



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONTABILIDADE
MESTRADO EM CONTABILIDADE**

FRANCISCO NOBRE DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS PARA APERFEIÇOAR O PROCESSO DE
RECUPERAÇÃO DE RECEITAS TRIBUTÁRIAS NO
ESTADO DA BAHIA: UM MODELO PARA O ICMS BASEADO
EM REDES NEURAS ARTIFICIAIS**

**SALVADOR
2011**

FRANCISCO NOBRE DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS PARA APERFEIÇOAR O PROCESSO DE
RECUPERAÇÃO DE RECEITAS TRIBUTÁRIAS NO
ESTADO DA BAHIA: UM MODELO PARA O ICMS BASEADO
EM REDES NEURAS ARTIFICIAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em
Contabilidade da Universidade Federal da Bahia
como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Contabilidade.

Área de concentração: Controladoria

Orientador: Prof. Dr. José Maria Dias Filho

**SALVADOR
2011**

Ficha catalográfica elaborada por Vânia Magalhães CRB5-960

Oliveira, Francisco Nobre de

O48 Estratégias para aperfeiçoar o processo de recuperação de receitas tributárias no estado da Bahia: um modelo para o ICMS baseado em redes neurais artificiais./ Francisco Nobre Oliveira. - Salvador, 2011.

118 f. il. ; quad.; fig.; graf.; tab.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Ciências Contábeis, 2011.

Orientadora: Prof. Dr. José Maria Dias Filho.

1. Redes neurais. 2. Contabilidade tributária. 3. Finanças públicas. I. Dias Filho, José Maria. II. Título. III. Universidade Federal da Bahia.

CDD – 657.46098142

FRANCISCO NOBRE DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS PARA APERFEIÇOAR O PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE RECEITAS TRIBUTÁRIAS NO ESTADO DA BAHIA: UM
MODELO PARA O ICMS BASEADO EM REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Faculdade de Ciências Contábeis da Universidade Federal da Bahia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Contabilidade.

Aprovada em 28 de julho de 2011.

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. José Maria Dias Filho - Orientador (a)
UFBA


Prof. Dr. Antônio Ricardo de Souza
UFBA


Prof. Dr. Antônio Lopo Martinez
FÚCAPE

*À minha adorável esposa Cândida e às minhas
filhas: Adriana, Clúdia, Júlia e Gabriela, com
imenso amor e dedicação.*

AGRADECIMENTOS

Nenhum trabalho é fruto de uma pessoa só. A construção de uma dissertação requer antes de tudo, abnegação, muita força de vontade e espírito de luta, sendo preciso acreditar no sonho inicial para vencer os obstáculos e seguir em frente. E isso não se faz sozinho. Por isso cabem aqui meus sinceros agradecimentos àqueles que contribuíram para que esta dissertação fosse elaborada, tanto no terreno das idéias (arquétipos incorpóreos) quanto do objeto, cópia (imperfeita) destas idéias. Portanto, se imperfeições existem neste trabalho, devem todas ser creditadas exclusivamente ao autor.

Primeiramente agradeço a Deus, bondade absoluta que me concedeu a graça da saúde para chegar a esta etapa da vida e poder concluir este trabalho.

À minha esposa Cândida, reflexo do próprio nome e minhas filhas Adriana, Cláudia, Júlia e Gabriela, que nesta caminhada, se viram muitas vezes privadas, com sacrifício, do convívio do marido e do pai.

Aos meus pais, Tereza e Luiz Henrique (*com muita saudade*), cujos ensinamentos e ideais foram o alicerce sobre o qual construí toda a minha vida e aos meus irmãos pelo apoio, em particular meu irmão Raimundo (*in memoriam*) que, mesmo sem saber, me deu o primeiro, decisivo e grande estímulo para perseverar na permanente busca do conhecimento.

Ao meu orientador Prof^o Dr. José Maria Dias Filho que com sua enorme paciência, soube me conduzir para o caminho da produção de algum conhecimento que possa ser útil à sociedade e às organizações, sendo desde o início para mim uma referência e reserva intelectual.

Ao Prof^o Dr. Joseilton Silveira da Rocha, o primeiro Coordenador do Curso, que com sua postura me fez refletir sobre os caminhos a percorrer no Mestrado em Contabilidade da UFBA.

Aos demais professores do Programa que com dedicação me fizeram perpassar pelo campo da pesquisa, aguçando a curiosidade intelectual tão necessária para a construção do conhecimento, com destaque ao Prof. Dr. Antonio Ricardo de Souza por ter-me despertado para a importância de entender o papel do Estado Contemporâneo.

Aos meus colegas de turma, que me fizeram compreender o valor da união quando os momentos iniciais nos pareciam tormentosos e foram para mim referências com suas contribuições aos questionamentos da vida acadêmica.

Agradecimento especial a Erico Ventura, ilustrado parceiro que me desvendou o mundo das Redes Neurais Artificiais e muito me incentivou a não desistir de demonstrar que elas são extremamente úteis ao universo da gestão pública.

A Secretaria da Fazenda do Estado da Bahia, na figura de Guilherme Teixeira da Rocha, pelo acesso necessário na construção deste trabalho e, principalmente, a Cibele Graça e sua equipe de Data Warehouse pela inestimável colaboração na coleta e tratamento dos dados.

E finalmente aos funcionários da Coordenação do Mestrado que, sempre prestativos e atenciosos, muito nos auxiliaram, tranquilizando quanto às questões administrativas.

Se Deus segurasse em Sua mão direita toda verdade, e em Sua mão esquerda a perene busca pela verdade, embora com a condição de que eu deva para sempre errar, e me dissesse “Escolha”, humildemente eu escolheria a mão esquerda e diria: “Dai-me, Senhor! A verdade pura é para Vós somente”

Gotthold Lessing

RESUMO

Esta pesquisa procurou investigar a utilização de Redes Neurais Artificiais (RNA) como instrumento de seleção de contribuintes a serem fiscalizados pela Secretaria da Fazenda do Estado da Bahia (SEFAZ-BA), constituindo-se em uma alternativa ao atual modelo vigente que se baseia na dicotomia entre interesse e relevância. A pesquisa caracterizou-se como explicativa e estudo de caso, pois estudou o caso específico do Estado da Bahia e explicou fenômenos baseados em informações coletadas junto aos contribuintes a serem fiscalizados. O referencial teórico baseou-se nos fundamentos do papel do Estado contemporâneo e a questão das finanças públicas, a discussão sobre as Redes Neurais Artificiais (RNA) e sua aplicação na seleção de contribuintes do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações (ICMS). No Estado da Bahia em 2010, este imposto correspondia a 86,62% das receitas tributárias do Estado. Este fato evidencia a necessidade da SEFAZ-BA acompanhar os níveis de arrecadação dos contribuintes identificando distorções que indiquem uma eventual sonegação do tributo. Os resultados apontam que as RNAs são um instrumento que podem ser utilizado como ferramenta de seleção e identificação de problemas no que se refere aos dados fiscais de arrecadação e sonegação do ICMS. O modelo apresentado demonstrou ser possível fazer uma classificação mais objetiva na indicação de contribuintes com alto, médio e baixo risco de sonegação e, portanto, contribuir para uma gestão mais eficiente e eficaz na alocação de recursos materiais e humanos da SEFAZ-BA em sua atividade precípua de fiscalização, preenchendo lacuna hoje existente quanto à utilização de uma ferramenta em bases científicas.

Palavras-chave: Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações (ICMS). Redes neurais artificiais (RNA). Tributação. Estado contemporâneo. Federalismo fiscal.

ABSTRACT

This research intended to investigate the use of Artificial Neural Networks as a tool for selecting taxpayers to be audited by the Finance Secretary of the State of Bahia (SEFAZ-BA) becoming an alternative to the current model based on the dichotomy between interest and relevance. The survey was characterized as explanatory and case study, because it studies the specific case of the State of Bahia and explained phenomena based on information collected from the taxpayers to be audited. The theoretical reference was based on the role of the contemporary State and the public finances issue, the discussion about Artificial Neural Networks and its application in the selection of taxpayers of the *Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações (ICMS) (Tax on Circulation of Goods and on Interstate Transportation and Inter and Communications)*. In Bahia State, in 2010, this tax corresponded to 86.62% of tax revenues of the state. This fact highlights the need for SEFAZ-BA accompany levels of taxpayer identifying problems that indicate a possible evasion of tax. The results show that RNAs are an instrument that can be used as a tool for selecting and identifying problems regarding to fiscal data of collection and tax evasion of ICMS. The model proved to be possible to sort a more objective indication of the taxpayers with high, medium and low risk of tax evasion and thus contribute to a more efficient and effective allocation of material and human resources of SEFAZ-BA in its major activity of inspection, filling the gap that currently exists on the use of a tool that works in scientific basis.

