2005; Bright, 1999; Mumford, 2002 e Stanaway et al., 2003). Estes fatos colocam uma pressão significativa sobre os órgãos responsáveis pela defesa vegetal nos países importadores para fornecer um nível adequado de proteção contra a invasão de organismos exóticos e a inspeção fitossanitária nas mercadorias importadas é atualmente uma das principais ferramentas para a prevenção de possíveis introduções de pragas quarentenárias.

No caso de embarques marítimos, um relatório conjunto do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), Serviço de Inspeção e Saúde Animal e Vegetal (APHIS), e o Serviço Florestal dos Estados Unidos (USFS) observou que cerca de 51,8% dos carregamentos em contêineres continham madeira maciça com taxas de infestação significativas (USDA, APHIS e USFS, 2000). Inspeções em carretéis de madeira da China revelaram taxas de infestação entre 22% e 24% e inspeções de suportes para blocos de granito importados para o Canadá continham insetos vivos 32% das vezes (USDA, APHIS e USFS, 2000).

Atualmente em muitos países só é possível realizar a inspeção de apenas uma fração do volume total de mercadorias importadas. Nos Estados Unidos, por exemplo, estão disponíveis recursos para a realização de checagem local de menos de 2% de todas as remessas de entrada nas fronteiras, portos marítimos e aéreos (NRC, 2002) e na Nova Zelândia, apenas cerca de 18% dos mais de 300 mil contêineres importados anualmente pode ser inspecionado (Hayden citado em Everett, 2000; **NRC, 2002**).

O procedimento de amostragem de partidas importadas em contêineres a serem inspecionadas se dá de acordo com a percepção individual de risco por parte dos inspetores dos serviços de quarentena vegetal. Desse modo eles selecionam preferencialmente as cargas que acreditam ter um risco mais elevado do que outras, sendo o critério “alto risco” definido pelo treinamento e experiência dos inspetores

(Bulman, 1992), ou seja, é um critério empírico e que é adquirido ao longo do tempo. Entretanto este é um critério que pode variar de agente para agente, inclusive no caso de eles atuarem em localidades distintas. Nos EUA são realizadas inspeções em amostras aleatórias de uma população de remessas importadas (USDA, 1998) e a maioria das remessas importadas não são inspecionadas sendo questionável a eficácia do procedimento do APHIS (National Plant Board, 1999; U.S. General Accounting Office, 1997).

No Amazonas é intenso o monitoramento de embalagens e suportes de madeira na importação devido à grande atividade do Pólo Industrial localizado nessa região e de muitos dos insumos importados e utilizados na fabricação de produtos manufaturados virem acomodados em embalagens e suportes de madeira. Todas as partidas importadas via marítima são submetidas ao parecer da fiscalização de importação realizada pelos inspetores do Serviço de Vigilância Agropecuária Internacional do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Nos últimos três anos os resultados das inspeções relativas a inspeções de contêineres para verificar o status fitossanitário de embalagens e suportes de madeira tem sido registrados e o número de observações ultrapassa mais de 30.000 registros. Esses dados têm sido utilizados como auxílio na tomada de decisão quanto às inspeções de novas partidas importadas. Entretanto, o aumento do número de informações tende a dificultar uma análise comparativa mais simples para correlacionar esses dados.

Nesse contexto a mineração de dados ou data mining, definida como um conjunto de técnicas aplicadas a um conjunto de dados observacionais para encontrar possíveis relacionamentos e resumi-los de modo compreensível e útil para o usuário (Hand et al 2001) é uma alternativa eficaz na extração de informações por meio da detecção de relações ocultas, padrões e até mesmo regras para prever ou correlacionar dados e poderia auxiliar na análise das informações desses registros obtidos pelos inspetores do serviço de vigilância em suas fiscalizações.

Em se tratando da mineração de dados na inspeção fitossanitária em importações nota-se uma carência de resultados mencionados na literatura. Bremmer et al., (2012) relatam ser possível desenvolver um modelo de árvore de decisão na análise de riscos de introdução de organismos exóticos no comércio internacional, entretanto mencionam a necessidade de pesquisas adicionais devido à falta de evidência empíricas e o limitado número de estudos. Tal fato indica uma dificuldade na organização e obtenção de um banco de dados confiável no sentido de proporcionar registros atualizados de inspeções

que contemplem todas as variáveis relacionadas à introdução de pragas e associadas a determinados produtos.

Especificamente a atribuição de um banco de dados confiável, em termos de inspeção em embalagens de madeira, a decisão de inspecionar uma determinada carga parece estar diretamente associada a fatores como origem da carga, tipo de embalagem e o produto transportado, dentre outros (Bulman 1992; Bulman 1993). Em concordância com os objetivos principais destes estudos, uma alternativa aplicável se encontra no uso de técnicas estatísticas capazes de explorar ao máximo os conjuntos de dados e, ao mesmo tempo, garantir a melhor descrição do fenômeno.

Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o objetivo testar a utilização da técnica de data mining no banco de dados das inspeções realizadas nos portos de Manaus com o propósito de verificar a possibilidade do uso de árvores de decisão ou classificação na identificação de grupos de risco fitossanitário, servindo como ferramenta auxiliar no processo de tomada de decisão nas inspeções de contêineres importados na fiscalização para verificação do status fitossanitário das embalagens de madeira.

5.4. MATERIAL E METODOS

Os dados utilizados neste trabalho são do banco de informações originados dos últimos três anos de inspeções (2010, 2011 e 2012) para fiscalização de embalagens de madeira (EBM) realizadas pelo órgão de defesa vegetal em contêineres importados e desembarcados em dois dos três terminais portuários de Manaus sendo eles o Porto Chibatão e Porto Público de Manaus. As anotações dessas inspeções repassadas para planilha eletrônica somaram uma quantidade de mais de 23.000 dados disponíveis para análise e todas as variáveis identificadas são categóricas. Nesse caso a classe de preditores é do tipo livre, nos quais suas categorias são puramente nominais implicando que quaisquer categorias podem ser agrupadas. Devido a essa característica aplicou-se o algoritmo *Chi-square Automatic Iteration Detection* ou CHAID (Kass 1980) para elaboração de árvores de decisão, utilizando-se o programa SPSS.

As informações disponíveis nas planilhas consistiam basicamente de dados referentes às partidas inspecionadas. Constava nessas planilhas os seguintes campos de relevância geral:

- **Data**– Registro do dia em que se realizou a fiscalização;

- **Empresa** – Identificar a empresa importadora;
- **Origem** – País de origem da carga;
- **Observações** – Informações prestadas no *Bill of Loading* (BL) quanto à quantidade e características das embalagens que venham dentro do contêiner. Por exemplo: Cartoons, Packages, Pieces, Bags, Pallets, etc;
- **Resultado da Inspeção** – Campo reservado para anotação de todas as situações encontradas durante a fiscalização;
- **Medida de Controle** – Determina qual tipo de medida deve ser aplicada no caso de se verificar o descumprimento dos requisitos constantes na NIMF 15 ou algum outro tipo de ocorrência fitossanitária conforme previsto na legislação de defesa sanitária vegetal.
- **Exportador** – Identificar o exportador ou fornecedor da mercadoria.

