Brazilian Journals of Business

Subsidiar ou não subsidiar, eis a questão. A (im)previsibilidade da posição do Brasil no contencioso Embraer / Bombardier na OMC

Subsidize or not subsidize that's the question. The brazilian (un)predictable position in the litigation between Embraer and Bombardier

DOI: 10.34140/bjbv2n4-007

Recebimento dos originais: 20/08//2020
Aceitação para publicação: 20/09/2020

Amanda Aires Vieira
Dra. em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Instituição: UniFBV
Endereço: R. Jean Emile Favre, 422 - Imbiribeira, Recife - PE, 51200-060
E-mail: amanda.avieira@professores.unifbv.edu.br

RESUMO
A Organização Mundial do Comércio, estabelecida em 1995, é o fórum internacional utilizado pelos governos dos países membros para a resolução dos conflitos comerciais. Entre os contenciosos solucionados pela instância supraestatal, destaca-se o observado entre o Canadá e o Brasil entre os anos de 1996 e 2001. Embora diversos trabalhos desenvolvidos analisem os determinantes das políticas de subsídio adotadas pelo governo brasileiro nesse período, buscando identificar quais variáveis microeconômicas causam desequilíbrios dentro do organismo internacional, inexistem, ainda, modelos eficientes no processo de early warning. O presente trabalho tem por objetivo avaliar como os modelos de redes neurais artificiais podem ser utilizados enquanto ferramentas para previsão do comportamento político brasileiro entre os anos de 1995 e 2001. Os resultados mostram que as redes neurais que apresentam maior complexidade em sua estrutura proporcionaram forte previsibilidade do comportamento.

Palavras-chave: Organização Mundial do Comércio, Brasil, Canadá, Redes Neurais Artificiais.

ABSTRACT
The World Trade Organization, established in 1995, is the international forum used by member governments for resolving trade disputes. Among the disputes settled by supranational instance, there is observed between Canada and Brazil between 1996 and 2001. Although several studies designed to analyze the determinants of subsidy policies adopted by the Brazilian government in this period in order to identify which variables cause microeconomic imbalances within the international body, nonexistent, yet efficient models in the process of early warning. This study aims to assess how models of artificial neural networks can be used as tools for predicting the Brazilian political behavior between the years 1995 and 2001. The results show that the neural networks that are more complex in their structure provided strong predictability of behavior.

Keywords: World Trade Organization, Brazil, Canada, Artificial Neural Networks.

1 INTRODUÇÃO

Originada do Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT), instituído em 1947, a Organização Mundial do Comércio (OMC), estabelecida em janeiro de 1995, conta, atualmente, com 156 membros, tendo o último país membro, a Rússia, integrado o organismo em 22 de julho de 2012. Entre os seus principais objetivos, a OMC é uma organização voltada para o livre comércio e é um fórum onde os governos podem negociar acordos mercantis. Além disso, a Organização é responsável, também, por operar o sistema de regras de negócios. Essencialmente, a OMC é o lugar onde os membros tentam resolver os problemas de cunho comercial que enfrentam entre si (World Trade Organization, 2012). De acordo com Lucena (2006):

> *"O regime internacional criado pela OMC busca desenvolver um sistema multilateral de comércio duradouro que garanta uma maior estabilidade às relações comerciais dos países, que será alcançada a partir do momento em que cada país cumpra as determinações do regime" (pág. 120).*

No que diz respeito à resolução de problemas comerciais, o Órgão de Solução de Controvérsias é a instância construída na OMC para solucionar tais contenciosos. De acordo com o sítio da instituição, o procedimento para definir disputas comerciais no âmbito do Entendimento sobre Solução de Controvérsias é de fundamental importância para a aplicação das regras e, portanto, para assegurar que o comércio possa fluir sem dificuldades. Até julho de 2012, foram realizadas 440 disputas comerciais que envolvem, fundamentalmente, três grandes grupos de tópicos: bens, propriedade intelectual e serviços (World Trade Organization, 2012).

Ainda de acordo com a World Trade Organization (2012), as disputas podem surgir quando um membro da Organização acredita que outro está violando um Acordo ou Compromisso no âmbito da OMC. Esses Acordos ou Compromissos, por sua vez, são elaborados pelos próprios governos dos países membros e a solução dos litígios é realizada através do Órgão de Solução de Controvérsias.

Entre os membros mais presentes em conflitos comercais como interpelantes ou reclamantes, a OMC (2012) lista que os Estados Unidos lideram com 101 interpelações, sendo seguidos pela União Européia, com 87. Tal fato se repete quando se considera o membro interpelado: os Estados Unidos encabeçam a lista com 116 reclamações e a União Européia, com 70, aparece em segunda posição. Tal ordem só é alterada quando se considera a citação do membro como terceira parte nos contenciosos. Nesse caso, a União Européia toma a liderança com 188 citações, enquanto os Estados Unidos aparecem com 94.

No que tange ao Brasil, o país atuou ativamente no Órgão de Solução de Controvérsias, quando comparado com a maior parte dos países da América Latina: até julho de 2012, o governo

brasileiro esteve presente 14 vezes como repondente ou interpelado e 26 vezes como país interpelante. Além disso, foi citado em 67 processos como terceira parte. Entre os mais complexos conflitos comerciais em que o Brasil se envolveu como país interpelado, destacam-se o contencioso com as Filipinas que envolvia a produção de coco ralado e o conflito com o Canadá sobre os jatos regionais iniciado em 1996 e concluído 5 anos depois (World Trade Organization, 2012).

Esse último contencioso merece destaque uma vez que acarretou a modificações na legislação nacional após a perda do Brasil na esfera internacional. Além disso, segundo Lucena (2006), em razão do seu prolongamento temporal, dos vários aspectos jurídicos e políticos que foram sendo acrescentados durante o seu desenrolar e da perda do país na instância internacional, esse conflito pode ser considerado uma das principais disputas comerciais de que o Brasil já participou no Órgão de Solução de Controvérsias da OMC. Deve-se ainda adicionar que, segundo Botelho (2001), a cooperação inicial do país com organismo internacional via cancelamento dos contratos que caracterizariam um subsídio à empresa seria "a setença de morte da Embraer" uma vez que, de acordo com com Lucena (2006), tais contratos representavam 95% de todos os pedidos que a Embraer tinha em carteira, ou seja, aproximadamente, 800 aeronaves. Mudanças na sistemática adotada previamente pelo governo brasileiro poderiam significar a perda de competitividade da empresa.

Considerando as características do conflito comercial, o presente trabalho objetiva verificar a previsibilidade das ações políticas do Brasil na OMC durante o contencioso com o Canadá. Para tanto, serão utilizados, como metodologia, os modelos de redes neurais artificiais. Dessa forma, o presente estudo encontra-se dividido em quatro partes, excluindo-se a presente introdução. Na seção seguinte, é apresentada a revisão de literatura, que traz a cronologia do contencioso, sendo seguida pela apresentação da metologia adotada. A seção três mostra os resultados. Última seção tece as considerações finais à guisa de conclusão.

2 CRONOLOGIA DO CONTENCIOSO ENTRE BRASIL E CANADÁ NA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO COMÉRCIO

Criada em 19 de agosto de 1969, a Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer) chegou a dominar 40% do mercado de aviação civil norte-americano. No início dos anos 1990, contudo, após uma redução das vendas militares para os Estados Unidos, a estatal passou a apresentar problemas financeiros até então não observados nos anos precedentes (Correio Brasiliense, 1995). Entre as causas da crise financeira observada na empresa, Lucena (2006), destaca os maus investimentos, a falta de financiamento e o acesso a empréstimos com elevadas taxas de juros.

Como resultado dos maus desempenhos sucessivos durante a primeira metade década de 1990, a Embraer foi privatizada em 7 de dezembro de 1994 e passou a ser controlada fundamentalmente por um consórcio de empresas (Hilda, 1996). Para recuperar a estabilidade financeira da antiga estatal, 71,2% dos funcionários foram desligados (Foster, 1995), 20 mil debêntures foram lançadas no mercado para captar 200 milhões de dólares e 85 milhões de dólares foram financiados através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (Silveira, 1995). Em seguida, a empresa adotou parcerias com fornecedores em potencial (Silveira, 1995), criou o Embraer *Credit Corporation* para prospectar linhas de crédito destinadas a custear vendas externas (Ottoboni, 1996; Lucena, 2006) e desenvolveu dois novos modelos: (i) sob a solicitação das Forças Aéreas Brasileiras (FAB), a Embraer produziu o modelo ALX para o mercado de aviação militar (Monteiro, 1995). (ii) O segundo modelo, EMB-145, com capacidade para 50 passageiros, foi criado para atender o segmento regional (Ottoboni, 1995).

O projeto de construção da aeronave EMB-145 havia sido iniciado em 1989, custou 300 milhões de dólares e envolveu quatro empresas estrangeiras: Gamesa, da Espanha, Sonaca, empresa Belga, C&D, norte-americana, e Enaer, uma empresa chilena. A produção foi realizada através de uma parceria de risco (Silveira, 1995). Ainda na etapa de demonstração do modelo, a Embraer havia negociado a venda de 150 unidades para os Estados Unidos (Folha de São Paulo, 1996).

Observando o desempenho do novo modelo criado pela Embraer, o governo brasileiro adicionou as aeronaves ao Programa de Financiamento às Exportações (Proex), programa criado através da Lei nº 8.187 de 1º de julho de 1991 (Brasil, 1991). De acordo com as linhas de atuação do Proex, o incentivo poderia ser ofertado em dois níveis distintos: (i) o financiamento através do crédito pós-embarque e (ii) a equalização das taxas de juros. Essa segunda modalidade, de acordo com Blumenschein e Leon (2002), "consiste no pagamento às instituições financiadoras da diferença, a maior, entre os encargos negociados com o exportador ou o importador e os custos de captação dos recursos pelo financiador. As taxas de equalização são estabelecidas pelo Banco Central em função dos prazos das operações"(pág. 9).