Keywords: *Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações (ICMS) (Tax on Circulation of Goods and on Interstate Transportation and Inter and Communications)*. Artificial neural networks. Taxation. Contemporary state. Fiscal federalism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Desenho de um neurônio biológico	76
Figura 2 -	Modelo de neurônio simples de McCulloch e Pitts	77
Figura 3 -	Diferentes tipos de função de ativação	77
Figura 4 -	Função de ativação hiperbólica	78
Figura 5 -	Esquema de rede com camadas escondidas	80
Figura 6 -	Topologia genérica de RNA para previsão	85
Figura 7 -	Operacionalização da nota fiscal eletrônica	92
Figura 8 -	Simplificação da arquitetura da rede neural artificial utilizada neste trabalho	96
Figura 9 -	Interface gráfica da SIRC - treinamento	101
Figura 10 -	Interface gráfica da SIRC – testes	102
Figura 11 -	Tela resumo do treinamento	103
Figura 12 -	Tela resumo do resultado do treinamento	104
Figura 13 -	Simulação de um caso real (1), a partir de dados de um contribuinte	106
Figura 14 -	Simulação de um caso real (2), a partir de dados de um contribuinte	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Perspectivas sobre o Estado contemporâneo	58
Quadro 2 -	Resumo dos recolhimentos em uma cadeia econômica completa	71
Quadro 3 -	Variáveis utilizadas e respectivos valores possíveis	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	CTB comparada 2008 – Brasil x países OCDE selecionados	31
Gráfico 2 -	A curva de Laffer	63
Gráfico 3 -	Demonstração gráfica do resultado de contribuintes autuados	105
Gráfico 4 -	Demonstração gráfica do resultado de contribuintes não autuados	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Carga tributária por base de incidência – 2008. Brasil x países da OCDE (em % da carga tributária total)	32
Tabela 2 -	Receita tributária por tributo – 2005 a 2009 (% do PIB)	35
Tabela 3 -	Competência tributária e distribuição constitucional dos recursos.	49
Tabela 4 -	Receita tributária por competência –2009 (% do PIB).	50
Tabela 5 -	Modelo descritivo de uma cadeia econômica completa	69

SUMÁRIO

1	O PROBLEMA DA PESQUISA	15
1.1	CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA	15
1.2	QUESTÕES DA PESQUISA E HIPÓTESE GERAL	18
1.3	OBJETIVOS DO TRABALHO	19
1.3.1	Objetivo geral	19
1.3.2	Objetivos específicos	20
1.4	CONTRIBUIÇÕES AO ENTENDIMENTO DO PROBLEMA	20
1.4.1	Manifestação de estudiosos sobre o problema da evasão fiscal e a ação do Fisco	21
1.4.2	Manifestação de estudiosos sobre a utilização das RNAs para classificação de contribuintes	27
1.4.3	A necessidade de racionalização do sistema tributário	28
1.4.3.1	Esgotamento da capacidade do Estado para satisfazer às demandas sociais	30
1.4.3.2	Pressões institucionais para otimizar o aproveitamento do potencial tributário	36
1.5	METODOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO	38
1.6	A ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	42
1.7	SÍNTESE DO CAPÍTULO	43
2	ESTADO CONTEMPORÂNEO E FINANÇAS PÚBLICAS	44
2.1	IMPLICAÇÕES DO FEDERALISMO FISCAL	45
2.2	DISTRIBUIÇÃO DE COMPETÊNCIAS TRIBUTÁRIAS	48
2.3	DISTRIBUIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES DE GASTOS	51
2.4	EVASÃO FISCAL NO CONTEXTO DA TEORIA DAS FINANÇAS PÚBLICAS	52
2.5	QUESTÃO TRIBUTÁRIA RELACIONADA AOS FUNDAMENTOS DAS FINANÇAS PÚBLICAS	54
2.6	TRIBUTAÇÃO E ESTADO CONTEMPORÂNEO: BASES CONCEITUAIS E ESPECIFICIDADES	57
3	ASPECTOS ECONÔMICOS DA TRIBUTAÇÃO: UMA VISÃO	60

	GERAL	
4	ASPECTOS JURÍDICOS DA TRIBUTAÇÃO NO BRASIL: ENTENDENDO AS SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	66
4.1	O PRINCÍPIO DA NÃO CUMULATIVIDADE: COMPREENDENDO A SISTEMÁTICA DO ICMS	68
4.2	MODELO EXEMPLIFICATIVO DA NÃO CUMULATIVIDADE	69
5	REDES NEURAS ARTIFICIAIS	75
5.1	HISTÓRICO	75
5.2	TOPOLOGIA E ARQUITETURA DAS REDES NEURAS ARTIFICIAIS	79
5.3	UTILIZAÇÃO DAS REDES NEURAS NO ÂMBITO DA TRIBUTAÇÃO	84
5.4	UTILIZAÇÃO DAS REDES NEURAS NOS DIVERSOS RAMOS DO CONHECIMENTO	88
6	TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	90
6.1	SISTEMÁTICA ATUAL DA SELEÇÃO DE CONTRIBUINTES PARA A FISCALIZAÇÃO	90
6.2	DESCRIÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL UTILIZADA NESTE TRABALHO	95
6.3	DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO DE DADOS UTILIZADOS	98
6.4	DESCRIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL	100
6.5	OPERACIONALIZAÇÃO DA REDE	101
7	RESULTADOS OBTIDOS	103
8	CONCLUSÃO	109
	REFERÊNCIAS	112

1 O PROBLEMA DA PESQUISA

1.1 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

A dinâmica da economia mundial e a crescente demanda da sociedade brasileira por melhores serviços prestados pelo Estado exigem mudanças dos órgãos estatais responsáveis pela cobrança de tributos para que se acompanhe o processo de globalização e atenda a essas demandas da sociedade.

Para fazer frente a esses desafios, o Estado brasileiro, nos últimos anos, passou por mudanças estruturais que envolveram o seu papel, suas funções, setores em que atua e, principalmente, a adoção de políticas econômicas voltadas a torná-lo mais eficiente na alocação dos recursos públicos e, também, mais forte ante os diversos grupos de interesse. Para isso, um dos itens mais priorizados pelas agendas governamentais é a busca da eficiência na gestão fiscal das finanças públicas.

O Estado brasileiro pós-reforma iniciada nos anos 1990¹ enfatizou, como política estruturante para a retomada do crescimento econômico, a dimensão fiscal – entendida como a grande estratégia governamental na recuperação da capacidade de financiamento das políticas públicas e dos investimentos em setores considerados importantes para o país.

Nas unidades subnacionais não foi diferente. A política que mais prevaleceu nas prioridades dos governos estaduais nos últimos anos foi a questão fiscal e o controle das contas públicas e, conseqüentemente, o saneamento das finanças públicas estaduais. Tal política tinha como objetivo central a recuperação da capacidade de financiamento e a retomada do crédito público em prol da consecução de uma política de curto prazo centrada na racionalidade da gestão fiscal e financeira voltada para o saneamento das contas e das finanças públicas.

¹ A reforma iniciada em 1995 procurou responder ao grande aumento do Estado tendo como base o Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado e culminou com a aprovação da Emenda Constitucional 19/98. Essa reforma tem como pressuposto transformar a administração pública burocrática vigente até então em uma administração pública gerencial, com ênfase nos resultados e não nos processos. Isso implicou, por exemplo, na flexibilização de algumas garantias dadas ao servidor público, em que os valores como a eficiência, a qualidade dos serviços prestados à sociedade e o desenvolvimento de uma cultura gerencial dentro do aparelho do Estado passam a orientar predominantemente a reforma.

Para atingir tais objetivos, o governo federal criou uma importante legislação que norteia e impede que gestores públicos gastem mais do que arrecadam – a Lei Complementar nº 101, de 04.05.2000, conhecida como Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) – que tem sido considerada uma das grandes inovações institucionais do setor público governamental, constituindo-se em um código de boas condutas de finanças públicas, aplicável às três esferas de governo (Federal, Estadual e Municipal) e aos três poderes (Executivo, Legislativo e Judiciário), abrangendo a administração direta e indireta.

A LRF enfatiza que a responsabilidade na gestão fiscal pressupõe a ação planejada e transparente, em que se previnem riscos e se corrigem desvios capazes de afetar o equilíbrio das contas públicas, mediante o cumprimento de metas de resultados entre receitas e despesas e a obediência a limites e condições sob vários aspectos das finanças públicas, com sérias restrições a gestores que transgredirem as normas estatuídas.

Esse aspecto particular da Lei – o da responsabilização direta dos gestores – preconiza certa racionalidade às finanças dos entes federativos, como demonstra a publicação de vários trabalhos evidenciando que o advento da LRF, trouxe significativo avanço no que concerne ao senso comum de não se gastar mais do que se arrecada.

Nunes e Nunes (2003), analisando o efeito após dois anos do advento da LRF, comentam que o ajuste depois da LRF é inegável. Mais da metade dos municípios reduziu a sua despesa total com pessoal como proporção da receita corrente líquida e a média das despesas municipais com pessoal, desconsiderando a distribuição por Poder, foi de 40,6% em 2001, inferior ao limite. 98,87% dos municípios cumpriram o limite máximo e 97,85% cumpriram o limite prudencial de despesas com pessoal² de despesas com pessoal. Quase a totalidade dos Legislativos Municipais estavam enquadrados à LRF em 2001 e mais da metade reduziu a sua despesa total com pessoal como proporção da receita corrente líquida depois da LRF.