Seguindo as etapas propostas por Fayyad, Piatetsky e Smyth (1996), as variáveis disponíveis necessitaram passar por um pré-processamento no qual se fez um processo de limpeza, eliminando ruídos e registros duplicados, bem como a correção de erros de digitação. Para reduzir o espaço dimensional de forma a manter representação eficiente dos dados, algumas categorias foram agrupadas conforme descrito abaixo:

- a) Tipo de Embalagem – uma das variáveis de classificação utilizada nos estudos de Bulman (1993) e (1998); foi extraída do campo referente às observações e é basicamente o tipo de embalagem declarada pelo fornecedor no documento conhecido como Bill of Loading (BL):
 - Bags, Bales, Boxes, Bundles, Cartons, Cases, Coils, Crates, Diversos, Drums, Packages, Paletes, Pieces, Rolls e Skids
- b) Material – Extraída do campo referente aos resultados das inspeções e nos define o tipo de material do qual foram fabricadas as embalagens citadas no item B. Esta informação é particularmente muito útil, pois nos revela a presença ou ausência de madeira nos carregamentos.
- c) Ocorrências Fitossanitárias – Devido à relação direta do campo referente às medidas de controle com qualquer tipo de incidente fitossanitário essa

variável que também é de grande importância foi facilmente extraída, tendo sido adotado duas categorias (Sim/Não) para indicar sua ocorrência.

Neste estudo foram analisadas partidas vindas das mais diversas regiões do mundo conforme mostrado abaixo:

- **África** - África do Sul, Egito e Marrocos;
- **América Central** - Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Panamá, Porto Rico, Rep. Dominicana, Trindade Tobago;
- **América do Norte** - Canadá, Estados Unidos, México;
- **América Do Sul** - Argentina, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Uruguai, Venezuela;
- **Ásia Central** - Índia e Paquistão;
- **Ásia Oriental** - China (China, Formosa/Taiwan, Hong Kong), Bangladesh, Coréia, Japão;
- **Norte Da Ásia** – Rússia;
- **Oriente Médio** - Barém, Catar, Emirados Árabes, Israel, Turquia;
- **Sudeste Asiático** - Filipinas, Indonésia, Malásia, Cingapura, Tailândia, Vietnam;
- **Europa** - Bulgária, Bélgica, Áustria, Alemanha, Chipre, Espanha, Finlândia, França, Geórgia, Grécia, Holanda, Hungria, Inglaterra, Irlanda, Itália, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rep. Tcheca, Suécia e Suíça.

Foi escolhida como variável dependente a classe ocorrência fitossanitária e as demais variáveis foram utilizadas como preditores. Depois de escolher o modelo que oferecesse o melhor ajustamento ao conjunto de dados, a árvore foi testada na prática para identificar os grupos que poderiam vir a ser liberados da inspeção por não apresentarem, em tese, riscos de serem verificadas ocorrências fitossanitárias em seus desembarques. Uma aplicação prática do modelo foi testada para os agrupamentos que se enquadrassem dentro dessa característica (zero de ocorrência fitossanitária) e um total de 200 partidas foram inspecionadas para verificar a aplicabilidade das árvores de decisão/classificação nas inspeções de embalagens de madeira em contêineres importados.

5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o pré-processamento das informações o banco de dados a ser processado tinha um total de 20279 informações. Ao todo foram cadastradas 808 empresas importadoras das quais somente 38 apresentaram uma quantidade mínima de 100 observações (ou importações). Também foram cadastrados 2788 fornecedores estrangeiros, dos quais apenas 21 apresentaram informações acima de 100 observações. O percentual de madeira total registrado foi de 51,8%, mesmo valor encontrado nos embarques marítimos dos Estados Unidos, conforme o relatório conjunto do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), Serviço de Inspeção e Saúde Animal e Vegetal (APHIS), e o Serviço Florestal dos Estados Unidos (USFS) (USDA, APHIS e USFS, 2000).

Com base nas variáveis mais utilizadas pelos inspetores em seu processo indutivo foram gerados 5 modelos de árvore fazendo uso de toda a base de dados. No caso das inspeções, o interesse maior dos inspetores é identificar os grupos que não apresentem riscos de introdução de pragas em suas partidas importadas. Nesse sentido, a melhor árvore a ser modelada seria a que apresentasse o melhor agrupamento com base na variável “ocorrência fitossanitária” que tem dois valores como resposta “sim” ou “não”. Os resultados dos modelos podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1. Resultado das árvores de decisão obtidas da base de dados 2010-2012.

Modelos	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Variáveis Independentes	Mat., País, Emb., Imp.	Emb., País, Exp., Imp.	País, Imp., Exp.	Emb.	Imp., País, Mat.	Mat.
Nós	30	25	17	6	17	3
Nós Terminais	22	18	12	5	13	2
Final	3	3	3	1	3	1

Os modelos 4 e 6 geraram árvores rasas com separações baseadas apenas no tipo de embalagem para o modelo 4 e tipo de material da embalagem (com ou sem madeira) para o modelo 6. Estes dois modelos não permitiram uma separação mais aprofundada no nível de interesse das inspeções uma vez que com base em seus agrupamentos finais todas as partidas seriam inspecionadas, não mostrando relações mais sutis que foram

reveladas nos outros modelos e poderiam assim tornar o processo de decisão mais apurado.

Em relação ao risco, os modelos apresentaram valores que variaram de 0,063 a 0,068, ou seja, os modelos poderiam fazer uma má previsão variando entre 6,3% a 6,8% dos casos de ocorrências (tabela 2) e a taxa de acerto geral dos modelos variou de 93,2 a 93,7%.

Tabela 2. Taxa de acerto, risco e erro padrão de 06 modelos de árvore de decisão

Modelo	Taxa de acerto	Risco Estimado	Erro Padrão
Modelo 1	93,7%	0,063	0,002
Modelo 2	93,4%	0,066	0,002
Modelo 3	93,4%	0,066	0,002
Modelo 4	93,2%	0,068	0,002
Modelo 5	93,7%	0,063	0,002
Modelo 6	93,2%	0,068	0,002

As observações de cada agrupamento (nós) obtidos nos modelos 1, 2, 3 e 5 foram analisadas comparativamente e revelaram relações que até então passavam despercebidas como o fato de determinados fornecedores, mesmo com registros de incidentes fitossanitários em seu histórico, apresentarem 0% de ocorrências fitossanitárias quando suas partidas, da mesma origem, mas com um tipo específico de embalagem. Para este caso específico procurou-se entrar em contato com os representantes da empresa importadora para verificar com seu fornecedor a razão deste fato, uma vez que apenas com as variáveis existentes não se encontrou uma resposta para essa questão.

Conforme explicado pelo fornecedor estrangeiro, as partidas com 0% de ocorrências fitossanitárias continham basicamente dois tipos de produtos. Um deles era uma matéria prima composta por um tipo de plástico expansível, material bem leve armazenado em bags (sacos) de papelão que eram acomodados no próprio piso do contêiner não sendo necessário nenhum tipo de amarração. O outro tipo de produto consistia em componentes de hardware mais delicados e que precisavam de um tipo especial de acondicionamento e amarração para não sofrerem danos devido a possíveis impactos ou deslocamentos durante o transporte, sendo acondicionadas em papelão e isopor e com grandes sacos de ar para evitar movimentações e atrito ou choque que normalmente eram provocados quando usavam outros materiais de amarração e derrapagem como madeira. Já os casos onde se verificou ocorrências fitossanitárias o

material transportado eram chapas de aço polidas e devido a seu maior peso e dureza do material suportavam melhor o choque e por isso eram transportadas em suportes e amarrações de madeira para evitar derrapagens. Desse modo fica evidenciado que outras variáveis como o tipo de produto transportado podem também influenciar na incidência de ocorrências fitossanitárias. Tal fato também foi constatado por Bulman (1993) e (1998).