Após portaria do Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo nº 368 de 5 de dezembro de 1995, o governo brasileiro instituiu que as aeronaves e outros veículos aéreos poderiam contar com a segunda modalidade do Proex, possuindo prazo de pagamento de equalização de 10 anos (Brasil, 1995; Blumenschein e Leon, 2002). Além disso, outra portaria do mesmo Ministério (nº 53 de 8 de maio de 1997) aponta as aeronaves como um produto elegível para a equalização da taxa de juros em 100% do valor das exportações (Brasil, 1997).

Em 18 de junho de 1996, a Missão Permanente do Canadá em Genebra enviou um comunicado ao Órgão de Solução de Controvérsias (OSC) da Organização Mundial do Comércio (OMC) solicitando consulta sobre o Programa de Financiamento às Exportações de aeronaves criado pelo Brasil. O objetivo da consulta, segundo a missão permanente, era esclarecer a natureza do programa estabelecido no país sulamericano. De acordo com o Canadá, o Proex oferecia taxas de juros subsidiadas que se situavam entre 3,5% e 3,8% a.a. (World Trade Organization, 1996).

Após cinco sessões de consultas realizadas entre os dois países em 4 cidades distintas no período de julho de 1996 e junho de 1998 sem encontrar resultados satisfatórios, o Canadá encaminhou ao OSC um pedido para abertura de Painel para solução do problema. Em 23 de julho de 1998, o painel foi instaurado. Pouco mais de oito meses depois, em14 de abril de 1999, o relatório foi divulgado.

Na solicitação para a abertura do Painel, o Canadá pontuou diversas medidas do governo brasileiro (leis, medidas provisórias, decretos, portarias, circulares e resoluções) que, direta ou indiretamente beneficiavam a empresa exportadora de aeronaves brasileira, via subsídios à venda, prejudicavam as exportações da empresa canadense Bombardier e eram incoerentes com o Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias da Organização Mundial do Comércio em seus artigos 3, 27, itens 4 e 5, e com o artigo XVI do Gatt 1994 (World Trade Organization, 1999)[1].

[1] "**Artigo 3, item 1** – Com exceção do disposto no acordo sobre Agricultura, serão proibidos os seguintes subsídios, conforme definido no artigo 1: (a) subsídios vinculados, de fato ou de direito, ao desempenho exportador, quer seja individualmente, quer como parte de um conjunto de condições, inclusive aqueles indicados a título de exemplo no Anexo 1; (b) subsídios vinculados, de fato ou de direito, ao uso preferencial de produtos nacionais em detrimento de produtos estrangeiros, quer individualmente, quer como parte de um conjunto de condições. **Item 2** – O Membro desse acordo não concederá ou manterá os subsídios mencionados no parágrafo 1.
Artigo 27, item 4 – Os países Membros a que se refere o parágrafo 2 (b) eliminarão seus subsídios à exportação no período de 8 anos, preferivelmente de maneira progressiva. Os países em desenvolvimento Membros não elevarão, porém, o nível de subsídios à exportação e, sempre que a concessão de subsídios à exportação seja incompatível com suas necessidades de desenvolvimento, eliminá-los-ão em prazo inferior àquele previsto neste parágrafo. Caso estime necessário conceder tais subsídios além do prazo de 8 anos, um país em desenvolvimento Membro, até no máximo de um ano antes do final desse prazo, iniciará consultas com o Comitê, que determinará se a prorrogação desse período se justifica, após exame de todas as necessidades econômicas, financeiras e de desenvolvimento Membro em causa. Se o Comitê determinar que a prorrogação se justifica, o país em desenvolvimento Membro manterá consultas anuais com o Comitê para determinar a necessidade de manutenção dos subsídios. Se o comitê não chega a tal conclusão, o país em desenvolvimento Membro eliminará os subsídios à exportação remanescentes no prazo de 2 anos a contar do fim do último período autorizado.
Artigo 27, item 5 – O país em desenvolvimento Membro que tiver atingido competitividade exportadora em determinado produto eliminará os subsídios à exportação para aquele(s) no prazo de 2 anos. Não obstante, no caso dos países em desenvolvimento Membros mencionados no anexo VII, que tenham atingido competitividade exportadora em um ou mais produtos, o subsídio à exportação sobre tais produtos será gradualmente eliminado no período de 8 anos (World Trade Organization, 1995).
Artigo XVI – Se uma parte contratante concede ou mantém uma subvenção qualquer, inclusive qualquer forma de proteção das rendas ou sustentação dos preços que tenha diariamente ou indiretamente por efeito elevar as exportações e um produto qualquer do território da referida Parte Contratante ou de reduzir as importações do mesmo no seu território da referida Parte Contratante ou de reduzir as importações do mesmo no seu território, dará conhecimento, por escrito, às Partes Contratantes, não somente da importância e da natureza dessa subvenção, como dos resultados que possam ser esperados sobre as quantidades do ou dos produtos em questão por eles importados ou exportados e as circunstâncias que

Entre as resoluções adotadas, o Painel concordou com as demandas do Canadá ao afirmar que as operações realizadas pelo Proex constituiam, de fato, uma forma de subsídio contingente do governo brasileiro à Embraer. No que diz respeito às solicitações brasileiras, o Painel concordou com o país quando esse mencionou que o ônus da prova deveria recair sobre o país reclamante (nesse caso, o Canadá), quando esse afirmou que o Brasil deveria demonstrar o seu cumprimento às condições exigidas no Artigo 27, item 4 para que fosse possível não atender às proibições do artigo 3º, item 1, alíne a (World Trade Organization, 1999).

Em seguida, o relatório discordou da demanda do país reclamado de que apenas as questões já analisadas na fase de consulta deveriam ser verificadas no Painel. Assim, de acordo com o governo brasileiro, diversas questões apontadas pelo Canadá não deveriam ser analisadas em Painel sem antes passar pela etapa precedente. De acordo com o texto do relatório, por se tratarem de um mesmo contencioso, o Painel afirma todas as questões poderiam ser tratadas diretamente nessa etapa, embora não tenha sido feito um estudo prévio (World Trade Organization, 1999).

Finalmente, no que diz respeito à natureza do subsídio oferecido pelo Proex às exportações de aeronaves brasileiras, o Painel afirmou que, diferentemente do que é asseverado pelo Brasil, a equalização das taxas de juros é um subsídio não permitido pela alínea k da Lista Ilustrativa de Subsídios às Exportações do anexo I do Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias[2], configurando, dessa forma, uma garantia de vantagem comercial para o Brasil.

Além disso, dado que o Brasil não atendeu 2 das 3 condições para que o artigo 3º, item 1, alínea a não fosse aplicado ao contencioso – (i) aumentou os seus níveis de subsídios à exportação entre os anos de 1994 e 1997 em 11,77% e (ii) não obedeceu o prazo de 8 anos para a retirada dos subsídios – , o Painel afirma que o país não cumpriu com as determinações do artigo 27, item 4 do Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias, devendo, dessa forma, retirar, sem demora, os

tornam a subvenção necessária. Em todos os casos em que fique estabelecido que uma tal subvenção causa ou ameaça causar um prejuízo sério aos interesses de ma outra Parte Contratante, a Parte Contratante que a concedeu examinará, quando solicitada, com a ou com as Partes Contrantes interessadas ou com as Partes Contrantes, a possibilidade de limitar a subvenção (Gatt, 1947)

[2] **Alínea (k) – Acordos Sobre Subsídio e Medias Compensatórias:** A concessão pelo governo (ou por instituições especiais controladas pelas autoridades do governo e/ou agindo sob seu comando) de créditos à exportação a taxas inferiores àquelas pelas quais o governo obtém os recursos utilizados para estabelecer tais créditos (ou que teriam de pagar se tomassem emprestado nos mercados financeiros internacionais recursos com a mesma maturação, nas mesmas condições creditícias e na mesma moeda do crédito à exportação) ou o pagamento pelo governo da totalidade ou de parte dos custos em que incorrem exportadores ou instituições financeiras quando obtêm créditos, na medida em que sejam utilizados para garantir vantagem de monta nas condições dos créditos à exportação.
Não obstante, se um Membro é parte de compromisso internacional em matéria de créditos oficiais à exportação do qual sejam partes pelo menos 12 Membros originais do presente Acordo em 1º de janeiro de 1979 (ou de compromisso que tenha substituído o primeiro e que tenha sido aceito por esses Membros originais), ou se na prática um Membro aplica as disposições relativas ao tipo de juros do compromisso correspondente, uma prática adotada em matéria de crédito à exportação que esteja em conformidade com essas disposições não será considerada como subsídio à exportação proibido pelo presente Acordo.

subsídios anuídos pelo Proex às aeronaves em um prazo de 90 dias (World Trade Organization, 1999; Lucena, 2006).

Em 3 de maio de 1999, os dois países envolvidos no contencioso enviaram ao Órgão de Solução de Controvérsias suas intenções de apelar à decisão do Painel (Lucena, 2006). Entre as demadas do país reclamado, o Brasil questionou não ter elevado o nível de subsídios à exportação, que os subsídios não garantiam vantagens materiais aos exportadores e que o prazo de 90 dias para retirada do subsídio era inaquado. O Canadá, por sua vez, contestou que o ônus da prova de que o Brasil não cumpriu com o Artigo 27, item 4 deveria recair sobre o país reclamante. O país sede da Bombardier replicou ainda sobre a forma inadequada de mensuração do nível de subsídios às exportações do Brasil realizada pelo Painel.