No que concerne às receitas, a LRF preconiza que constituem requisitos essenciais da responsabilidade na gestão fiscal a instituição, previsão e efetiva arrecadação de todos os

² Os Artigos 18 a 21 da LRF estipulam limites (em percentuais) da receita corrente líquida e define regras para concessão de reajustes salariais dos servidores dos três poderes e nas três esferas. No Parágrafo 1º do Artigo 22 estabelece-se, como limite prudencial, o atingimento de 95% sobre aqueles percentuais a partir do qual são estabelecidas diversas vedações quanto à criação de cargos, concessão de vantagens e outros. Por receita corrente líquida, entende-se o somatório das receitas tributárias, de contribuições, patrimoniais, industriais, agropecuárias, de serviços, transferências correntes e outras receitas também correntes, deduzidos das transferências obrigatórias para outros entes.

tributos da competência constitucional do ente da Federação (Art. 11) e que é vedada a realização de transferências voluntárias de arrecadação de impostos para o ente que não observe o disposto no *caput*, no que se refere aos impostos (Parágrafo Único do Art. 11).

Este comando obriga que as unidades subnacionais zelem por suas administrações tributárias de forma criteriosa, pois os repasses de impostos, como se verá de forma mais detalhada no item que trata da distribuição das receitas, ficam condicionados à efetiva arrecadação, o que, em última análise, é o pano de fundo deste trabalho.

No que se refere à questão fiscal e tributária, o Estado da Bahia, em particular, vem priorizando uma política centrada na melhoria da eficiência da arrecadação tributária, com ênfase no Imposto sobre as Operações Relativas a Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações – ICMS, criado pela Lei Complementar 87/96 e regulamentado pela Lei Estadual nº 7014, de 04 de Dezembro de 1996.

Dados disponíveis no *site* da Secretaria da Fazenda do Estado da Bahia (SEFAZ-BA) indicam que em 2010 o ICMS respondia por 86,62% da receita tributária³. Considerando que esta rubrica correspondia a 51,80% do total de todas as receitas, deduz-se que o ICMS isoladamente representava aproximadamente 45% das receitas à disposição do Estado para atender suas finalidades precípuas de produção de bens públicos como educação, segurança e infraestrutura, entre outros, o que reforça a necessidade de uma eficiente gestão deste imposto (BAHIA, 2011).

Em consonância com uma política centrada na melhoria da eficiência da arrecadação fiscal, a administração do ICMS atribuída à SEFAZ-BA, exige que este órgão público, acompanhe os níveis de arrecadação dos contribuintes, identificando distorções que indiquem eventual sonegação do tributo.

Um dos instrumentos de que as agências fiscalizadoras dispõem para averiguar o correto cumprimento das obrigações tributárias por parte do contribuinte e, portanto, atender aos

³ A receita tributária do Estado da Bahia é composta pelo ICMS, pelo Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), pelo Imposto sobre a Transmissão “Causa Mortis” (ITDC), Imposto de Renda Retido na Fonte (IRRF) e pelas Taxas do Poder de Polícia e Prestação de Serviços (TPP).

ditames da LRF é a fiscalização das atividades dos administrados *in loco*. Porém, o universo de contribuintes a fiscalizar impõe uma importante questão de gestão, já que a escassez de recursos materiais e humanos obriga que a administração tributária aperfeiçoe a utilização desses recursos, direcionando as atividades de fiscalização para o núcleo de contribuintes com potencial de sonegação.

O conhecimento exato do cumprimento das obrigações tributárias por parte dos contribuintes e seus níveis de evasão fiscal devem estar no centro de toda e qualquer atividade fiscal. A decisão de quais contribuintes devem ser priorizados no momento de se planejar as ações fiscais caracteriza a situação-problema deste trabalho.

No elenco de possibilidades disponíveis para que o gestor tome a melhor decisão quanto à indicação do contribuinte a fiscalizar, algumas devem ser atendidas prioritariamente como, por exemplo, aqueles contribuintes cujo prazo de decadência⁴ ou prescrição está por vencer. Por ser decorrente de determinação legal, o gestor tributário tem que selecionar os contribuintes nessa situação sob pena de ser enquadrado na LRF.

Dado que os recursos humanos são escassos para fazer frente à presença de milhares de contribuintes a fiscalizar e com prazo estabelecido por lei de 5 anos para reclamar as dívidas tributárias, essas restrições acabam gerando a impossibilidade real de se fiscalizar todos os contribuintes no prazo mencionado. Nesse contexto, a utilização de técnicas de inteligência artificial, em particular as de Redes Neurais Artificiais (RNA) como desenvolvido no presente trabalho, apresenta-se como alternativa para melhor alocação de recursos destinados à fiscalização.

1.2 QUESTÕES DA PESQUISA E HIPÓTESE GERAL

A questão norteadora do presente estudo, portanto, tem origem na necessidade de se desenvolver mecanismos técnicos que possam ser utilizados para identificar com maior

⁴ Os institutos da decadência e da prescrição decorrem de imposição do Código Tributário Nacional (CTN) –Lei 5172 de 25 de outubro de 1966. O Artigo 173 trata da decadência e determina que o direito de a Fazenda Pública constituir o crédito tributário extingue-se após 5 (cinco) anos, contando-se esse prazo (1) do primeiro dia do exercício seguinte àquele em que o lançamento poderia ter sido efetuado e (2) da data em que se tornar definitiva a decisão que houver anulado, por vício formal, o lançamento anteriormente efetuado. Já a prescrição é tratada no Artigo 174 o qual define que a ação para a cobrança do crédito tributário prescreve em 5 anos, contados da data da sua constituição definitiva. São normas que a rigor servem para proteger o contribuinte contra a demora do Estado em fazer valer o seu poder de tributar, já que o contribuinte não pode ficar “*ad eternum*” a espera que o Estado manifeste-se quanto à sua conduta tributária.

eficácia contribuintes resistentes ao pagamento do ICMS. Considerando o histórico de uso de alguns modelos matemáticos na tentativa de identificar riscos e classificar indivíduos em certas categorias, a pesquisa se desenvolve em função da seguinte questão: baseando-se em recursos derivados das chamadas Redes Neurais Artificiais, que modelo utilizar para identificar contribuintes do ICMS mais propensos à sonegação?

Parte-se do pressuposto de que o comportamento tributário dos contribuintes tende a um padrão que pode ser identificado pelas redes neurais artificiais, possibilitando a classificação entre aqueles que têm potencial de sonegação e aqueles que não apresentam características que os tornem de maior interesse para a fiscalização.

A comprovação da utilidade das RNAs em problemas de seleção de contribuintes é condição indispensável como critério de avaliação para a destinação de maiores investimentos neste tipo de tecnologia, dotando a SEFAZ-BA de um instrumento de gestão que possibilite a garantia da eficiência e eficácia na alocação de recursos voltados para a fiscalização de contribuintes.

A atual sistemática adotada pela SEFAZ-BA de apenas comparar o recolhimento do contribuinte com o comportamento do segmento onde se situa, fazendo uma dicotomia entre interesse e relevância, nem sempre leva à programação mais efetiva das ações fiscais a serem desencadeadas, por não se sustentar em bases científicas tendo em vista que vários são os fatores, inclusive comportamentais, que podem interferir na forma como o contribuinte cumpre suas obrigações tributárias.

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3.1 Objetivo geral

Nesse sentido, o objetivo principal desta pesquisa é identificar um modelo matemático, baseado em conceitos oriundos das Redes Neurais, que possa ser utilizado pela Administração Tributária do Estado da Bahia para identificar contribuintes mais propensos a assumir a condição de sonegadores do ICMS.

1.3.2 Objetivos específicos

Objetivos específicos são: (a) fornecer subsídios para agregar mais racionalidade ao processo de seleção de contribuintes que devem ser submetidos a controles de natureza fiscal; (b) buscar celeridade e eficiência no processo de recuperação de receitas tributárias sonegadas; (c) viabilizar mais racionalidade na utilização de recursos humanos e materiais por erro na seleção de contribuintes submetidos à fiscalização; (d) possibilitar a classificação de contribuintes em categorias de alto, médio e baixo risco de sonegação.

1.4 CONTRIBUIÇÕES AO ENTENDIMENTO DO PROBLEMA

Os estudos sobre o perfil dos contribuintes dentro da sociedade contemporânea têm sido importantes para que governos e instituições entendam o comportamento desses contribuintes, suas demandas, suas aspirações e a melhor forma de buscar seu comprometimento com o “interesse” público.

O “interesse” público é aqui representado pela racionalidade e zelo que o poder público deve ter com a arrecadação de impostos e, conseqüentemente, a aplicação eficiente dos recursos de acordo com os princípios que norteiam a administração pública, como a moralidade, a impessoalidade, a transparência, a responsabilidade, dentre outros.

A sociedade deseja que o poder público e as organizações e instituições responsáveis pelo bem-estar social, busquem, de forma responsável e eficiente, a aplicação de recursos públicos oriundos de arrecadação de impostos de forma a combater a desigualdade social. Nos últimos anos, apesar de políticas públicas e sociais de caráter mais redistributivo terem sido priorizadas pelas agendas dos governos, ainda prevalece no país e, especialmente, em alguns Estados da federação menos desenvolvidos, uma grande disparidade social entre ricos e pobres, incluídos e excluídos do processo de crescimento e desenvolvimento econômico social. Assim, faz-se mister que, governos, instituições, organizações públicas e servidores públicos busquem tornar a gestão pública uma forma de inclusão social e de combate às desigualdades de renda e de melhoria do acesso de mais pessoas às oportunidades de emprego.