Para verificar a aplicabilidade das árvores de decisão, o Modelo 2 foi utilizado como referência uma vez que todas as variáveis independentes incluídas nesse modelo eram utilizadas conjuntamente pelos inspetores, além de não contar com a variável referente à presença ou ausência de madeira, ou seja, sua base de separação não utilizou esta variável na tomada de decisão, podendo se incluir uma partida que, mesmo tendo madeira, poderia vir a ser tomada a decisão de não inspecioná-la uma vez que para ela não foi verificada nenhuma ocorrência fitossanitária. Entre março e maio de 2013 foi possível inspecionar 10 partidas de cada fornecedor estrangeiro (05 de cada nó num total de 200 partidas) agrupadas nos nós 7, 12, 15 e 23 que conforme podemos verificar na árvore 2 (Figura 2.) identificados pelo modelo como sendo as que poderiam ser liberadas por apresentarem 0% de ocorrência fitossanitária (Figura1).

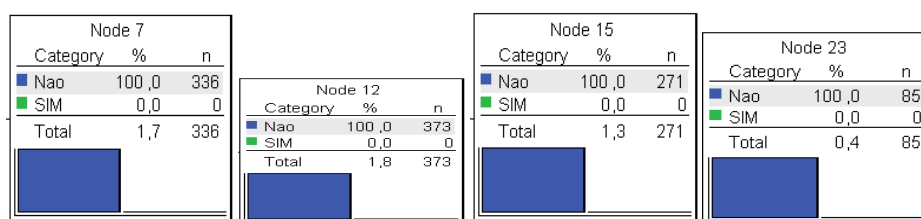


Figura 1. Nós 7, 12, 15 e 23 da árvore do Modelo 2.

Nas inspeções dessas partidas verificou-se que teria sido obtido 100% de acerto caso essas tivessem sido tomada a decisão pela sua liberação sem realizar-se a inspeção, mesmo quando continham madeira, uma vez que para elas não foi verificada nenhuma ocorrência fitossanitária.

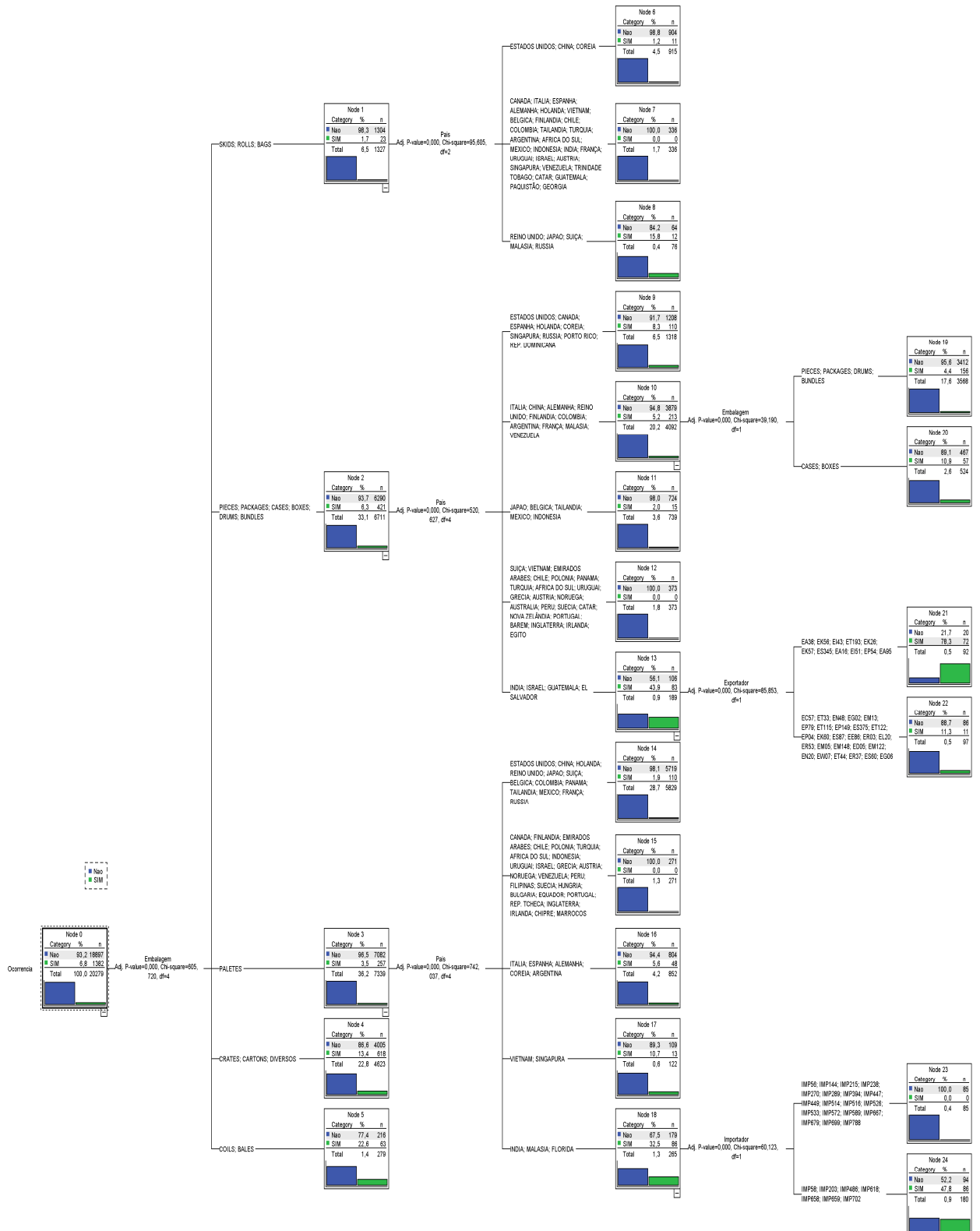
Para apresentar mais um resultado prático, outro modelo foi gerado com uma subamostra dos disponíveis, levando se em consideração apenas os fornecedores que apresentaram um mínimo de 100 partidas inspecionadas entre 2010 e 2012. Esse grupo dentro dos dados disponíveis forneceu um total de 5820 observações, abrangendo 58 empresas importadoras e 21 fornecedores estrangeiros. Para esse grupo ainda foi

verificado uma incidência de madeira de 60,6% e 10,9% (na tabela 3) de ocorrências fitossanitárias, estando por tanto acima dos percentuais gerais da base de dados completa que foi de 51,8% de madeira e 6,8% de ocorrências fitossanitárias.