Em 2 de agosto de 1999, o Órgão de Apelação divulgou seu relatório. No que se refere à metodologia de cálculo do nível de subsídios providos pelo Brasil, o Órgão de Apelação afirmou que o gasto real, diferentemente do solicitado pelo Canadá, seria o melhor indicador para determinar a quantidade de subsídio. No que tange a contestação do Brasil de que o Proex não garantia vantagem material, o documento do Órgão de Apelação asseverou que, para demonstrar a inexistência de tais vantagens, o governo brasileiro deveria ter utilizado uma taxa de juros do arranjo internacional oficial que cumprisse as exigências da alínea k. Assim, segundo o relatório, o Brasil necessitaria ter empregado uma taxa de juros comparável a taxa Cirr (Comercial Interest Reference Rates) da OCDE. Uma vez que a taxa adotada pelo Brasil fosse superior a taxa de referência, seria possível afirmar que a equalização de taxas do Proex não garantiriam vantagens materiais. Como, de acordo com o Órgão, o Brasil não utilizou essa taxa, o país não consegue comprovar que os subsídios anuídos não eram utilizados para garantir vantgens materiais. Como conclusão, o relatório mantém o prazo de 90 dias para a retirada completa dos subsídios pelo Brasil (World Trade Organization, 1999).

No dia 20 de agosto de 1999, os relatórios do Painel e do Órgão de Apelação foram adotados pelo Órgão de Solução e Controvérsias (OSC) que recomendou que o Brasil retirasse, por completo, os seus subsídios até 18 de novembro do mesmo ano a fim de cumprir as determinações do painel (World Trade Organization, 1999).

Como prova do seu cumprimento às recomendações do Painel do OSC, o governo brasileiro encaminhou, no dia 19 de novembro de 1999, ao Órgão de Solução de Controvérsias documento em que enumerava as medidas adotadas pelo país. Para tanto, mencionou a Resolução do Banco Central nº 2.576 de 17 de dezembro de 1998 e nº 2.667 de 19 de novembro de 1999. De acordo com o documento, através dessas resoluções, o Brasil havia revisado a taxa do Proex, que agora estava em

conformidade com os parâmetros adotados pelo mercado internacional (World Trade Organization, 1999).

Quatro dias depois, a Missão Permanente do Canadá em Genebra enviou documento ao OSC afirmando que as medidas do governo brasileiro não constituiam, de fato, cumprimento às recomendações feitas pelo Órgão. De acordo com o Canadá, o Brasil continuava a subsidiar, por meio do Proex, as aeronaves regionais. Além disso, o país reclamante afirmou ainda que as novas medidas adotadas pelo Brasil continuavam violando o artigo 3º, item 1, alínea a do Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias.

Em 9 de dezembro de 1999, o OSC aceitou os argumentos canadenses e instaurou um Painel de Revisão a fim de verificar o cumprimento efetivo do Brasil a determinação do Órgão. Com pontos de análise, o Painel de Revisão buscou analisar os pagamentos efetuados pelo antigo Proex e a adequação do novo Proex à alínea k da Lista Ilustativa de Subsídio à Exportação.

Em seu relatório final, o Painel de Revisão concluiu que o Brasil continuava a emitir subsídios e, assim, persistia violando os termos do Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias ao não adotar as recomendações do OSC. Em seguida, o Órgão afirmou que o Brasil também havia realizado interpretação equivocada da alínea k da Lista Ilustrativa de Subsídio à Exportação. Por fim, o relatório afirmou que a taxa de juros adotada pelo Brasil como parâmetro de comparação para a taxa a ser implementada pelo Proex era inadequada, uma vez que a Eximbank, embora utilizada para financiar as exportações de aeronaves norte-americanas, não era estritamente comercial e tinha natureza variável, enquato a taxa adotada pelo Proex era fixa. Considerando tais problemas, o Painel de Revisão afirma que o Brasil falhou no cumprimento das recomendações do OSC de retirar o subsídio à exportação no prazo de 90 dias. (World Trade Organization, 2000; Lucena, 2006)

No dia 22 de maio de 2000, sob a demanda da missão permanente do Canadá em Genebra foi formado um grupo de Apelação que buscava verificar a necessidade de alteração nas conclusões e nas interpretações legais do Painel. O relatório final foi divulgado dois meses depois. Entre os pontos analisados pelo grupo, o Órgão de Solução de Controvérsias buscou verificar se a emissão de Notas do Tesouro Nacional continuavam a ser emitidas como forma de cumprir os contratos assinados pelo governo brasileiro antes publicação da resolução nº 2.667 de 19 de novembro de 1999. Além disso, conforme solicitado pelo Canadá, o grupo analisou também em que medida o primeiro parágrafo da alínea k poderia ser utilizado para estabelecer a taxa de equalização do Proex. Por fim, buscou-se verificar, também, se os pagamentos realizados pelo governo brasileiro através do Programa de Financiamento às Exportações eram usados para garantir vantagens materiais aos exportadores brasileiros. Como conclusão, de acordo com Lucena (2006), o parecer do órgão de apelação ratificou

a não cessão dos subsídios brasileiros às aeronaves por meio do Proex além de asseverar que o Brasil não havia conseguido demonstrar que o Proex não era utilizado para garantir vantagens materiais. Dessa forma, o Canadá estaria autorizado a adotar contramedidas ao Brasil.

Para determinar quais seriam as contramedidas, em 13 de junho de 2000, sob a demanda do Brasil, foi instaurado o processo de Arbitragem, com relatório final divulgado em 28 de agosto do mesmo ano. Como contramedida apropriada, os árbitros definiram que tal valor deveria ser o suficiente para levar o Brasil a retirar o subsídio proibido. Nesse sentido, foi definido que a quantidade total de subsídios deveria ser utilizada como contramedida (World Trade Organization, 2000).

De acordo com Lucena (2006), como método de cálculo, os árbitros definiram que o valor anual presente das contramedidas seria dado pela multiplicação entre a quantidade total projetada de aeronaves vendidas para o perído entre 2000 e 2005 e o valor atual do subsídio por modelo. Seguindo esse processo metodológico, o OSC determinou que o Brasil deveria sofrer sanções 344 milhões de dólares canadenses por ano que seriam imputados através de suspensão de concessões tarifárias ou outras obrigações assumidas com o Gatt, o Acordo sobre Têxtil e Roupa e o Acordo sobre Procedimentos de Licença de Importação até atingir o valor estipulado pela arbitragem. No dia 12 de dezembro de 2000, o Canadá foi autorizado a adotar tais medidas (World Trade Organization, 2000).

Finalmente, em 19 de janeiro de 2001, o Canadá, através da sua Missão Permanente em Genebra, enviou o último comunicado ao OSC solicitando a instauração de um Painel a fim de verificar se o novo Programa de Financiamento às Exportações (Proex III) estaria de acordo com o artigo 3º, item 1 do Acordo Sobre Subsídios e Medidas Compensatórias. O resultado, divulgado no dia 27 de julho de 2001 e adotado pelo Órgão de Solução de Controvérsias no dia 23 de agosto do mesmo ano. Como determinações da instância da OMC, foi resolvido que, diferentemente dos demais programas, o Proex III, de acordo com a Resolução do Banco Central nº 2799, não seria utilizado para garantir vantagens materiais por meio do crédito à exportação uma vez que estabelecia a taxa de juros do arranjo internacional da OCDE como parâmetro na determinação da taxa doméstica (World Trade Organization, 2001; Lucena, 2006). Assim, através da determinação da OSC o Brasil apresenta a primeira vitória depois de sucessivas derrotas na instância internacional.

No que diz respeito às análises empíricas do contencioso em questão, a maior parte dos estudos sobre o assunto, analisam a questão sob a ótica da teoria dos jogos. Nesse sentido, merece destaque o estudo de Pasin (2001). Hareb (2001), por sua vez, analisa a problemática sob a ótica da criação de externalidades e custos de tais subvenções governamentais. Finalmente, Millete (2004) analisa o contencioso através da análise de custo-benefício. Deve-se obervar que tais estudos trazem informações consideráveis para a determinação das variáveis analisadas no presente estudo empírico

que visa a aplicar a metodologia de redes neurais artificiais na previsão do comportamento brasileiro junto a OMC no conflito comercial com o Canadá.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Modelo de Redes Neurais Artificiais de Retropropagação

De acordo com Portugal e Fernandes (2000), os modelos de Redes Neurais Artificiais (RNA), também conhecidos como modelos conexionistas de computação ou sistema de processamento paralelo distribuído, são representações matemáticas inspiradas no funcionamento do cérebro humano que é capaz de detectar padrões através do seu processo de aprendizagem. Alexander (2007) afirma que as redes neurais são aproximadores universais, no sentido de que elas podem ajustar qualquer função não-linear com qualquer grau de precisão. Finalmente, segundo Hall et all (2008), esses modelos possuem flexibilidade para distribuições paramétricas não-específicas, ou seja, conseguem capturar relações não estruturadas entre as variáveis, além de ter vantagens em superar limitações nos dados

Sendo inicialmente aplicados ainda na década de 1940, os modelos de redes neurais artificiais se tornaram aptos a resolver problemas na área de negócios apenas em 1986, através da descoberta do logaritmo de retropropagação descoberto por Rumelhart (1986). Desde a sua criação, vários pesquisadores contribuíram com o progresso da área através da ampliação das regras de aprendizagem e o desenvolvimento de arquiteturas de sistemas não lineares dinâmicos.