Neste sentido, acredita-se que esta pesquisa poderá revestir-se de alguma importância social, pois trata de uma questão relevante na busca da eficiência arrecadatória que permita ao Estado

cumprir uma de suas finalidades que é a de proteger os direitos sociais estatuídos na Constituição Federal, “na medida em que a organização do Estado é capaz de cobrar tributos e garantir assistência médica, educação e uma renda mínima para todos” (BRESSER-PEREIRA, 2009).

Tendo em vista que uma das faces do equilíbrio fiscal depende primordialmente do nível arrecadatório, não obstante entender-se que a arrecadação de tributos está subordinada a diversos fatores entre os quais, o comportamento macroeconômico, ganha relevância este estudo de forma a aperfeiçoar a sistemática operacional na busca da eficiência da questão fiscal em nível regional.

1.4.1 Manifestação de estudiosos sobre o problema da evasão fiscal e a ação do Fisco

O Estado busca, por meio da tributação, os recursos financeiros para a produção dos chamados bens públicos, que podem ser tangíveis, como por exemplo, a iluminação pública, ou intangíveis, como defesa nacional, segurança pública, educação, justiça, etc.

Os bens públicos, uma vez colocados à disposição da sociedade, provocam nos beneficiários aspectos comportamentais quanto à sua efetiva participação nos custos de produção destes bens. Verifica-se que os indivíduos tendem a esperar que outros indivíduos arquem com o custo do bem público, mesmo desfrutando livremente dele, já que os bens públicos são considerados bens não rivais, isto é, o consumo destes bens por determinado indivíduo não interfere no consumo dos demais. Por exemplo, a utilização de uma estrada por determinada pessoa, não impede a utilização desta mesma estrada por outras pessoas.

Não se sentir responsável direto pelo custo do bem público, leva o contribuinte à tentativa de pagar menos imposto, sempre que pode, quer pelo uso das brechas da legislação (elisão fiscal), quer sonegando pura e simplesmente os tributos a que está obrigado (evasão fiscal).

No entanto, verifica-se que a elisão fiscal é uma alternativa com a qual o contribuinte pode contar para realizar o chamado planejamento tributário, já que estará rigorosamente dentro dos ditames legais, pois é entendida como a economia tributária resultante da adoção de

alternativa legal menos onerosa ou de lacuna na lei (FABRETI, 2009). Via de regra, a elisão fiscal acontece antes da ocorrência do fato gerador⁵ do tributo.

Já a evasão fiscal, ao contrário da elisão, consiste em prática contrária à lei. Geralmente é cometida após a ocorrência do fato gerador da obrigação tributária objetivando reluzir ou ocultar esta obrigação (FABRETI, 2009). No caso do ICMS, as práticas mais comuns se dão por operações sem emissão dos respectivos documentos fiscais comprobatórios, emissão documentos por valor inferior ao que efetivamente ocorreu, etc.

Sob uma perspectiva econômico-financeira, a evasão fiscal ocorre quando o contribuinte não transfere ao fisco ou deixa de pagar integralmente uma parcela a título de imposto, considerada devida por força de determinação legal.

Albuquerque e Fida (1997 *apud* BRITO, 2002) afirmam que a atividade financeira do Estado visa satisfazer as necessidades públicas e tem por objetivo estudar as formas pelas quais o Estado obtém as suas receitas e concretamente realiza as suas despesas. Necessidade pública é a necessidade que tem um interesse geral em determinado grupo social e é satisfeita pelo processo do serviço público. Entretanto, o mencionado conceito é relativo, porque depende das circunstâncias de tempo e de lugar, variando assim no tempo e no espaço.

Bresser-Pereira (2009), afirma que a sociedade civil é formada por todos os membros da sociedade agindo politicamente e pelas organizações corporativas e de controle ou responsabilização social da sociedade civil, enquanto o Estado é uma entidade abstrata, significando em sentido estrito, a organização ou o aparelho formado por políticos e servidores públicos dotados de poderes monopolistas para definir e fazer cumprir a lei sobre os indivíduos.

⁵ Por fato gerador entende-se a ocorrência de fato concreto previsto de forma abstrata na legislação de determinado tributo. A lei específica de cada tributo define qual é o fato gerador daquele tributo. Assim, por exemplo, fazer circular mercadorias é um fato gerador do ICMS. O fato gerador pode ser em relação à obrigação principal (pagar o tributo) ou obrigação acessória (obrigação de controle como por exemplo, emitir documento fiscal, escriturar livros, etc). Em matéria tributária o fato gerador está consignado nos Artigos 114 e seguintes do Código Tributário Nacional (CTN) estatuído pela lei 5.172 de 25 de outubro de 1966, que expressamente define que fato gerador da obrigação principal é a situação definida em lei como necessária e suficiente à sua ocorrência e que fato gerador da obrigação acessória é qualquer situação que, na forma da legislação aplicável, impõe a prática ou a abstenção de ato que não configure obrigação principal.

Nesse sentido, o Estado como transformação de várias vontades em uma só, necessita de recursos extraídos da sociedade, via tributação. Gomes (2006) relata que, fundamentando a ação da administração tributária, Allingham e Sandmo (1972) desenvolveram o modelo clássico teoria da sonegação, cuja conclusão é que quanto maior a percepção de risco de punição, menor é o nível de sonegação.

Alterações posteriores aprimoram o modelo de Allingham e Sandmo (1972), incluindo o efeito da ação do fisco como uma variável endógena, de forma que a percepção de risco aumenta com o aumento do valor não declarado. As análises empíricas posteriores validaram as conclusões teóricas do modelo.

Embora tal modelo esteja dirigido para analisar o comportamento de contribuinte individual do imposto de renda, as conclusões podem ser extrapoladas para tributos como o ICMS. Isso porque, a despeito do contribuinte do ICMS, em regra, ser uma pessoa jurídica, esta, ao deixar de recolher tributos, aumenta seu lucro o que em última instância modifica a função utilidade de seus sócios.

A forma com que o Estado conta para alterar essa função utilidade é exercendo seu papel fiscalizador, que não obstante a racionalidade do modelo de Allingham e Sandmo, (1972), com seus componentes comportamentais levam o contribuinte a temer a ação do Estado. Alguns autores se debruçaram a analisar o efeito da fiscalização.

Gomes (2006, p. 6) cita pelo menos três trabalhos nessa linha: (1) em estudo empírico realizado em 1988, Dubin e Wilde confirmam a influência da auditoria fiscal no cumprimento da obrigação tributária, bem como o efeito diferenciado por classe de renda, o que sugere também uma conduta no pagamento do imposto diferente da conduta no pagamento de contribuições previdenciárias; (2) Em 1996, Hunter e Nelson formulando uma função de produção para o fisco americano, identificam a contribuição positiva do trabalho de campo realizado pelos agentes do fisco e (3) o trabalho do Prof. Estelle-De-Moré, da Universidade de Barcelona, em 2003, conclui como sendo a ação do auditor o único fator de contribuição para o aumento da arrecadação, mesmo sob condições de influência política, na atuação do fisco espanhol. Os resultados destes trabalhos, não impedem de reconhecer as dificuldades que os órgãos de fiscalização têm para conhecer a real situação do contribuinte, evidenciando a assimetria da informação na atividade fiscal do Estado.

Siqueira e Ramos (2005) demonstram que em termos econômicos, os problemas de sonegação originam-se do fato de que as variáveis que definem a base tributária (rendas, vendas, rendimentos, riqueza, entre outras), não são frequentemente observáveis. Isto é, um ente externo não pode observar o valor real da base tributária de um indivíduo, e daí não pode saber a sua verdadeira responsabilidade tributária, caracterizando a assimetria da informação entre o contribuinte (que sabe a real dimensão de sua renda), e o órgão público.

Assim, os contribuintes podem levar vantagem da informação imperfeita que a administração tributária tem sobre sua responsabilidade e procurar iludir a tributação. No entanto, às vezes, esse conhecimento pode ser obtido por meio de auditorias, e, neste caso, diz-se que a base tributária é verificável, a um custo que evidentemente não pode suplantiar o benefício obtido pelo Estado com a atividade fiscalizadora.

Dando outro viés ao comentar o modelo desenvolvido por Allingham e Sandmo (1972), Siqueira e Ramos (2005) indicam que nele, a sonegação é vista como um problema de alocação de portfólio: o contribuinte deve decidir qual a parcela de sua renda y (postulada como exógena) quer investir nesta atividade de risco. Se não quiser correr nenhum risco, declara completamente sua renda; caso contrário, declara somente uma fração dela e aceita correr o risco de ser flagrado e multado.