Tabela 3. Resumo da amostra retirada da base de dados 2010-2012

Exportador	Total	Proporção de Ocorrências	Proporção de Madeira
EF46	182	48,4%	56,6%
ES384	1146	26,9%	76,7%
ES45	1391	14,5%	37,0%
EA166	123	9,8%	30,9%
EO11	100	9,0%	5,0%
EK07	182	2,2%	99,5%
EB09	154	1,9%	94,2%
EP59	155	1,9%	22,6%
EC86	298	1,7%	98,0%
EA188	130	0,8%	97,7%
ES56	166	0,6%	4,2%
ET33	298	0,3%	18,1%
EA187	113	0,0%	93,8%
EA189	261	0,0%	94,3%
EB11	175	0,0%	96,0%
EH08	185	0,0%	63,8%
EH139	184	0,0%	98,9%
EH84	109	0,0%	100,0%
ES300	117	0,0%	3,4%
ET156	149	0,0%	9,4%
ET81	202	0,0%	99,5%
Total	5820	10,9%	60,6%

Figura 2. Árvore do Modelo 2



Para gerar esse modelo foi pressuposto um quadro no qual a melhor árvore seria a que fizesse a separação dos grupos independentemente do tipo de material das

embalagens (madeira ou outro material). A intenção foi verificar a possibilidade de que, baseando se exclusivamente no agrupamento feito pelo modelo, caso fossem liberadas da inspeção partidas que contivessem madeira estas não seriam um risco fitossanitário imediato por não terem em seu histórico relatos de ocorrência fitossanitária.

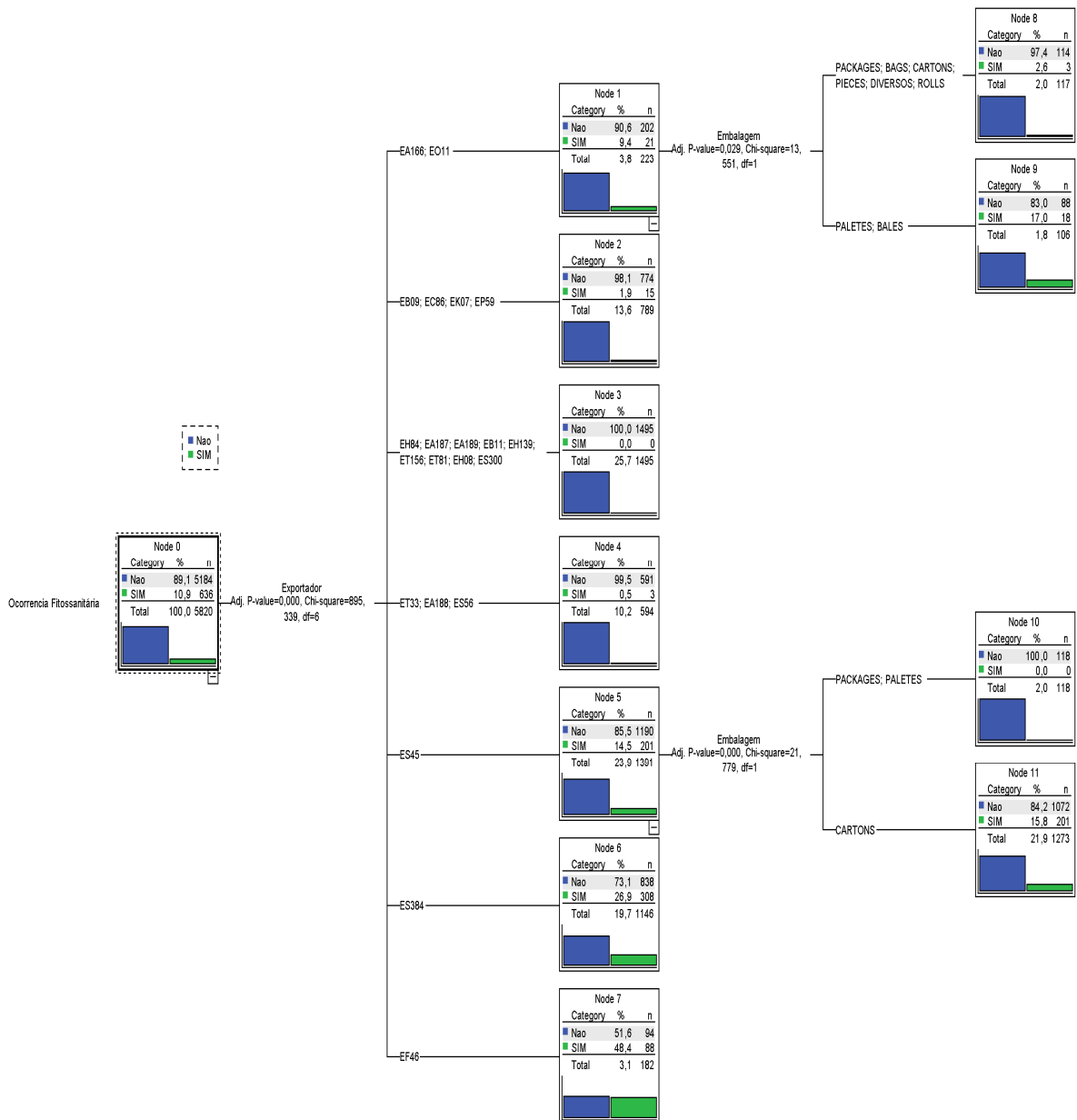
Desse modo, a exemplo do feito anteriormente, chegou-se a árvore do Modelo 07 (Figura 3), mantida a variável dependente "ocorrências" e como independentes: exportador e embalagem. O risco verificado foi de 11% de se fazer uma má previsão, com erro padrão de 0,004 e taxa geral de acerto de 89,1%. É possível se observar diretamente na árvore que o grupo de fornecedores do Nó 3 (EH84, EA187, EA189, EB11, EH139, ET156, ET81, EH08, ES300) e no caso específico do Nó 10 vindo do fornecedor E45 (passível de inspeção) onde quando da declaração de Paletes e Packages no *Bill of Loading*, não apresentaram ocorrências fitossanitárias.

Para estes fornecedores foram inspecionadas 20 partidas de cada entre junho e agosto de 2013. Os resultados comparativos das proporções de madeira e ocorrências fitossanitárias do período 2010-2012 e do teste realizado em 2013 podem ser visto na tabela 4. O resultado obtido foi de 100% de acerto. Desse modo fica comprovada a possibilidade do uso de árvores de decisão como ferramenta descritiva de apoio a tomada de decisão nas inspeções de contêineres na importação para inspeções embalagem de madeira.

Tabela 4. Proporções de Ocorrência fitossanitária e presença de madeira

Exportador	Observações		Proporção Ocorrências		Proporção de Madeira	
	2010-2012	2013	2010-2012	2013	2010-2012	2013
EA187	113	20	0%	0%	93,8%	85%
EA189	261	20	0%	0%	94,3%	90%
EB11	175	20	0%	0%	96,0%	95%
EH08	185	20	0%	0%	63,8%	80%
EH139	184	20	0%	0%	98,9%	100%
EH84	109	20	0%	0%	100,0%	100%
ES300	117	20	0%	0%	3,4%	5%
ET156	149	20	0%	0%	9,4%	10%
ET81	202	20	0%	0%	99,5%	100%
ES45	91	20	0%	0%	12%	10%

Figura 3. – Árvore do Modelo 7



5.6. CONCLUSÃO

O uso do modelo estudado forneceu uma classificação altamente visual e as árvores de decisão geradas permitiram apresentar os resultados categóricos da base de dados em estudo de maneira intuitiva, podendo assim explicar com mais clareza algumas interações entre as variáveis que passavam despercebidas. Com o uso desta foi possível elaborar vários modelos e utilizar aquele com melhor ajuste aos dados. Apesar ter sido utilizado com eficiência e demonstrado a possibilidade de se utilizar árvores de decisão como ferramenta de apoio na tomada de decisão para realização ou não de inspeções em contêineres na inspeção de embalagens de madeira, cabe ressaltar que esse modelo foi utilizado como ferramenta descritiva de auxílio no processo indutivo e não preditivo. Ou seja, embora esta técnica segmente as variáveis de acordo com a variável de interesse (ocorrência) de forma a encontrar grupos com maior e menor incidência, é uma técnica não inferencial, devendo ser utilizada com cautela durante sua aplicação em outro banco de dados que não o que fora utilizado para a construção da mesma. Também foi verificado que outros fatores como o tipo de produto pode estar associado à presença ou ausência de madeira e dessa forma influenciar também na incidência de ocorrências fitossanitárias e desse modo estudos futuros podem oferecer um ajuste diferente caso essa variável também seja incluída na base de dados.