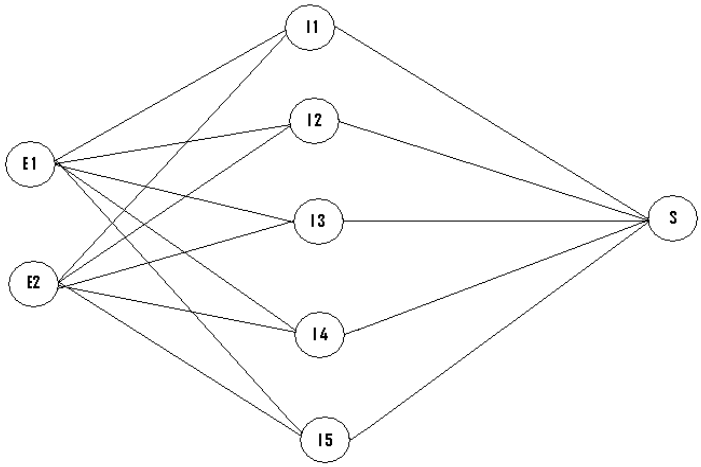
De acordo com Mandic e Chambers (2001), os modelos de redes neurais emergiram nos anos 1980 como um potencial modelo para a realização de previsões não lineares, de alta complexidade e com dados não estacionários. Devido à evolução de computadores pessoais, que possibilita, ainda hoje, o desenvolvimento e aprimoramento de redes neurais, não se pode determinar ao certo a quantidade de redes neurais existentes.

Segundo Gately (1996), as redes neurais podem ter aplicações nas diversas áreas do conhecimento, como no diagnóstico médico, controle de vôo, reconhecimento da fala e exploração de poços de petróleo. No campo das previsões financeiras, seu emprego é amplo, em que se destaca a previsão de preços de ações, de indicadores econômicos, da saúde financeira de empresas, do risco de crédito e do risco bancário.

Segundo Mandic e Chambers (2001) e Alexander (2007), um modelo de rede neural é especificado pela sua topologia ou arquitetura, pelas conexões entre os neurônios e pela regra de aprendizagem ou treinamento. A topologia do modelo é determinada pela quantidade de neurônios e camadas da rede, em que cada camada é composta por um ou mais neurônios (unidades de

processamento). Apesar de o número de redes existentes não ser conhecido, de acordo com Gately (1996), aproximadamente 90% das redes são compostas por uma camada de entrada, uma intermediária e uma de saída. Apesar disso, uma rede neural pode possuir várias camadas intermediárias ou não possuí-las, contudo, deve-se notar que, segundo Frascarolli, Costa Silva e Silva Filho (2008), as redes neurais sem camadas intermediárias podem apresentar limitações na solução de problemas que não sejam linearmente separáveis. A figura abaixo mostra um exemplo de rede neural com uma camada de entrada (com dois neurônios, E1 e E2), uma camada intermediária (composta por cinco neurônios I1 a I5) e uma camada de saída (formada pelo neurônio s).

Figura 1: Exemplo de um modelo de rede neural do tipo Perceptrons Multilayer Perceptrons



Fonte: Cavalcanti et all, 2009

Segundo Mandic e Chambers (2001), o neurônio representa, assim como o faz no cérebro humano, o componente básico da rede neural. Os neurônios que compõem a camada de entrada da rede neural são responsáveis por receber as informações das variáveis independentes, através de valores, no modelo. Já os demais neurônios, localizados nas demais camadas, são responsáveis por determinar a relação matemática entre as variáveis independentes e dependente(s). De acordo com Alexander (2007), os neurônios das camadas intermediárias possuem função de transferência que dão torções não lineares ao modelo, sendo essas torções compostas por funções diferenciáveis. A autora afirma ainda que, uma vez que existam várias camadas intermediárias na rede neural, elas trabalharão em um sistema de "sanduíche" em que as torções lineares e não lineares são alternadas. Ainda segundo os autores, um neurônio pode ser definido matematicamente por:

$$y = \varphi(\sum_{i=1}^{N} w_i\, x_i + w_0) \qquad (1)$$

Onde os *xi's* são os valores de entrada em cada neurônio, *wi's* são os pesos que determinam as conexões entre os neurônios. A expressão $\sum_{i=1}^{N} w_i\, x_i$ é chamada de atenuação, w_0 é denominado de viés de atenuação, y é o valor gerado pelo neurônio e a função φ, conhecida como função de ativação, é geralmente determinada por uma função do tipo sigmóide, com predominância da função logística, como mostrado em (2).

$$y(u) = \frac{1}{1+e^{-u}} \tag{2}$$

Do ponto de vista dos padrões das conexões entre os neurônios, as redes neurais podem ser divididas em dois tipos: as redes *feedforward*, em que cada neurônio de uma camada possui conexões diretas com neurônios da camada seguinte ou camadas mais afastadas, e as redes *feedback*, que considera, além das ligações existente nas redes feedforward, ligações que partem de camadas avançadas e retornam a camadas anteriores. Alexander (2007) afirma que quanto maior o número de conexões existentes entre os neurônios de uma rede neural, mais complexa será essa rede.

A construção de um modelo de rede neural é dividida em duas etapas: na primeira, denominada como fase de aprendizagem ou de treinamento, as conexões entre os neurônios são ajustadas até que o modelo seja capaz de compreender as relações existentes entre a(s) variável(is) dependente(s) e independente(s) dada determinada medida de desempenho ou grau de convergência. Na segunda fase, conhecida como fase de teste ou validação, através da realização de previsões *ex post*, avalia-se se o modelo ajustado possui poder preditivo para realizar previsões com grau de precisão semelhante ao adotado na fase de treinamento.

De acordo com Gately (1996), 90% dos dados disponíveis para a construção do modelo devem ser utilizados no processo de aprendizagem e o restante dos dados deve ser empregado na fase de validação. Antes de iniciar o processo de aprendizagem, deve-se definir a quantidade de camadas do modelo, a quantidade de neurônios em cada camada, o tipo de função de ativação dos neurônios, os tipos de ligações entre os neurônios e o critério de convergência. O critério de convergência é responsável por definir o ajustamento dos valores gerados pelo modelo com os dados da variável dependente observados.

Após definidas essas informações, os pesos das conexões entre os neurônios são ajustados por um processo iterativo baseado em uma regra (ou um algortimo) de aprendizagem. Deve-se notar que, segundo Frascarolli, Costa Silva e Silva Filho (2009), é a escolha do algoritmo de aprendizagem adequado que garante previsão com erro mínimo. Considerando a importância apontada por Gately

(1996) com relação aos modelos que possuem três camadas, a literatura indica o algoritmo de retropropagação (*backpropagation*), também conhecido com Regra do Delta Generalizado, como a regra mais utilizada para a aprendizagem. Portugal e Fernandes destacam, ainda, que durante o processo de aprendizagem, utilizando o algoritmo de retropropagação, os neurônios das camadas intermediárias se organizam de tal forma que cada elemento reconhece características diferentes do espaço de entrada, cabendo, dessa forma ao algoritmo de treinamento decidir quais características devem ser extraídas (Frascarolli, Costa Silva e Silva Filho, 2009). Concluído esse processo, o erro gerado na camada de saída é comparado com o valor observado e essa diferença gera uma função erro que é utilizada, através da retropropagação que utiliza o método de descida de gradiente, para ajustar os pesos sinápticos. Cada vez que os erros são retropropagados e os parâmetros ajustados, diz-se que o modelo realiza uma iteração. Esse processo iterativo, de acordo com Frascarolli, Costa Silva e Silva Neto (2009) será repetido até que algum critério seja estabelecido, como um mínimo erro global.

Um possível problema oriundo do processo de treinamento da rede neural artificial diz respeito ao superajustamento ou super-treinamento da mesma. Nesse caso, a rede inicia um processo de memorização das relações estocásticas das variáveis e perde o poder de realizar generalizações (Arnaud, 2007). Para lidar com esse tipo de problema, alguns métodos como a regularização dos termos (Poggio e Girosi, 1990), a seleção de modelos (Moody, 1992), o aumento dos graus de liberdade (Frascarolli, Costa Silva e Silva Neto, 2009), redução dos graus de precisão (Alexander, 2007) ou parada com validação cruzada (Hecht-Nielsen, 1990) têm sido sugeridos pela literatura.

Embora muitos trabalhos considerem as redes neurais como modelos eficientes para estudo de casos de falências bancárias devido ao seu poder de generalização universal, algumas críticas têm sido feitas a respeito da sua estrutura "opaca" ou em "caixa-preta". Segundo Hall et all (2008), o maior incoveniente associado ao uso das redes neurais como instrumento de tomada de decisão diz repeito à ausência de capacidade de explicação. Assim, de acordo com os autores, embora as RNAs possam alcançar alto grau de ajustamento na previsão, a razão que leva a esse ajuste não está prontamente disponível, ou seja, o uso de redes neurais como preditores de crise bancária não permite a formalização da relação entre variáveis de entrada e variáveis de saída de maneira compreensiva. Entretanto, a literatura recente tem enfatizado que o uso das redes neurais artificiais diversas vantagens às análises. Ainda segundo Hall et all (2008), esses modelos possuem flexibilidade para distribuições paramétricas não-específicas, ou seja, conseguem capturar relações não estruturadas entre as variáveis, além de, como afirmado inicialmente, ter vantagens em superar limitações nos

dados. Por fim, os autores salientam que as RNAs estão sujeitas a previsões com erros mínimos e pequenas variâncias

3.1 ESPECIFICAÇÃO DA MODELAGEM UTILIZADA

Para o presente estudo, o modelo de redes neurais *Multilayer Perceptrons* com algoritmo de retropropagação e uma camada intermediária de neurônios será utilizado para estimar as estratégias de escolha do Brasil sobre subsidiar as aeronaves produzidas pela Embraer e infrigir os artigos 3 e 27 do Acordo sobre subsídios e medidas compensatórias da OMC e o artigo XVI do Gatt entre os anos de 1995 e 2000. A presença de apenas uma camada intermediária é reforçada por diversos trabalhos teóricos a exemplo do estudo de Corrar, Paulo e Dias Filho (2007) e Frascaroli, Costa Silva e Silva Filho (2009): de acordo com a literatura, apenas uma camada é suficiente para aproximar qualquer função contínua.