Para esses autores, o problema consiste em escolher o retorno tributário ótimo, quando a renda declarada é tributada a uma alíquota fixa t e a evasão é multada em uma taxa θ , proporcional ao imposto evadido. A probabilidade de uma auditoria, isto é, a probabilidade de que o nível de renda verdadeiro seja descoberto, é fixa, exógena e dada por p . O contribuinte decide a parcela a sonegar a fim de maximizar a utilidade esperada de sua renda líquida. Representando por INA a renda líquida quando o sonegador não é auditado (renda bruta menos imposto sobre a renda declarada) e IA a renda líquida quando ele é auditado (renda bruta menos imposto sobre a renda verdadeira e menos a multa), pode-se escrever a função utilidade esperada do contribuinte como:

$$UE(e) = (1 - p).U(INA) + p.U(IA) = (1 - p).U[y - t(y - e)] + p.U(y - ty - \theta te)$$

em que e denota o montante de renda evadida ($e = y - x$), sendo x a renda declarada.

Essa representação, embora simples, fornece alguns resultados interessantes do ponto de vista da estática comparativa. Na hipótese razoável de que o contribuinte seja avesso ao risco, pode-se mostrar que o imposto evadido (te^*) varia inversamente com a probabilidade de auditoria (p) e com a penalidade (θ); enquanto depende negativamente da alíquota tributária (t), e positivamente da renda (y), se, e somente se, a função utilidade do contribuinte indica uma Aversão Absoluta ao Risco Decrescente (AARD). Assim, a proporção do imposto evadido, dado por te^*/y , aumenta com a renda se, e somente se, a função utilidade do contribuinte indica uma AARD.

Desses resultados, o menos óbvio é certamente a correlação inversa entre a quantidade evadida e a alíquota do imposto (com AARD). Isso decorre do fato de que tanto o ganho direto da evasão (impostos poupados) quanto à multa esperada dependem proporcionalmente de t . Portanto, um aumento na alíquota não induz à substituição do recurso da atividade de risco para uma atividade segura, provocando unicamente uma redução na renda disponível (SIQUEIRA; RAMOS, 2005).

Esse modelo básico dá uma boa ideia das decisões de sonegação dos contribuintes em uma estrutura muito simples: os impostos e as penalidades são proporcionais, a probabilidade de auditoria é constante e somente uma forma de sonegação está disponível (a subdeclaração da renda tributável).

Além disso, supõe-se que o contribuinte segue a teoria da utilidade esperada e é perfeitamente amoral, isto é, toma decisões em obediência exclusiva às consequências para a sua renda líquida. No entanto, está perfeitamente claro para muitos pesquisadores que a sonegação não pode ser explicada inteiramente pelos incentivos financeiros gerados pelo nível de imposição da lei Graetz e Wild (1985 *apud* SIQUEIRA; RAMOS, 2005). Parece pouco plausível que as atividades de imposição do governo sozinhas sejam responsáveis pelos níveis de obediência à legislação tributária normalmente observada; o modelo básico, fundado na teoria da utilidade esperada, é certamente incapaz de explicar esse comportamento.

Embora o modelo seminal de Allingham e Sandmo (1972) tenha aplicação nos impostos chamados diretos, em que o recolhimento é feito pelo contribuinte de fato e de direito, as conclusões evidenciadas por Siqueira e Ramos (2005) podem ser extrapoladas para os

impostos indiretos, como é o caso do ICMS, pois o contribuinte sempre fará uma relação com a possibilidade de ser ou não auditado.

Santos (1997), analisando os aspectos econômicos do fenômeno da evasão fiscal, faz interessante incursão pelo lado comportamental dos contribuintes. Para ele, a evasão e a fraude fiscal, colocam um desafio importante ao economista que é o de encontrar explicações “racionais” para os comportamentos evasores dos agentes econômicos, em contraponto, ou complemento, das perspectivas normativas. Isto é, a necessidade de construir uma “teoria positiva” para a evasão e fraude fiscal.

Santos (1997), analisa um modelo de evasão em que existem somente variáveis econômicas que determinam a decisão do contribuinte sonegar ou não, mas, ao mesmo tempo, lembra as limitações da proposição de um modelo deste tipo, pois tal modelo ignora outros importantes fatores explicativos do comportamento dos contribuintes, tais como⁶:

- **custos psicológicos da fraude:** existirão indivíduos para quem a prática da evasão provoca importantes sentimentos de culpa e que, por esse facto, verão o seu nível de bem-estar reduzir-se. No limite, esses custos poderão ser tão elevados, que não se praticaria qualquer evasão, ainda que a penalização de tais infracções fosse próxima de zero ou mesmo nula;
- **aversão ao risco:** se os indivíduos valorizarem de forma importante e negativa a assunção de riscos, tenderão a estar pouco dispostos a participar no “jogo da evasão”. Deste modo, e previamente aos efeitos dissuasores das fiscalizações e das multas, funcionará um efeito mais forte que é a própria “recusa” de assumir riscos e os incômodos inerentes;
- **alteração das escolhas econômicas:** ao contrário do pressuposto na análise anterior, na problemática da evasão, não estamos apenas perante a decisão de quanto rendimento declarar para efeitos fiscais. Pelo contrário, ou paralelamente, os indivíduos podem, em presença de imposto, ser induzidos a modificar as suas escolhas, enquanto unidades de decisão econômica de produção, de consumo e de acumulação.
- **interacção entre evasores fiscais:** poderemos considerar ainda como limitações da abordagem anterior, o facto de, até aqui, os indivíduos terem sido considerados como decisores isolados ou independentes sendo, pelo contrário, razoável supor que a decisão de fugir ou não ao fisco, é significativamente influenciada pelo comportamento e extensão da evasão praticada pelos restantes indivíduos (interdependência de funções de utilidade).

Todas as abordagens conceituais, embora voltadas para outros tipos de tributos, apresentam, na essência, a mesma questão implícita para o ICMS, visto que a decisão em sonegar ou não,

⁶ A grafia de algumas palavras segue o padrão original da língua portuguesa em Portugal, conforme escrito por Santos (1997).

passa por aspectos comportamentais e estes não se diferenciam quando se trata da evasão fiscal de qualquer tributo.

1.4.2 Manifestação de estudiosos sobre a utilização das RNAs para classificação de contribuintes

Expressando a preocupação com o tema da evasão fiscal, diversos autores se debruçaram a estudar a melhoria na classificação e seleção de contribuintes para fiscalização, sendo que alguns utilizaram a técnica de Redes Neurais Artificiais (RNA).

Barreto (2005), por exemplo, desenvolveu um novo método de classificação de contribuintes pessoas jurídicas no âmbito da Receita Federal do Brasil (RFB), com base na previsão de seus comportamentos tributários que, na prática, representa um processo de seleção de contribuintes para a fiscalização, utilizando-se de classificador operacionalizado por meio da ferramenta estatística dos Modelos Lineares Generalizados Hierárquicos (MLGH). Seu estudo concluiu que o novo método de classificação logrou obter valor preditivo positivo superior ao método até então em uso pela RFB.

Souza (2002), utilizou um tipo de rede neural artificial com topologia de agrupamento conhecida como Mapas Auto-Organizáveis de Kohonen (Self Organizing Map–SOM), que permite a identificação de padrões em vetores de dados, treinado com os dados da Declaração Periódica de Informações (DPI) da Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás (SEFAZ-GO). O modelo contribuiu para classificar as empresas com provável sonegação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Seu estudo demonstrou a aplicabilidade das RNAs em problemas de ordem prática e os resultados alcançados em seu trabalho comprovam a eficácia da utilização do SOM na classificação de padrões, para o caso de empresas com provável sonegação do ICMS.

Visintín e Baulies (2002) utilizaram um Sistema Automático de Seleção, no âmbito da fiscalização aduaneira da Argentina, sugerindo o cruzamento de informações prestadas pelos contribuintes com outros dados constantes da Administração Federal de Ingressos Públicos (AFIP) da Argentina, com resultados positivos na detecção de risco.

Sisnando (2000) utilizou uma rede neural do tipo *Multilayer Perceptron* (MLP)⁷ no formato 190-6-1, ou seja, 190 neurônios de entrada, 06 neurônios na camada oculta ou escondida e 01 neurônio na camada de saída, para previsão e avaliação de desempenho dos contribuintes do ICMS do Estado do Ceará. Seu estudo concluiu que o modelo de rede neural possibilita resultado bastante superior àquele oriundo do modelo então em uso.

Essa lista de autores não é exaustiva, mas serve para indicar que o tema da classificação de contribuintes para a fiscalização tem merecido a preocupação dos meios acadêmicos. Além desses autores que desenvolveram trabalhos na área específica de tributação, várias outras áreas utilizam-se do artefato de redes neurais artificiais como ferramentas para aprimorar o poder de previsibilidade, como se verá mais adiante.

1.4.3 A necessidade de racionalização do sistema tributário

As abordagens sobre a evasão fiscal demonstram que há um forte componente comportamental na decisão do contribuinte em sonegar ou não. No entanto há que se considerar que uma parte da evasão fiscal reside no fato de que o arcabouço jurídico que sustenta o sistema tributário nacional ser extremamente complexo.

As peculiaridades do ICMS – acentuadas pela característica de ser um imposto não cumulativo, isto é, aquela que em cada fase da cadeia econômica de circulação o contribuinte tem o direito de compensar o mesmo imposto pago nas etapas anteriores – elevam ainda mais o grau de complexidade e controle deste imposto por parte dos contribuintes.