5.7. REFERÊNCIAS

- Batabyal, A.A., 2004. A research agenda for the study of the regulation of invasive species introduced unintentionally via maritime trade. *Journal of Economic Research* 9, 191–216.
- Batabyal, A.A., 2004. A research agenda for the study of the regulation of invasive species introduced unintentionally via maritime trade. *Journal of Economic Research* 9, 191–216.
- Bremmer, J., Swanenburg, M., van Galen, M., Hoek, M., Rau, M.L., Hennen, W., Benninga, J., Ge, L., Breukers, A. CHIP: Commodity based Hazard Identification Protocol for emerging diseases in plants and animals. European Food Safety Authority - Supporting Publications 2012: EN-327. [188 p.]. Disponível em: <www.efsa.europa.eu/publications>. Acessado em 12 de jan de 2013.

Bright, C., 1999. Invasive species: pathogens of globalization. *Foreign Policy* 116, 51-64.

Bulman, L S (1992): Forestry quarantine risk of cargo imported into New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 22, 32-38.

Bulman, L S (1998): Quarantine risk posed to forestry container loads, and efficiency of FCL door inspections. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 28, 335-346.

Bulman, L.S., 1992. Forestry quarantine risk of cargo imported into New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 22, 32-38.

Everett, R. A. Patterns and pathways of biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 15, n. 5, p. 177-178, 2000.

Fayyad, U., Piatetsky, S.G., Smyth, P. The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data. *Communications of the ACM*, v. 59, n. 11, p. 27-34, Nov. 1996.

Hand, D. J.; Manila, H. S. P. Principles of data mining. Cambridge: The MIT Press, 2001.

Kass, G.V. An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data. *Journal of Applied Statistics*, Cleveland, v. 29, n. 2, p. 119–127, 1980.

Mumford, J.D., 2002. Economic issues related to quarantine in international trade. *Eur. Rev. Agric. Econ.* 29, 329-348.

National Plant Board. 1999. Safeguarding American Plant Resources: A Stakeholder Review of the APHIS-PPQ Safeguarding System.

National Research Council of the United States, 2002. Predicting invasions of nonindigenous plants and plant pests. National Academy Press, Washington, DC. OpenBook Disponível em http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10259. (Acesso em Abril de 2013).

Parker, I.M., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Goodell, K., Wonham, M., Kareiva, P.M., Williamson, M.H., Von Holle, B., Moyle, P.B., Byers, J.E., Goldwasser, L., Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions* 1, 3–19. 1999.

Stanaway, M.A., Zalucki, M.P., Gillespie, P.S., Rodriguez, C.M., Maynard, G.V., 2003. Pest risk assessment of insects in sea cargo containers *Aust. J. Entomol.* 40, 180-192.

U.S. General Accounting Office, 1997. Agricultural inspection: improvements needed to minimize threat of foreign pests and diseases. Disponível em: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GAOREPORTS-RCED-97-102/pdf/GAOREPORTS-RCED-97-102.pdf> (Acessado em Janeiro de 2013).

USDA, 1998. Agriculture quarantine inspection monitoring handbook. Available at www.aphis.usda.gov/ppq/manuals/port/pdf_files/AQIM_Handbook.pdf (accessed December 2006).

USDA, APHIS, USFS. 2000. Pest Risk Assessment for Importation of Solid Wood Packing Materials into the United States. Disponível em: <http://www.aphis.usda.gov/ppq/praswpm/complete.pdf>. (Acessado em Setembro de 2012).

Work, T., McCullough, D.G., Cavey, J.F., Komsa, R., 2005. Arrival rate of nonindigenous insect species into United States through foreign trade. *Biol. Invasions* 7, 323-332.

6. CONCLUSÃO GERAL

Os resultados dos dois estudos conduzidos mostraram ser possível elaborar um sistema de inspeção com frequência de checagem reduzida para EMB tendo como base a análise de uma série temporal de dados de importação e levando-se em consideração fatores como país de origem da carga, tipo de embalagem, presença de madeira, ocorrências fitossanitárias e em especial o fornecedor do produto importado, pré-definindo grupos de menor ou maior risco fitossanitário por meio de um método descritivo para variáveis categóricas. Além disso, confirmou-se a possibilidade prática da técnica de data mining como ferramenta de apoio na tomada de decisão no processo indutivo da avaliação e percepção de risco por parte dos inspetores através de árvores de decisão levando-se em consideração variáveis exclusivamente categóricas. Também está aberta a possibilidade de se enriquecer essa base de dados com outras variáveis que possam interferir no processo.

ANEXOS

Modelo 1 (Base de dados 2010 – 2012)

ModelSummary

Specifications	GrowingMethod	CHAID	
	DependentVariable	Ocorrencia	
	IndependentVariables	Importador, Exportador, Pais, Embalagem, Material	
	Validation	None	
	MaximumTreeDepth		3
	Minimum Cases in Parent Node		100
	Minimum Cases in Child Node		50
	IndependentVariablesInclude	Material, Pais, Embalagem, d Importador	
	Results	Number of Nodes	
	Numberof Terminal Nodes		22
	Depth		3

Risk

Estimate	Std. Error
,063	,002

Growing Method: CHAID

Dependent Variable:

Ocorrencia

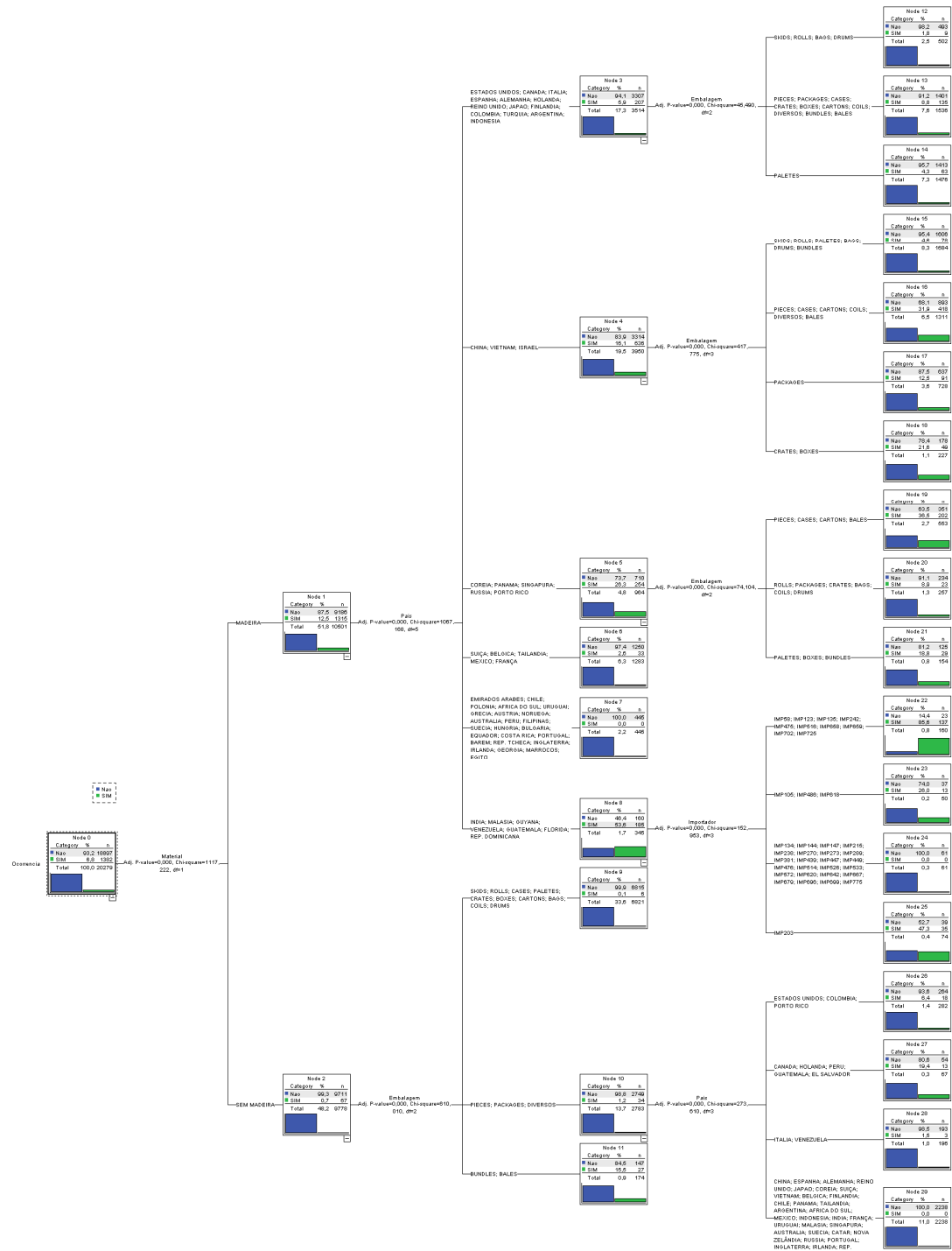
Classification

Observed	Predicted		
	Nao	SIM	PercentCorrect
Não	18874	23	99,9%
SIM	1245	137	9,9%
Overall Percentage	99,2%	0,8%	93,7%

Growing Method: CHAID

Dependent Variable: Ocorrencia

Árvore – Modelo 1



Modelo 2 (Base de dados 2010 – 2012)

ModelSummary

Specifications	GrowingMethod	CHAID		
	DependentVariable	Ocorrencia		
	IndependentVariables	Importador, Pais, Embalagem, Exportador		
	Validation	None		
	MaximumTreeDepth		3	
	Minimum Cases in Parent Node		100	
	Minimum Cases in Child Node		50	
	IndependentVariablesInclude d	Embalagem, Pais, Exportador, Importador		
	Results	Numberof Nodes		25
		Numberof Terminal Nodes		18
Depth			3	

Risk

Estimate	Std. Error
,066	,002

Growing Method: CHAID

Dependent Variable:

Ocorrencia

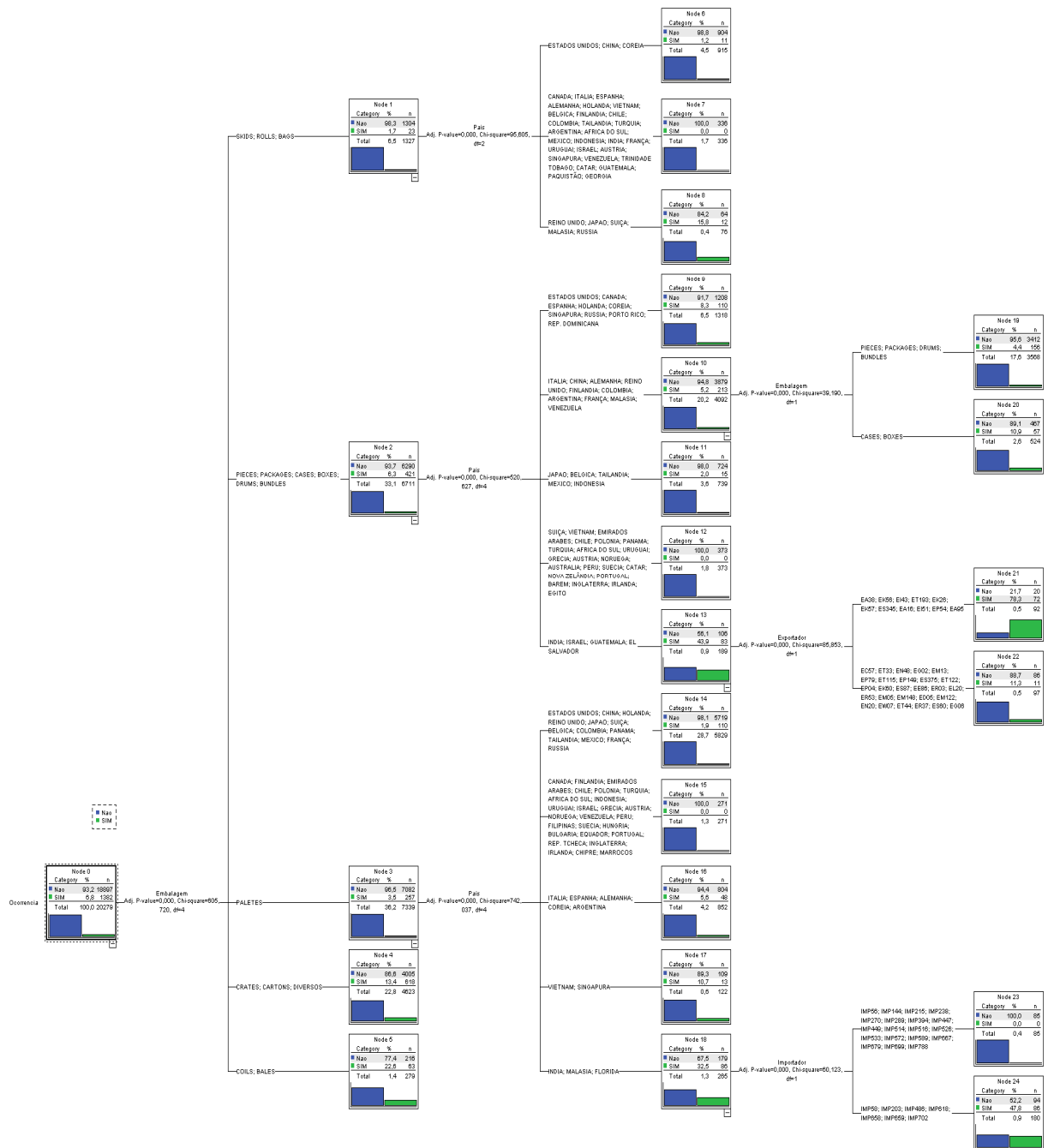
Classification

Observed	Predicted		
	Nao	SIM	PercentCorrect
Não	18877	20	99,9%
SIM	1310	72	5,2%
Overall Percentage	99,5%	0,5%	93,4%