As variáveis independentes consideradas na estimação do modelo seguirão o estabelecido pela normativa do Programa de Financiamento às Exportações – Proex e pela teoria da Política Endógena que afirma que as políticas de subsídios e tarifas podem ser explicadas de acordo com o comportamento racional maximizador em que as variáveis que explicam os subsídios são aquelas que afetam as decisões dos agentes maximizadores (Magee, Brock e Young, 1989). Dessa forma, como o governo brasileiro enquadrou a Embraer na modalidade de equalização das taxas de juros, que, de acordo com Blumenschein e Leon (2002) consiste no "pagamento às instituições financiadoras da diferença, a maior, entre os encargos negociados com o exportador e o importador e os custos de captação de recursos pelo financiador" (pág. 9), considerou-se que as variáveis que afetam o acesso ao crédito doméstico por empresas nacionais e internacionais, como taxa de juros local e taxa de câmbio, influenciarão às decisões do governo brasileiro em subsidiar as exportações de aeronaves brasileiras. Deve-se notar ainda que, de acordo com Blanchard (2004), a taxa de câmbio apresenta uma relação positiva com o nível de exportações.

Além dessas variáveis, considerou-se ainda que o próprio nível de exportações de aeronaves e suas partes, em dólares norte americanos, realizadas pelo Brasil no período pode explicar as decisões do governo brasileiro. A adição dessa variável é justificada pois, de acordo com Krugman (1984), os subsídios governamentais podem habilitar as firmas domésticas a aumentar sua produção, de tal forma que seus lucros alcançarão patamares maiores que os subsídios oferecidos, o que levará, segundo o autor, a captura dos retornos financeiros, gerando, dessa forma, um aumento do bem estar social, objetivo do governo. Logo, dada a indisponibilidade de dados sobre os lucros da Embraer para o período entre os anos de 1994 e 2001, utilizou-se a exportação como uma variável *proxy*.

Em sequência, uma variável de característica qualitativa foi inserida para apontar em que estágio estaria o conflito dentro do Órgão de Soluções de Controvérsias na OMC. Nesse sentido, são enumerados os seguintes estágios: (i) consulta, (ii) painel, (iii) apelação, (iv) primeiro recurso do Canadá no painel de revisão, (v) primeiro recurso do Canadá no Órgão de Apelação, (vi) pedido de arbitragem do Brasil e (vii) segundo recurso do Canadá.

Finalmente, utilizou-se, como hipótese para o modelo que os preços do petróleo influenciam as decisões do governo sobre subsidiar a Embraer. A justificativa para tal fato é explicada por Morrison, Hansmann e Sgouridis (2011) que afirmam que o nível de demanda por aeronaves de corredor único é influenciada diretamente pelo preço da *commodity*, o que, para o caso brasileiro, deverá indicar em impactos sobre as exportações.

O estudo é desenvolvido a partir da análise das posições do governo brasileiro sobre as políticas de subsídios à Embraer via equalização das taxas de juros. Nesse sentido, o período total foi segmentado em três subperíodos: (i) o primeiro, entre dezembro de 1994 e setembro de 1995, em que o governo brasileiro não aplicou qualquer medida de incentivo às exportações, (ii) o segundo período, entre outubro de 1995 e outubro de 1999, em que o governo adota medidas diversas de apoio às exportações de aeronaves e, (iii) finalmente o terceiro e último período que vai de dezembro de 1999 a dezembro de 2000, quando o governo brasileiro efetua os primeiros movimentos legais com o organismo internacional e retira todas as políticas de incentivo ao setor, finalizando o processo dentro da OMC.

A modelagem a ser construída tem como objetivo verificar a previsibilidade das ações brasileiras durante o contencioso na OMC. Para tanto, foram realizadas duas estimações distintas. A primeira, analisa a possibilidade de prever *ex post* a mudança de comportamento do Brasil observada entre os meses de novembro e dezembro de 1999 quando o Banco Central emite resoluções que fazem revisões das taxas de juros implementadas pelo Proex para o setor aeroviário. A segunda estimação considerou, por sua vez, a previsibilidade de manutenção do comportamento brasileiro nos últimos períodos antes do encerramento do processo.

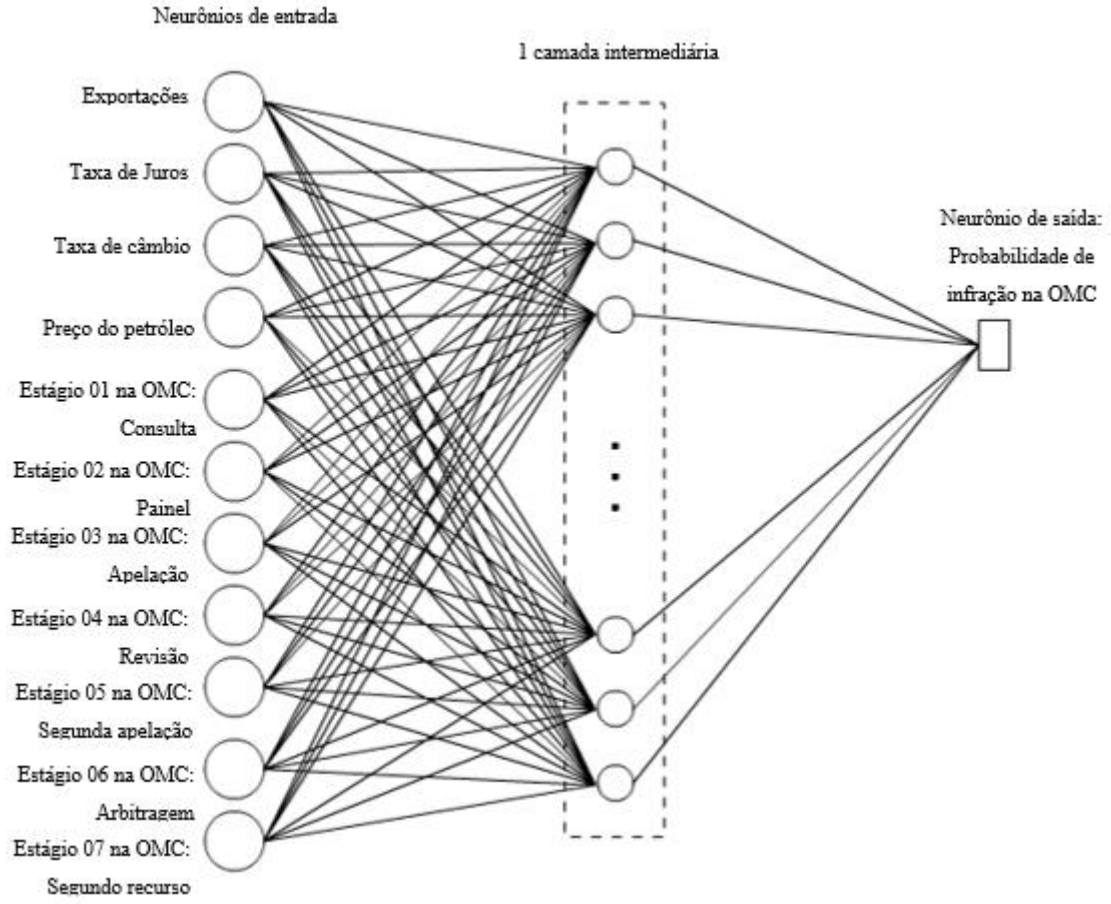
Dado o tamanho reduzido da amostra, optou-se por dividir o conjunto de dados da seguinte maneira: para as avaliações que consideram a mudança de comportamento brasileiro (quando da decisão de cooperar com o organismo internacional), foram reservadas 57 observações para o treinamento. Para a fase de teste, foram utilizadas 5 observações que consideram os dois meses anteriores à mudança e os três meses subsequentes a essa. Em sequência, para as análises que consideram a previsibilidade de manutenção da política brasileira no final do processo, foram considerados 73 períodos para a fase de treinamento e 8 dados para a fase de teses. A preferência pela

parcela de dados destinada à fase de teste decorreu da observação de que tal procedimento permitia acelerar o aprendizado da rede neural. Deve-se notar que a escolha das observações mais recentes para o procedimento de teste está de acordo com o apontado por Frascarolli, Costa Silva e Silva Neto (2009) que afirmam que essas observações podem trazer informações mais relevantes para a explicação do problema a ser tratado pela rede.

Com o objetivo de determinar a probabilidade mudanças dos comportamentos polítcos brasileiros durante o conflito com o Canadá na OMC, foram utilizadas, além das duas amostras em dois períodos de tempo distintos, três tipos de redes neurais com número de neurônios intermediários e graus de convergência diferentes.

Com relação à quantidade de neurônios existentes na camada intemediária rede neural, essa está de acordo com o que é recomendado por alguns autores especialistas no assunto. De acordo com Corrar, Paulo & Dias Filho (2007), para aplicações mais usuais, uma rede neural deve possuir apenas uma camada intermediária, porém, a quantidade de neurônios que compõem essa camada deve ser estipulada através da experimentação de algumas redes para esta série. Nesse sentido, foram estimados três modelos distintos para cada horizonte temporal: (i) o primeiro modelo contendo 50 neurônios na camada intermediária e grau de convergência de 0,999, (ii) o segundo, contendo também 50 neurônios na camada intermediária e grau de convergência ligeiramente menor, de 0.99, (iii) em seguida, o terceiro modelo possui 30 neurônios na camada intermediária e 0,95 de grau de convergência. A figura a seguir apresenta a estrutura da rede neural de maior complexidade (10 neurônios de entrada, uma camada intermediária contendo um número variado de neurônios, um neurônio de saída) utilizada no presente trabalho.