Essa circunstância é agravada pelo fato de o ICMS ser cobrado por unidades subnacionais, com alíquotas diferenciadas, quando a teoria conforme se verá adiante, recomenda que este tipo de tributo sobre o valor agregado deva ser cobrado por um nível central de governo. A opção da sociedade brasileira por um sistema político federal, com autonomia das unidades subnacionais, levou os Estados a declararem entre si o que se convencionou denominar “*guerra fiscal*” que consiste em adotar políticas de atração de empresas para seus territórios

⁷ As topologias de redes neurais artificiais serão discutidas em capítulo próprio, onde o leitor terá a oportunidade de compreender o significado de determinados termos como neurônios, camada oculta, etc.

por meio da concessão de benefícios fiscais, distorcendo os conceitos de neutralidade e equidade que devem reger a tributação⁸.

Alguns destes benefícios fiscais são concedidos sem obedecer aos ditames da Constituição Federal (CF/88) e acabam interferindo na decisão dos agentes econômicos. A CF/88 estabelece que cabe à lei complementar⁹ regular a forma como, mediante deliberação dos Estados e do Distrito Federal, isenções, incentivos e benefícios fiscais serão concedidos e revogados.

Em recente decisão, o Supremo Tribunal Federal (STF) declarou que qualquer incentivo concedido sem a aprovação de todos os Estados e do Distrito Federal é inconstitucional, o que deverá minimizar os efeitos da *guerra fiscal* e provocar a rediscussão do federalismo fiscal vigente, apontando para uma reforma tributária que contemple uma simplificação do sistema tributário, sem perda de arrecadação por parte dos Estados. A dificuldade está em como implementar essa reforma e responder a questões basilares tais como: que encargos devem ter o governo no Brasil? Dada a opção federativa do país, como devem ser divididas as funções entre a União, os Estados e os Municípios?

A complexidade do sistema tributário eleva o custo Brasil, como bem demonstrou Bertolucci (2001) ao chamar a atenção para os custos operacionais e tributários que correspondem aos custos com que fisco e contribuintes têm que arcar para que os tributos sejam pagos e também sejam cumpridas as obrigações acessórias da tributação. Segundo esse autor, já se verificou que o custo dos contribuintes correspondem a 0,75% do PIB na média das companhias abertas, podendo chegar a 5,82% do PIB nas companhias abertas com receita bruta anual de

⁸ O princípio da neutralidade refere-se à não interferência sobre as decisões de alocação de recursos tomadas com base no mecanismo de mercado, pois qualquer mudança nos preços relativos provocados por modificações na tributação contribuiria para tornar menos eficientes às decisões econômicas, implicando uma redução no nível geral de bem-estar, que poderia ser atingido com os recursos disponíveis. Já a equidade é um princípio complementar à neutralidade. Refere-se à garantia de uma distribuição equitativa do ônus tributário pelos indivíduos a chamada justiça fiscal. A equidade poderia ser avaliada sob duas óticas principais: uma propõe que o ônus seja repartido entre os indivíduos, de acordo com o benefício que cada um deriva da produção de bens e serviços públicos; a outra sugere que essa repartição seja feita com base na capacidade individual de contribuição (REZENDE, 2001).

⁹ Atualmente a Lei Complementar 24/75 trata dessa questão e determina que as isenções do imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias serão concedidas ou revogadas nos termos de convênios celebrados e ratificados pelos Estados e pelo Distrito Federal e que a concessão de benefícios dependerá sempre de decisão unânime dos Estados representados; já a sua revogação total ou parcial sujeita-se à aprovação de quatro quintos, pelo menos, dos representantes presentes.

R\$100 milhões. Se for considerado que os custos de conformidade oneram mais os contribuintes menores, o cenário fica mais crítico.

Outro aspecto a se observar é a insatisfação com o sistema tributário vigente que se manifesta na complacência generalizada da população com a evasão tributária. O contribuinte simplesmente não reconhece, nos bens e serviços públicos que custeia com o seu dinheiro, a contrapartida para a pesada contribuição que paga.

A evasão acarreta a injustiça fiscal, na medida em que obriga os que recolhem corretamente seus tributos a pagar mais que sua justa parcela no financiamento das ações governamentais para compensar a receita perdida além de gerar competição desigual entre os que pagam corretamente os tributos e os que os sonegam.

Nesse contexto, insere-se o objetivo deste trabalho que é o de apresentar uma ferramenta para que a administração tributária da SEFAZ-BA busque identificar com eficácia os contribuintes que se beneficiem desta injustiça fiscal.

1.4.3.1 Esgotamento da capacidade do Estado para satisfazer às demandas sociais

A necessidade de racionalização do sistema tributário para, de um lado, mitigar a questão da evasão fiscal e de outro proporcionar à sociedade a medida exata da utilização dos recursos públicos, leva à discussão sobre a atual carga tributária no Brasil como forma de entender os fatores que a tornaram uma das maiores do mundo.

Estudo disponível no sítio da Receita Federal do Brasil indica que a carga tributária do Brasil é maior do que a de países como o Japão, os Estados Unidos, a Suíça e o Canadá (BRASIL, 2011b). A comparação leva em conta os dados apurados em 2008, entre os países-membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE)¹⁰.

Conforme Gráfico 1, enquanto no Brasil o peso dos impostos chegou em 2008 a 34,41%, no Japão ficou em 17,6%. A carga também foi menor, por exemplo, no México (20,4%), na

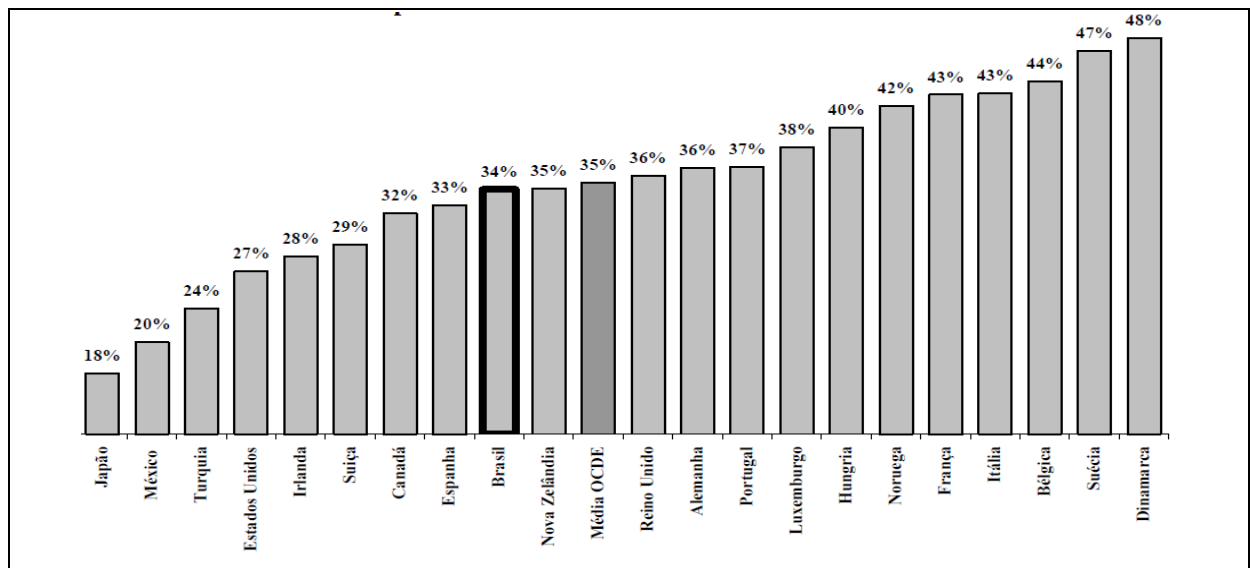
¹⁰ A Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico é uma organização internacional de 33 países que aceitam os princípios da democracia representativa e da economia de livre mercado. Os membros da OCDE são economias de alta renda com um alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e são considerados países desenvolvidos, exceto México, Chile e Turquia.

Turquia (23,5%), nos Estados Unidos (26,9%), na Irlanda (28,3%), Suíça (29,4%), no Canadá (32,2%) e na Espanha (33%).

Acima do Brasil, ainda na comparação com os países da OCDE, ficam o Reino Unido (35,7%), a Alemanha (36,4%), Portugal (36,5%), Luxemburgo (38,3%), a Hungria (40,1%), Noruega (42,1%), França (43,1%), Itália (43,2%), Bélgica (44,3%), Suécia (47,1%) e Dinamarca (48,3%).

Embora com limitações metodológicas apontadas (como, por exemplo, a defasagem de tempo na publicação de estatísticas internacionais que prejudica a análise de dados mais recentes) o estudo permite inferir que a carga tributária no Brasil é grande em termos relativos.

Gráfico 1 – CTB Comparada 2008 – Brasil x Países OCDE selecionados



Fonte: OECD, 2009; BRASIL, 2011b

A Tabela 1 mostra que, quando analisada a distribuição da carga tributária por base de incidência, em relação da carga tributária total, verifica-se que o Brasil tem uma forte concentração (48,7%) em impostos sobre o consumo (bens e serviços) sendo bem superior que a média dos países da OCDE (31,5%).