Growing Method: CHAID

Dependent Variable: Ocorrencia

Árvore – Modelo 2



Modelo 3 – (Base de dados 2010 – 2012)

ModelSummary

	GrowingMethod	CHAID	
	DependentVariable	Ocorrencia	
	IndependentVariables	Importador, Exportador, Pais	
	Validation	None	
Specifications	MaximumTreeDepth		3
	Minimum Cases in Parent Node		100
	Minimum Cases in Child Node		50
	IndependentVariablesIncluded	Pais, Importador, Exportador	
Results	Numberof Nodes		17
	Numberof Terminal Nodes		12
	Depth		3

Risk

Estimate	Std. Error
,066	,002

Growing Method: CHAID

Dependent Variable:

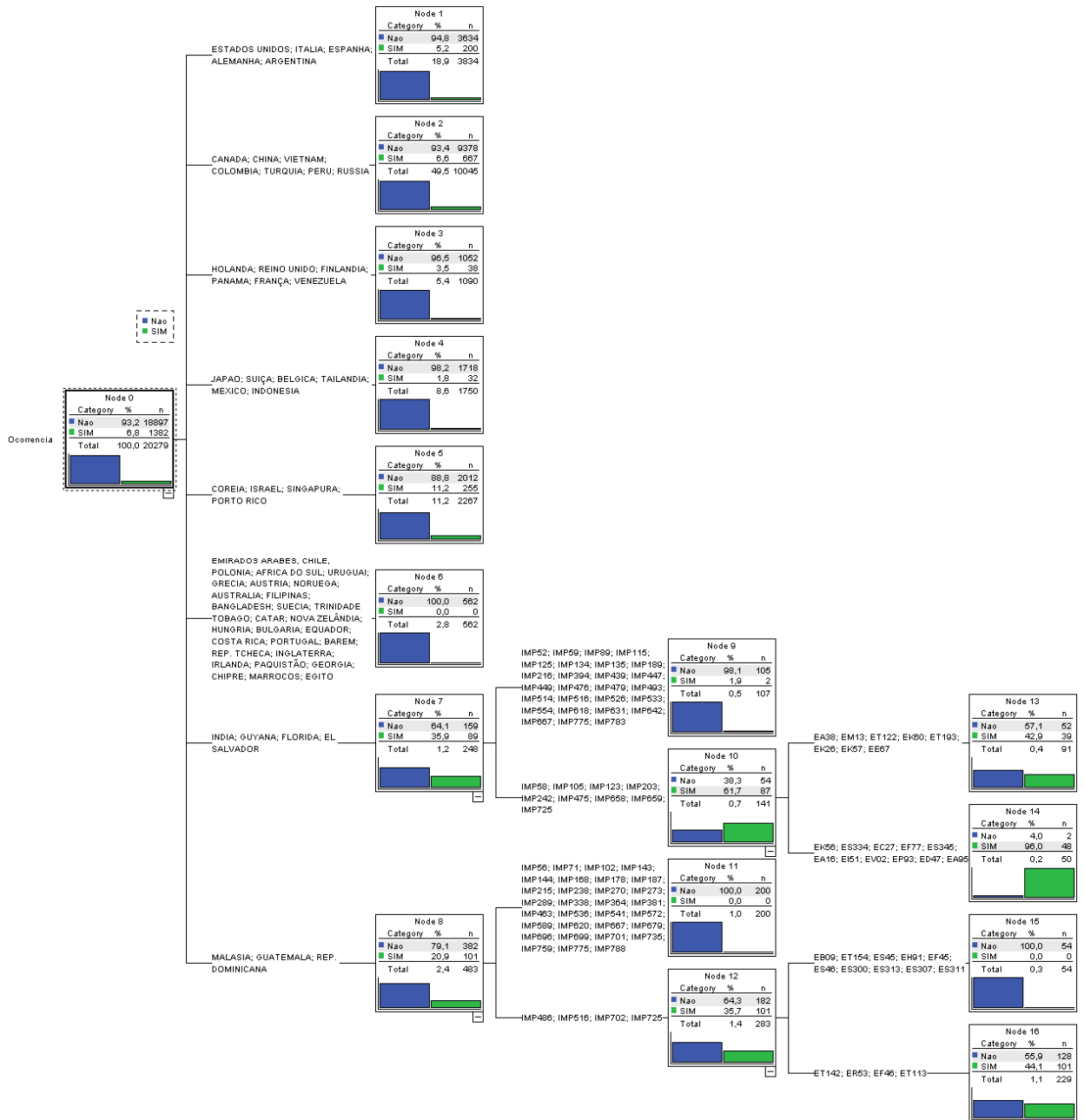
Ocorrencia

Classification

Observed	Predicted		
	Nao	SIM	PercentCorrect
Não	18895	2	100,0%
SIM	1334	48	3,5%
Overall Percentage	99,8%	0,2%	93,4%

Growing Method: CHAID

Dependent Variable: Ocorrencia



Modelo 4 (Base de dados 2010 – 2012)

ModelSummary

	GrowingMethod	CHAID
	DependentVariable	Ocorrencia
	IndependentVariables	Importador, Exportador, Embalagem
	Validation	None
Specifications	MaximumTreeDepth	3
	Minimum Cases in Parent Node	100
	Minimum Cases in Child Node	50
	IndependentVariablesIncluded	Embalagem
Results	Numberof Nodes	6
	Numberof Terminal Nodes	5
	Depth	1

Risk

Estimate	Std. Error
,068	,002

Growing Method: CHAID

Dependent Variable:

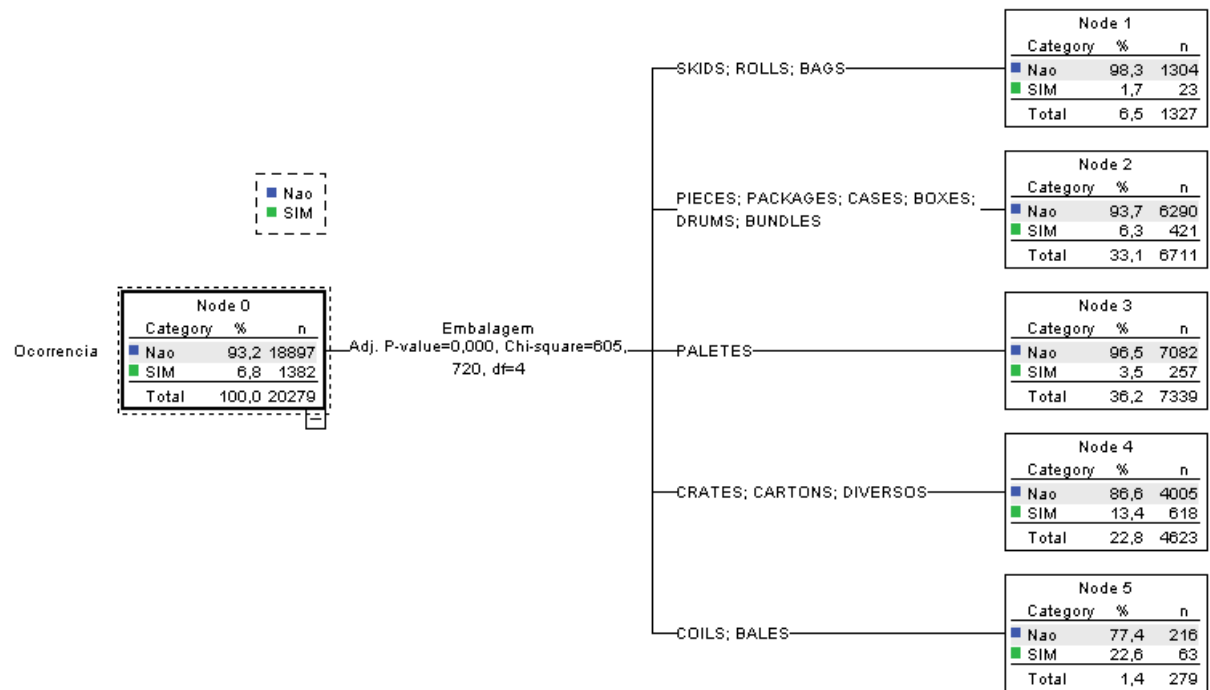
Ocorrencia

Classification

Observed	Predicted		
	Nao	SIM	PercentCorrect
Não	18897	0	100,0%
SIM	1382	0	0,0%
Overall Percentage	100,0%	0,0%	93,2%

Growing Method: CHAID

Dependent Variable: Ocorrencia



ModelSummary

Specifications	GrowingMethod	CHAID	
	DependentVariable	Ocorrencia	
	IndependentVariables	Importador, Exportador, Pais, Material	
	Validation	None	
	MaximumTreeDepth		3
	Minimum Cases in Parent Node		100
	Minimum Cases in Child Node		50
	IndependentVariablesInclude d	Material, Pais, Importador	
	Results	Numberof Nodes	17
		Numberof Terminal Nodes	13
	Depth	3	

Risk

Estimate	Std. Error
,063	,002

Growing Method: CHAID

Dependent Variable:

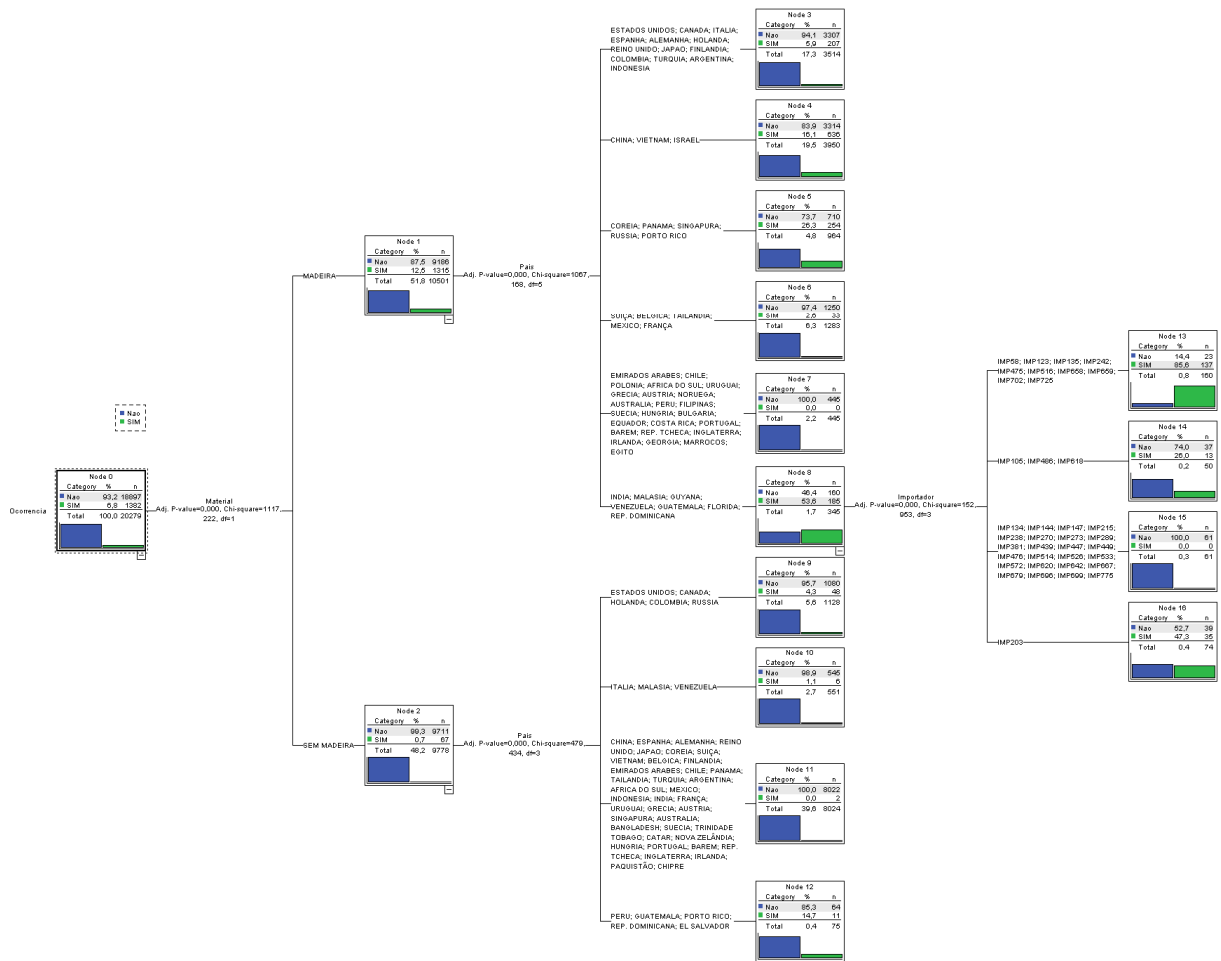
Ocorrencia

Classification

Observed	Predicted		
	Nao	SIM	PercentCorrect
Não	18874	23	99,9%
SIM	1245	137	9,9%
Overall Percentage	99,2%	0,8%	93,7%

Growing Method: CHAID

Dependent Variable: Ocorrencia



Modelo 6 (Base de dados 2010 – 2012)

ModelSummary

	GrowingMethod	CHAID	
	DependentVariable	Ocorrencia	
	IndependentVariables	Importador, Exportador, Material	
	Validation	None	
Specifications	MaximumTreeDepth		3
	Minimum Cases in Parent Node		100
	Minimum Cases in Child Node		50
	IndependentVariablesIncluded	Material	
Results	Numberof Nodes		3
	Numberof Terminal Nodes		2
	Depth		1

Risk

Estimate	Std. Error
,068	,002

Growing Method: CHAID

Dependent Variable:

Ocorrencia

Classification

Observed	Predicted		
	Nao	SIM	PercentCorrect
Não	18897	0	100,0%
SIM	1382	0	0,0%
Overall Percentage	100,0%	0,0%	93,2%

Growing Method: CHAID

Dependent Variable: Ocorrencia