Figura 2: Estrutura da Rede Neural Utilizada



Fonte: Elaboração Própria

3.2 ORIGEM DOS DADOS

Para o presente estudo, a informação necessária para a avaliação da posição brasileira no contendo com o Canadá na OMC é analisada através das características macroeconômicas do país (exportações, taxa de juros e taxa de câmbio) e de indicadores de preços de *commodity* (petróleo) internacional. As variáveis macroeconômicas utilizadas no presente trabalho estão disponíveis no IBGE, Banco Central e Ipeadata. As informações sobre os estágios do processo está disponível no site da OMC. Finalmente, os preços do petróleo são divulgados pela Bovespa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de medir a previsibilidade do comportamento brasileiro durante o contencioso entre Embraer e Bombardier na OMC, os resultados das estimações são apresentados em duas subseções: a primeira parte traz os resultados de previsão de mudança de comportamento do Brasil entre os meses de outubro e novembro de 1999, quando o Banco Central divulga a Resolução nº 2.667

que indica o primeiro esforço do Brasil em cooperar com o organismo internacional. A segunda subseção mostra os resultados das estimações quando se considera a continuidade do comportamento brasileiro ao final do processo.

4.1 PREVISÃO I: MODELOS DE AVALIAÇÃO DE MUDANÇA DE COMPORTAMENTO BRASILEIRO

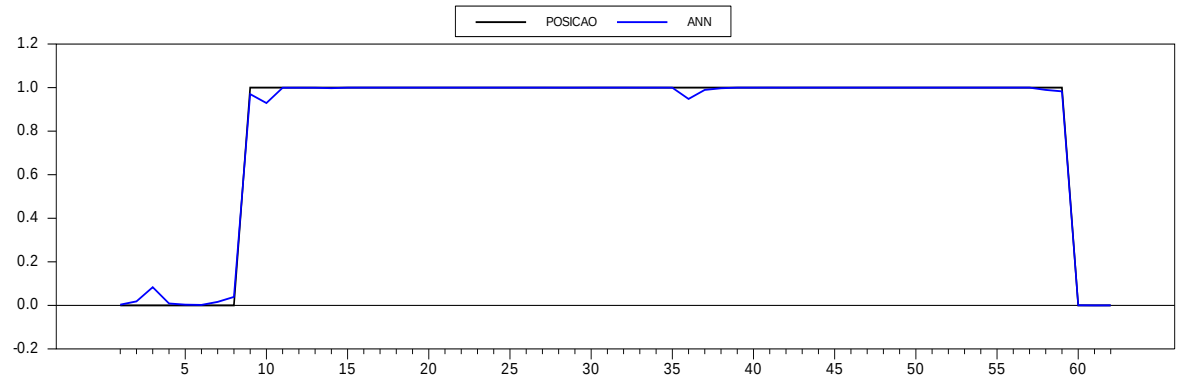
Para analisar o comportamento brasileiro dentro da OMC, foram utilizados três modelos de redes neurais artificiais. A combinação de variáveis e a especificação dos modelos de redes neurais obedeceram, estritamente, o indicado por Vieira (2010) com o objetivo de verificar se com o uso da mesma ferramenta seria possível também avaliar a previsibilidade de comportamentos políticos.

Nas figuras abaixo, a linha escura mostra as posições brasileiras durante o processo na OMC (posição) e a linha azulada apresenta os resultados da rede neural após o processo de treinamento e teste (ANN). Vale ainda considerar que as 8 primeiras observações dizem respeito ao período em que o Brasil não emitiu qualquer subsídio à Embraer enquanto as 49 seguintes dizem respeito ao período em que o governo brasileiro realizou políticas de incentivos à exportação de aeronaves brasileiras através da equalização de taxas de juros do Proex. Todas elas, juntas, foram utilizadas no processo de aprendizagem da rede neural. As cinco últimas observações (58-62), tanto da série escura quanto da série em azul, compõem o conjunto de informações utilizado no processo de teste da rede.

Deve-se notar que os modelos não apresentaram convergência imediata, ou seja, os modelos atingem os graus de convergência especificados apenas após sequenciados períodos de teste. Tal fato pode ser explicado pela existência de múltiplos pontos de mínimo na função. Dessa forma, os resultados abaixo apresentados se referem à média dos resultados observados quando do alcance do grau de convergência. Os gráficos abaixo mostram os desempenhos das redes neurais.

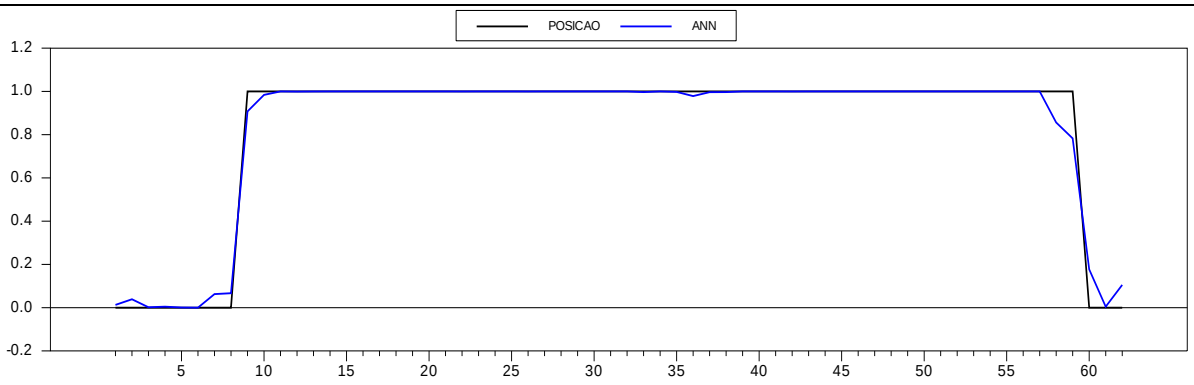
Brazilian Journals of Business

Gráfico 1: Modelo de previsão de mudança de comportamento: Grau de convergência: 0,999. Neurônios intermediários: 50



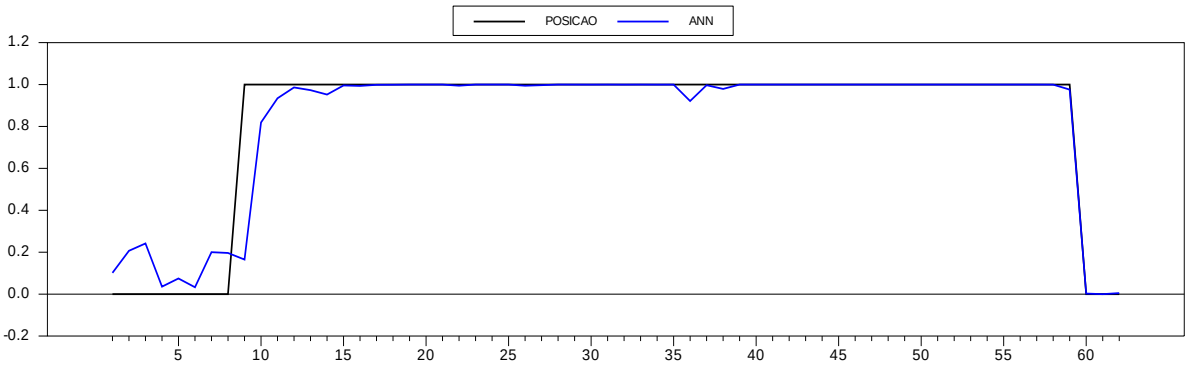
Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 2: Modelo de previsão de mudança de comportamento: Grau de convergência: 0,99. Neurônios intermediários: 50



Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 2. 3: Modelo de previsão de mudança de comportamento: Grau de convergência: 0,95. Neurônios intermediários: 30



Fonte: Elaboração Própria

Os três gráficos apresentados acima mostram um forte grau de ajustamento da rede neural aos dados originais. Tal fato pode ser observado pela proximidade entre as linhas escura e azulada. A explicação para esse fato é dada pela existência de relações não lineares entre as variáveis. Em todos,

os casos, como será mostrado em seguida, o modelo apresentou boa performance quando realizada a análise dentro da amostra.

A utilidade dos modelos de redes neurais artificiais como potencial sistema de previsão será testada utilizando-se o seguinte procedimento de classificação: a probabilidade do governo brasileiro mudar de ação é comparada com um valor de corte (nesse caso, assume-se 10%, de acordo com o verificado por Vieira (2010)). Se essa probabilidade for maior que o valor de corte, pode-se afirmar que o governo deverá adotar políticas de incentivo às exportações e se essa for menor que o valor de corte, afirma-se que o governo não adotará tais políticas. Como nos demais estudos, um erro tipo I é definido como a classificação equivocada da não intervenção governamental quando, de fato, o governo efetua tal procedimento e o erro tipo II é definido como a classificação errada de intervenção quando não há esse procedimento. Tal critério de classificação foi adotado seguindo o entendimento de que infrigir às regras do organismo internacional seria mais prejudicial ao Brasil do que não as adotar.

A tabela abaixo apresenta os resultados de classificação obtidos utilizando-se os modelos estimados nos conjuntos de dados dentro da amostra (essas avaliações consideram os dados das observações utilizadas para o treinamento da rede neural) e fora da amostra (essas avaliações consideram os dados das observações utilizadas no processo de teste da rede neural). Os dados entre parênteses dizem respeito ao número de meses que o Brasil não adotou políticas de incentivos e o número de períodos que o Brasil adotou tais políticas, respectivamente.