Tabela 1 – Carga tributária por base de incidência – 2008. Brasil x países da OCDE (em % da carga tributária total)

Base de Incidência	BRASIL	O C D E		
		Máxima	Mínima	Média
Renda	20,5%	60,6% (a)	20,8% (e)	37,0 %
Folha de salários	24,1%	43,8% b)	2,0% (a)	25,3 %
Propriedade	3,3%	15,1% (c)	1,1% (b)	5,8 %
Bens e Serviços	48,7%	60,7% (d)	17,0% (f)	31,5 %
Transações financeiras	2,1%	--	--	--
Outros	1,3%	5,3%	0,0%	0,9 %
Total:	100%			

Fonte: BRASIL, 2011b; OCDE, 2009 (dados de 2008 estimados).

Obs.: (a) Dinamarca (b) República Tcheca (c) Japão (d) México (e) República Eslovaca (f) Estados Unidos

Deve-se lembrar o fato de que na base de incidência de impostos sobre o consumo, inclui-se o ICMS, que como se verá tem peso significativo na carga tributária total no país.

A percepção da sociedade organizada é a mesma refletida nessa comparação, principalmente levando-se em conta o baixo retorno dado pelo Estado brasileiro em termos de bens públicos e serviços de qualidade.

A sociedade procura manifestar sua preocupação através de criação de instrumentos de acompanhamento diário do total de tributos arrecadados nos três níveis de governo com acentuada divulgação nos meios de comunicação¹¹. Segundo o Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário (IBPT) a carga tributária atingiu 35,04% do PIB em 2010 representando um aumento nominal de 17,8 % em relação ao ano anterior.

A percepção da sociedade quanto ao montante de arrecadação, pode ser explicada pelo aumento do tamanho do Estado Contemporâneo que se vê às voltas em resolver a crise fiscal que se instalou nos anos 1980.

¹¹ Um destes instrumentos é conhecido como *impostômetro* que é uma ferramenta de acompanhamento permanente do recolhimento de todos os tributos do país, desenvolvido pela Associação Comercial de São Paulo (ACSP) em parceria com o Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário (IBPT), entidade privada que reúne tributaristas das áreas do Direito, Contabilidade, Administração e Economia. De acordo com informações disponíveis no site do IBPT, o Sistema Permanente de Acompanhamento das Receitas Tributárias – *Impostômetro* – considera todos os valores arrecadados pelas três esferas de governo a título de tributos: impostos, taxas e contribuições, incluindo as multas, juros e correção monetária. Para o levantamento das arrecadações federais, a base de dados utilizada é a Receita Federal Brasil, Secretaria do Tesouro Nacional, Caixa Econômica Federal, Tribunal de Contas da União, e Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE) e Estatística. As receitas dos estados e do Distrito Federal são apuradas com base nos dados do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), das Secretarias Estaduais de Fazenda, Tribunais de Contas dos Estados e Secretaria do Tesouro Nacional do Ministério da Fazenda. As arrecadações municipais são obtidas através dos dados da Secretaria do Tesouro Nacional, dos municípios que divulgam seus números em atenção à Lei de Responsabilidade Fiscal, dos Tribunais de Contas dos Estados.

Segundo Bresser-Pereira (2009), a abordagem da crise fiscal aceita a necessidade da redução do tamanho do Estado que cresceu de forma exorbitante, concorda que esse crescimento provocou distorções na medida em que o Estado se tornou presa dos interesses especiais dos *rent-seekers*¹², mas salienta que a crise deve-se menos ao tamanho do Estado e mais ao fato de que a sua forma de intervenção.

Por outro lado, não aceita o lema neoliberal segundo o qual, se as falhas do Estado podem ser mais graves do que as do mercado, a solução é eliminar ou reduzir ao mínimo a intervenção. Assim a concepção de Bresser-Pereira (2009) sobre a crise fiscal do Estado deve ser claramente retratada na indisciplina fiscal e no correspondente *déficit* público. Trata-se de um problema estrutural, ao invés de um simples problema conjuntural. *Déficits* públicos persistentes tendem naturalmente a levar a uma crise fiscal, mas uma vez que esta se define, passamos a ter um problema muito mais grave do que a ocorrência de um mero *déficit* público.

Bresser-Pereira (2009, p. 102) salienta que os primeiros sinais de uma crise fiscal do Estado apareceram nos anos 1970. Citando o livro de James O'Connor, *The Fiscal Crisis of the State* de 1973, o autor esclarece que, já nessa época, O'Connor via a crise como fruto de um conflito entre, por um lado, as classes trabalhadoras e as classes médias, que exigiam mais e melhores serviços sociais ou proteção social do Estado, e, por outro, os capitalistas e parte da mesma classe média, que resistia pagar os impostos exigidos.

Esta é uma discussão interessante já que a questão tributária invariavelmente é posta como decorrente da necessidade de financiamento do *déficit* público que por sua vez, seguindo a ótica exposta no parágrafo anterior, é decorrente da crise fiscal.

Há uma correlação entre abertura econômica (comercial e financeira) e desajuste das contas públicas. Esta situação, que se iniciou a partir do Plano Real, contraria a tese de que o Estado já vinha apresentando uma crise muito séria, e que ela tinha sua origem em aspectos meramente fiscais.

¹² *Rent-seekers*, ou caçadores de renda, são os agentes do *rent-seeking*, ou caça aos ganhos previstos com os projetos governamentais pelas partes privadas disposta a gastar elevadas quantias para aumentar a probabilidade de serem escolhidas como seus beneficiários (FRANK, 1998).

Em pensamento correlato, mas focando na regulação Bresser-Pereira (2009, p. 108), entende que o tamanho do aparelho do Estado e o seu grau de regulação expandem-se e contraem-se ciclicamente; em cada novo ciclo, o modo de intervenção do Estado se altera.

Durante certo tempo, a regulação do Estado aumenta, este assume um papel cada vez maior na coordenação do sistema econômico, e seu tamanho, tal como medido pela carga tributária em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), aumenta. A importância de se discutir as contrações de maior ou menor intervenção do Estado, reside no fato de que a partir daí fica delineada a estrutura de como o Estado vai atender as demandas da sociedade, que por sua vez irá determinar o nível de intervenção tributária medida pela relação com o PIB. À medida que a sociedade foi mudando de organizações tribais para formas mais complexas de organização, como as cidades-Estado, nos impérios e finalmente nos Estados-Nação, a taxaço tornou-se cada vez mais importante.

Numa perspectiva do Estado republicano, é importante observar que ele tem uma face de Estado democrático que deriva seu poder da legitimidade do apoio da sociedade civil. Ele garante a liberdade negativa¹³, mas sua força depende do quanto seus cidadãos, compartilhando uma visão positiva de liberdade, estarão dispostos a participar de assuntos cívicos. Contudo, é importante lembrar que, para garantir a vida, os direitos de propriedade e os contratos que fundamentam a liberdade, assim como os direitos sociais que fundamentam a justiça social, o Estado precisa de recursos materiais – especificamente de receitas de impostos.

Fazendo um relato histórico, Bresser-Pereira (2009) afirma que, com o Estado liberal, a legitimidade da taxaço foi reforçada, mas os serviços que o Estado tinha capacidade de fornecer eram limitados e a carga tributária era correspondentemente pequena. Na maioria dos países avançados, não chegava a 10% do PIB. Foi apenas no século XX, com o surgimento do Estado democrático, que a carga tributária e os gastos do Estado aumentaram drasticamente: primeiro, em razão dos crescentes custos de segurança envolvidos na proteção das liberdades

¹³ Liberdade negativa é “ausência de coerção”, é ausência de barreiras que impeçam alguém de realizar algo. Esse conceito foi proposto por Isaiah Berlin, professor de filosofia de Oxford. Por exemplo, a liberdade de expressão. Neste conceito cabem todas aquelas liberdades que existem por si mesmas – e que continuarão a existir desde que ninguém as tome. Por outro lado, liberdade positiva é “possibilidade de agir”, é a capacidade de realizar algo de fato. A liberdade positiva, portanto, não existe por si mesma. Para que ela exista, é preciso que as condições para o seu exercício estejam presentes na realidade. Ou seja: a liberdade positiva tem um preço. Ela não existe por si só: alguém precisa criá-la. Alguns exemplos: a liberdade de ter um carro só pode existir quando alguém trabalhou para construir um carro. A liberdade de ter acesso a serviços médicos só existe por causa do trabalho dos próprios médicos (MAFALDO, 2010). Para maiores detalhes desses conceitos, ver Casarin (2008).

e dos direitos de propriedade; segundo, porque o Estado começou a desempenhar um papel importante na estabilização da economia e na promoção do crescimento econômico; e terceiro, porque a transição gradual do Estado liberal-democrático para o Estado social-democrático envolveu novos e enormes custos sociais e de seguridade. Assim, a carga tributária aumentou à medida que o Estado se tornou mais forte, com maior capacidade de proteger os direitos civis, políticos e sociais (BRESSER-PEREIRA, 2009).