Tabela 1: Resultados de classificação para dados dentro e fora da amostra

Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
Variáveis utilizadas: estágios do processo na OMC, valor das exportações de aeronaves e partes, taxa Selic, Taxa de câmbio, preço do petróleo no mercado internacional.					
Especificações do Modelo: Nível de convergência da Série: 0.999 Quantidade de Neurônios Intermediários: 50		Especificações do Modelo: Nível de convergência da Série: 0.99 Quantidade de Neurônios Intermediários: 50		Especificações do Modelo: Nível de convergência da Série: 0.95 Quantidade de Neurônios Intermediários: 30	
Resultados dentro da amostra					
Erro tipo I: 0 (49,8)	Erro tipo II: 0 (49,8)	Erro tipo I: 0 (49,8)	Erro tipo II: 0 (49,8)	Erro tipo I: 0 (49,8)	Erro tipo II: 2 (49,8)
Resultados fora da amostra					
Erro tipo I: 0 (2,3)	Erro tipo II: 0 (2,3)	Erro tipo I: 0 (2,3)	Erro tipo II: 2 (2,3)	Erro tipo I: 0 (2,3)	Erro tipo II: 0 (2,3)

Fonte: Elaboração Própria

Através da análise da tabela acima, é possível observar que para todos os casos, o modelo de redes neurais artificiais apresentou performance adequada, gerando quatro erros do tipo II, sendo dois erros dentro e dois erros fora da amostra verificados nos modelos de menor complexidade. Deve-se notar ainda que, por não apresentar erros do tipo I, mais graves, as redes neurais podem ser utilizadas como preditoras de alteração do comportamento político brasileiro na OMC.

Um ponto que deve ser elucidado se refere ao desempenho do modelo de menor complexidade (30 neurônios intermediários e grau de convergência de 0,95). Deve-se notar que, embora esse modelo produza erros do tipo II dentro da amostra, esses erros referem-se a períodos imediatamente anteriores a mudança de comportamento do governo brasileiro. Assim, pode-se afirmar que o modelo consegue diagnosticar alterações de comportamento *one step ahead*. A tabela abaixo apresenta o erro quadrático médio dos modelos.

Tabela 2: Erro quadrático médio dos modelos

Modelo	Erro Quadrático Médio dentro da amostra	Erro Quadrático Médio fora da amostra	Erro Quadrático Médio total
Modelo 1	0,0177	0,0091	0,0172
Modelo 2	0,0184	0,1485	0,0457
Modelo 3	0,1286	0,0110	0,1233

Fonte: Elaboração Própria

Analisando a tabela acima, pode-se observar que o modelo com maior complexidade na sua estrutura (maior nível de convergência e maior quantidade de neurônios intermediários) apresenta melhor desempenho quando comparado aos demais, chegando a apresentar menos de 1% de erro quadrático médio fora da amostra e menos 2% de erro quadrático médio total.

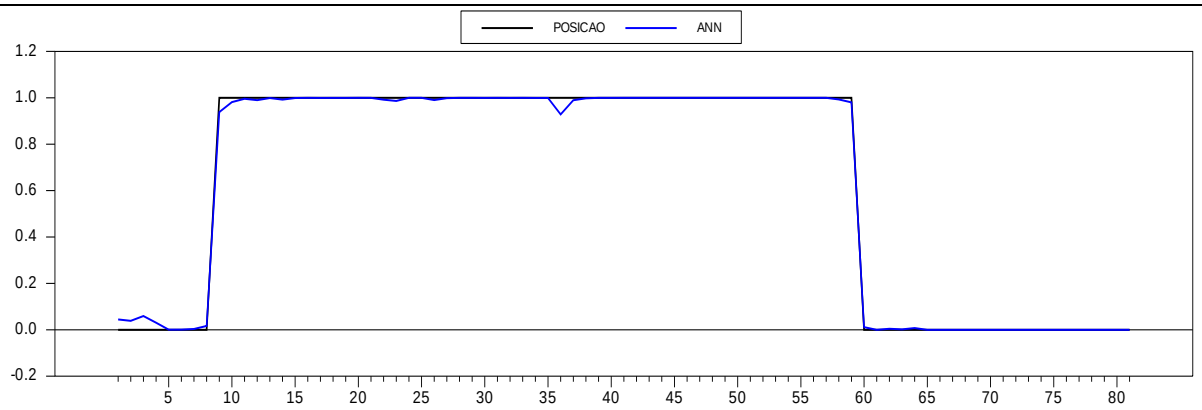
4.2 PREVISÃO II: MODELOS DE PREVISÃO DE MUDANÇA DE COMPORTAMENTO BRASILEIRO

De forma semelhante ao que foi observado na mudança de comportamento do governo brasileiro, a linha escura mostra as posições brasileiras durante o processo na OMC (posição) e a linha azulada apresenta os resultados da rede neural após o processo de treinamento e teste (ANN). Vale ainda considerar que as 8 primeiras observações dizem respeito ao período em que o Brasil não emitiu qualquer subsídio à Embraer, as 51 seguintes dizem respeito ao período em que o governo brasileiro realizou políticas de incentivos à exportação de aeronaves brasileiras através da equalização de taxas de juros do Proex e as 22 observações finais se referem ao período em que Brasil passa a cooperar com o orgzanismo intrenacional.

Brazilian Journals of Business

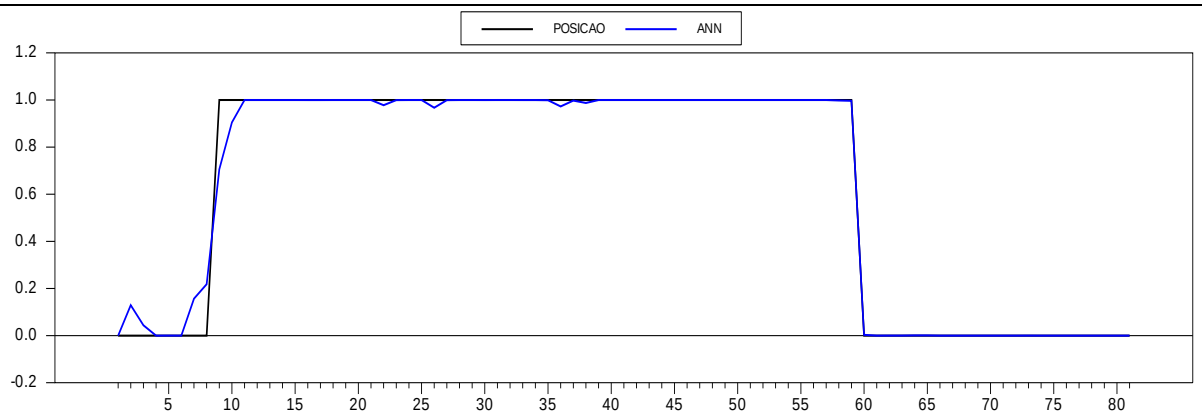
Para o estudo em tela, as primeiras 73 informações foram utilizadas no processo de aprendizagem da rede neural. Em seguida, as oito últimas observações (74-81), tanto da série escura quanto da série em azul, compõem o conjunto de informações utilizado no processo de teste da rede. Os gráficos e a tabela abaixo mostram os desempenhos das redes neurais.

Gráfico 4: Modelo de previsão de mudança de comportamento: Grau de convergência: 0,999. Neurônios intermediários: 50



Fonte: Elaboração Própria

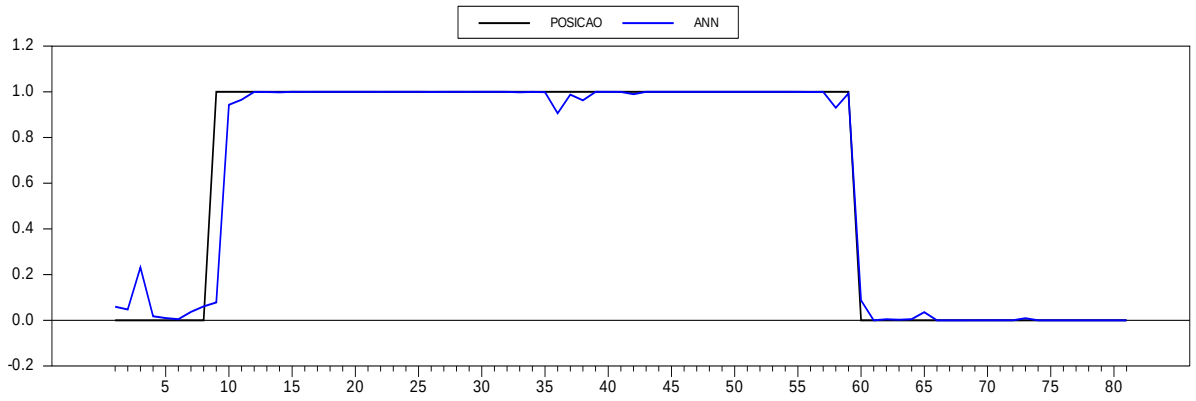
Gráfico 5: Modelo de previsão de mudança de comportamento: Grau de convergência: 0,99. Neurônios intermediários: 50



Fonte: Elaboração Própria

Brazilian Journals of Business

Gráfico 6: Modelo de previsão de mudança de comportamento: Grau de convergência: 0,95. Neurônios intermediários: 30



Fonte: Elaboração Própria

Tabela 3: Resultados de classificação para dados dentro e fora da amostra

Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
Variáveis utilizadas: estágios do processo na OMC, valor das exportações de aeronaves e partes, taxa Selic, Taxa de câmbio, preço do petróleo no mercado internacional.					
Especificações do Modelo: Nível de convergência da Série: 0.999 Quantidade de Neurônios Intermediários: 50		Especificações do Modelo: Nível de convergência da Série: 0.99 Quantidade de Neurônios Intermediários: 50		Especificações do Modelo: Nível de convergência da Série: 0.95 Quantidade de Neurônios Intermediários: 30	
Resultados dentro da amostra					
Erro tipo I: 0 (49,8)	Erro tipo II: 0 (49,8)	Erro tipo I: 0 (49,8)	Erro tipo II: 3 (49,8)	Erro tipo I: 1 (49,8)	Erro tipo II: 1 (49,8)
Resultados fora da amostra					
Erro tipo I: 0 (2,3)	Erro tipo II: 0 (2,3)	Erro tipo I: 0 (2,3)	Erro tipo II: 0 (2,3)	Erro tipo I: 0 (2,3)	Erro tipo II: 0 (2,3)

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 4 : Erro quadrático médio dos modelos

Modelo	Erro Quadrático Médio dentro da amostra	Erro Quadrático Médio fora da amostra	Erro Quadrático Médio total
Modelo 1	0,0160	0,0000	0,0152
Modelo 2	0,0509	0,0000	0,0483
Modelo 3	0,1135	0,0000	0,1077

Fonte: Elaboração Própria

Através dos resultados mostrados nos gráficos e tabelas acima, é possível observar que, novamente, o modelo que possui maior complexidade em sua estrutura (modelo 1) apresenta desempenhos satisfatórios no que diz respeito à ausência de erros de tipo I e II tanto dentro quanto fora da amostra. Além disso, é necessário afirmar que, para a previsão de período mais alongado, nenhum dos modelos apresentou erros fora da amostra. Finalmente, deve-se observar que todos os

modelos se apresentaram como instrumentos adequados de previsão do comportamento político brasileiro, tendo em vista a inexistência de valores significativos de erro quadrático médio para as análises fora da amostra (fase de teste da rede neural).

4.3 COMPARAÇÕES ENTRE OS MODELOS

A partir dos resultados dos desempenhos dos modelos considerando dois horizontes temporais distintos, é possível verificar que, dentre as redes neurais utilizadas para previsão de comportamento político brasileiro, o modelo que considera uma maior quantidade de neurônios nas camadas intermediárias se destaca por possuir maior poder preditivo tanto dentro como fora da amostra quando comparado com os demais, além de possuir menor erro quadrático médio da previsão o que possibilita uma previsão mais acurada do comportamento político brasileiro. O quadro a seguir mostra as atuações dos modelos de melhor desempenho para os dois tipos de horizontes temporais especificados.

Para tanto, foi considerado o seguinte critério de desempate: menor quantidade de erro do tipo I, menor quantidade de erro do tipo II, e menor erro quadrático médio total. Tal procedimento foi adotado pois, embora contrarie à literatura que afirma que a melhor rede está associada ao menor erro, erros do tipo I representam fortes custos políticos para um país, além de implicar também custos para a instituição internacional. Além disso, deve-se notar ainda que redes neurais com estruturas mais complexas terão, necessariamente, menores erros.

Quadro 2. 1: Modelos de melhor desempenho

Mudança de comportamento	Manutenção do comportamento
Modelo 1	Modelo 1

Fonte: Elaboração Própria

A partir das informações mostradas no quadro, é possível observar que o Modelo 1 (grau de convergência de 0,999 e 50 neurônios na camada intermediária) possui melhor performance quando comparado aos demais modelos.

5 CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contencioso entre Brasil e Canadá durante os anos de 1996 e 2000 foi analisado por uma vasta quantidade de estudiosos das mais diversas áreas os quais buscaram identificar, entre outros fatores, qual a melhor estratégia a ser adotada por cada um dos países. Para o caso do Brasil, em específico, o conflito foi ainda de maior relevância tendo em vista que o processo foi encerrado apenas no trâmite final na OMC, implicando, por fim, a punição do Brasil pelo organismo internacional.

A revisão de literatura empírica indicou que, para o processo de incentivos às exportações podem não estar ligados apenas aos custos das empresas, como também a funções de maximização do governo. Para o estudo, foram adotadas variáveis macroeconômicas ligadas ao Programa de Incentivos às Exportações e considerou-se, ainda, os estágios do processo dentro do organismo internacional.

Como instrumento metodológico, foram adotadas as redes neurais artificiais com o objetivo realizar avaliações a fim de prever o comportamento político brasileiro durante o processo na OMC. Dessa forma, trabalho em tela treinou três redes neurais compostas por topologias distintas (quantidade de neurônios intermediários e graus de convergência), além de analisar esses mesmos modelos para dois períodos de tempo diferentes.

Como resultados, observou-se que a ferramenta possibilita prever os comportamentos políticos brasileiros, tanto de mudança de comportamento quanto de manutenção das políticas de incentivo às exportações adotadas. Dessa forma, o trabalho ratifica a importância do uso de ferramentas de inteligência artificial para prever comportamentos não apenas econômicos, mas também políticos. O estudo verificou também que, independentemente do horizonte temporal analisado, o modelo que apresentou o melhor poder preditivo era composto por maior quantidade de neurônios intermediários e maior grau de convergência. Tal fato pode ser explicado pelo seu poder de aproximação e ajuste a qualquer função não-linear a qualquer grau de precisão.

Os resultados encontrados nesse trabalho ratificam aqueles encontrados na literatura internacional, em que as redes neurais apresentam melhor desempenho quando comparadas a métodos de previsão paramétricos, como os modelos logit ou probit. Uma crítica que pode ser feita à metodologia diz respeito a sua estrutura em “caixa preta”, que não permite a verificação dos determinantes individuais da tomada de decisão política.

REFERÊNCIAS

Alexander, C. **Model of Markets**, BM&F, 2007.

Arnaud, A. **Abordagem Híbrida para Otimização de Redes Neurais Artificiais para Previsão de Séries Temporais**. UFPE, Dissertação de Mestrado, 2007.

Banco Central www.bc.gov.br Acessado em 15 de janeiro de 2012

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, BNDES. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_desafio/Relatorio-06.pdf. Acessado em 21 de agosto e 2012

Blanchard, O. **Macroeconomia**. Prentice Hall, 2004

Botelho, A., **Comércio veta os produtos do Canadá**. O Estado de São Paulo, São Paulo, p. B8, 8 de fev. 2001.

Bumenschein, F., Lopez, F., **Uma análise do desempenho e da segmentação do sistema de crédito à exportação no Brasil.** In.: Pinheiro, A., Markwald, R., Pereira, Valls. O desafio das exportações. Rio de Janeiro: BNDES, 2002. P. 175-243

BMF & BOVESPA www.bovespa.com.br Acessado em 15 de janeiro de 2012.

Brasil, Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior. Disponível em http://www.mdic.gov.br/sitio/ . Acessado em 21 de agosto de 2012.

Brasil, Ministério das Relações Internacionais. Disponível em http://www.itamaraty.gov.br/o-ministerio/conheca-o-ministerio/tecnologicos/cgc/solucao-de-controversias/mais-informacoes/texto-dos-acordos-da-omc-portugues/1.1.11-acordo-sobre-subsidios-e-medidas-compensatorias/view Acessado em 21 de agosto de 2012.

Corrar, J., E. Paulo, E. Dias Filho, **Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia,** 2007.

Frascaroli, B., Costa Silva, L., Silva Filho, O. (2009). **Os Ratings de Risco Soberano e os FundamentosMacroeconˆomicos dos Países: Um Estudo Utilizando Redes Neurais Artificiais**, Revista Brasileira de Finanças, Vol. 7, Nº1, PP 73-106

Hareb, S., **Les subventions aux exportations: Étude et application au cas de Bombardier-Embraer**, Université de Montréal, Dissertação de Mestrado, 2001

Hilda, H., **Sócios Divergem sobre a Embraer**. Gazeta Mercantil, São Paulo, p. C-4, 31 de maio de 1996.

Krugman, P. **Introdução à Economia**, Editora Campus, 2008.

Krugman, P., **Industrial Organization and International Trade.** Elsevier, 1984

Lucena, A. **Cooperar ou não cooperar, eis a questão: A organização mundial do comércio, o Brasil e o contencioso Embraer-Bombardier**. UNB, Tese de Doutorado, 2006

Magee, Brock e Young, **Black Hole Tariffs and Endogenous Policy Theory: Political Economy in General Equilibrium**. Cambridge University Press, 1989

Millette, V., **Quel est l'impact des subventions à l'exportation sur le bien-être social du Canada: Le cas de Bombardier-Embraer.** Université de Montréal, Dissertação de Mestrado, 2004.

Monteiro, T. **Fab encomenda novo avião à Embraer**. Estado de São Paulo, São Paulo, 23 de janeiro de 1995.

Morrison, J., Hansmann, R., e Sgouridis S., **Game Theory Analysis of the Impact of Single Aisle Aircraft Competition on Fleet Emissions.** MIT Press, 2011.

Ottoboni, J. **Embraer começa a demitir mais de 350 funcionários**. Jornal da Tarde. São Paulo, 3 de abril de 1996.

Pasin, J., **A Organização Mundial do Comércio e as Estratégias para o Brasil à luz da Teoria dos Jogos.** Revista do BNDES, v.8, nº16, Rio de Janeiro, 2001

Público, **Empresa foi privatizada em dezembro**. Correio Brasiliense, Brasília, 23 de janeiro de 1995.

Púbico, **Embraer negocia venda de 150 aviões aos EUA**. Folha de São Paulo, São Paulo, 28 de maio de 1996.

Silveira, V. **EMB-145, o novo avião da Embraer**. Gazeta Mercantil, São Paulo, 14 de julho de 1995.

Vieira, A. **Avaliação de insolvência no sistema bancário: uma aplicação para o caso brasileiro.** UFPE, Dissertação de Mestrado, 2010.

WTO, Organização Mundial do Comércio. Disponível em http://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/cases_e/ds46_e.htm. Acessado em 21 de agosto de 2012.