Em boa medida, essa contextualização ajuda a explicar a atual carga tributária brasileira, na casa dos 34% do PIB, dentro da qual o ICMS representa quase 8%, conforme dados da Receita Federal do Brasil em 2009, demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Receita tributária por tributo – 2005 a 2009 (% do PIB)¹⁴

Tributo	2005	2006	2007	2008	2009
Total da Receita Tributária	33,38%	33,35%	33,95%	34,41%	33,58%
Tributos do Governo Federal	23,44%	23,34%	23,94%	24,12%	23,45%
○ Orçamento Fiscal	7,87%	7,84%	8,23%	9,22%	8,40%
○ Orçamento Seguridade Social	13,19%	13,05%	13,28%	12,48%	12,52%
○ Demais	2,38%	2,44%	2,43%	2,41%	2,52%
Tributos do Governo Estadual	8,68%	8,58%	8,45%	8,75%	8,59%
○ ICMS	7,15%	7,05%	6,92%	7,27%	7,13%
○ IPVA	0,49%	0,51%	0,54%	0,56%	0,56%
○ ITCD	0,04%	0,04%	0,05%	0,05%	0,05%
○ Taxas Estaduais	0,25%	0,26%	0,26%	0,27%	0,25%
○ Previdência Estadual	0,68%	0,66%	0,63%	0,54%	0,54%
○ Outros	0,07%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%
Tributos do Governo Municipal	1,27%	1,43%	1,55%	1,54%	1,54%

Fonte: BRASIL, 2011b. Adaptada pelo autor, 2011

Numa abordagem política, Bresser-Pereira (2009) salienta que a história mostra que os impostos elevados são fruto da democracia. Nos regimes democráticos, as pessoas exigem mais do Estado em termos de serviços e, de um modo ou de outro, concordam em pagar mais impostos. É claro que o fazem de modo relutante. Esta disposição de pagar impostos obviamente tem limites, que estão relacionados àqueles serviços que a sociedade civil acredita que devam ser considerados direitos e financiados pelo Estado.

Percebe-se que a dimensão tributária passa obrigatoriamente pela dimensão política de escolhas da sociedade. Outras concepções, porém, não podem ser perdidas de vista. Uma

¹⁴ O Produto Interno Bruto medido a preços de mercado no ano de 2010 alcançou R\$3.675 bilhões, sendo R\$3.135,6 bilhões referentes ao Valor Adicional a preços básicos e R\$ 539,3 bilhões aos Impostos sobre Produtos Líquidos e subsídios.

delas refere-se à efetiva concretização da função social do Estado quando pratica a ação distributiva, com programas de assistência aos menos favorecidos economicamente.

Esse enfoque teórico permite uma visão das razões pelas quais está havendo um esgotamento na capacidade do Estado para satisfazer às demandas sociais: o nível de tributação medido como percentual do PIB chegou a tal ponto (35,04% em 2010), que pouco espaço há para aumento. A percepção que a sociedade tem é a de que paga imposto demais, embora uma comparação fria com o nível de arrecadação de outros países, possa levar a conclusão de que ainda há espaço para crescer como relação percentual do PIB. Cabe, como alternativa ao Estado, melhorar a eficiência para alcançar aqueles que desfrutando dos bens públicos, deixam de contribuir com sua parcela nos custos de produção desses bens.

1.4.3.2 Pressões institucionais para otimizar o aproveitamento do potencial tributário

O enfoque sobre o esgotamento da capacidade do Estado para satisfazer às demandas da sociedade, ganha relevo quando se introduz a questão das pressões institucionais para otimizar o aproveitamento do potencial tributário de um país. De fato, o Estado brasileiro experimentou nas últimas décadas a ingerência de agências internacionais, ora por questões de cunho ideológico, ora por questões meramente fiscais, que fortemente influenciaram a tributação.

Do ponto de vista ideológico, a onda neoliberal tem como texto de base o *Caminho da Servidão*, de Friederich Hayek (1990), uma crítica teórica e política ao Estado intervencionista e de bem-estar da Inglaterra e de outros países europeus. A partir da crise da economia capitalista dos anos 70, as ideias neoliberais começaram a ganhar terreno. Segundo Hayek a crise era consequência do excessivo poder do movimento operário, pois as reivindicações salariais e de gastos sociais feitas pelos sindicatos haviam comprometido a acumulação capitalista. A solução, para os liberais, estava em medidas como a estabilidade monetária, a diminuição dos gastos sociais e a restauração da taxa de desemprego para quebrar o poder dos sindicatos (GROS, 2002).

Com a vitória de Margareth Thatcher em 1979, o ideário neoliberal pôde ser plenamente implementado, principalmente no segundo mandato (1982), com o apoio de Ronald Reagan

nos Estados Unidos e um programa bem estruturado, o *Omega Project*¹⁵, que definia a aplicação de reformas orientadas para o mercado em todos os aspectos da política governamental: da defesa à política habitacional, de comunicações, tributária, etc. (COCKETT, 1995 *apud* GROSS, 2002) O orçamento de 1981 ficou famoso, porque, em plena recessão, conseguiu diminuir o gasto e aumentar a arrecadação, invertendo a lógica keynesiana (GROS, 2002).

No Brasil, o governo Fernando Henrique Cardoso (1995 – 2002) implementou algumas das medidas alinhadas com o neoliberalismo como por exemplo um amplo programa de privatizações, alta taxas de juros, etc. visando o reposicionamento da participação do Estado, dentro do conceito de Estado mínimo. Do ponto de vista meramente fiscal, a questão cambial no governo Fernando Henrique Cardoso levou a uma piora das dívidas internas e externas, o que obrigou a recorrer a empréstimos de emergência junto ao Fundo Monetário Internacional (FMI).

Na concessão destes empréstimos o FMI, adota um elenco de exigências, definidas no chamado consenso de Washington¹⁶, tais como disciplina fiscal, redução dos gastos públicos, reforma tributária, juros de mercado, câmbio de mercado, abertura comercial, investimento estrangeiro direto com eliminação de restrições, privatização das estatais, desregulamentação (afrouxamento das leis econômicas e trabalhistas), direito à propriedade intelectual.

Estas exigências fizeram com que o Brasil se comprometesse com *superávits primários* com redução de gastos e aumento da arrecadação. Nesta situação caracteriza-se a pressão institucional pela otimização do potencial tributário, interferindo na questão interna.

¹⁵ O Omega Project, baseado no Mandate for a Leadership que a Heritage Foundation havia preparado para a campanha eleitoral republicana nos Estados Unidos, foi elaborado pelo Adam Smith Institute, um dos *think tanks* responsáveis pelo fortalecimento do neoliberalismo na Inglaterra (GROS, 2002).

As **usinas de idéias** (em inglês: *think tanks*) são organizações que produzem pesquisas, análises, e conselhos orientados a política de temas domésticos e internacionais com a tentativa de executar decisões bem informadas sobre a política pública em questão. Os *think tanks* podem ser filiados a partido políticos, governos, grupos de interesse, corporações privadas ou independentes (independente de tipo de grupo de interesse e autônomo em sua operação e financiamento). Estas instituições servem como fonte entre as comunidades acadêmicas e os interesses públicos como um ator independente que traduz pesquisa aplicada a uma forma compreensível, confiável, e acessível para o público e tomadores de decisão.

¹⁶ Consenso de Washington é um conjunto de medidas que se compõe de dez regras básicas formulado em novembro de 1989 por economistas de instituições financeiras baseadas em Washington, como o FMI, o Banco Mundial e o Departamento do Tesouro dos Estados Unidos, fundamentadas num texto do economista John Williamson, do International Institute for Economy, e que se tornou a política oficial do Fundo Monetário Internacional em 1990, quando passou a ser "receitado" para promover o "ajustamento macroeconômico" dos países em desenvolvimento que passavam por dificuldades.

Face à melhora das condições macroeconômicas do país nos últimos anos, incluindo a liquidação dos empréstimos junto ao FMI, esta pressão institucional passa a ser de outra natureza, agora em relação às chamadas agências de classificação de risco, que orientam os investidores quanto à capacidade de pagamento do país (*rating*¹⁷). A relação dessa classificação com a questão tributária reside no fato de que um dos componentes avaliados pelas agências é a capacidade do país em gerar *superávits* ao longo do tempo a partir de seus fundamentos macroeconômicos e, portanto, oferecer garantias de pagamento de suas dívidas interna e externa.

1.5 METODOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO

Para a consecução dos objetivos desta pesquisa, foi desenvolvida uma rede neural artificial, denominada Sistema de Identificação de Risco de Contribuintes (SIRC), cuja topologia é detalhada no item sob o título Descrição da Rede Neural Artificial Utilizada Neste Trabalho.

A construção e operacionalização da SIRC foi feita a partir de informações disponíveis nos bancos de dados dos sistemas computacionais da SEFAZ-BA, alimentados por informações prestadas pelos contribuintes, em uma amostra de com 74.447 eventos. Para cada um destes eventos, obteve-se o rol de variáveis que foram utilizadas como camada de entrada da SIRC, resultando em saídas como exemplificado no Capítulo 07 em que são discutidos os resultados.

As variáveis estão assim estruturadas e conceituadas:

1 Categoria

A variável Categoria define o tipo de estabelecimento do contribuinte, sendo utilizadas as seguintes situações possíveis:

- 1.1 Estabelecimento Matriz – Quando o contribuinte pertencente à amostra possui estabelecimento matriz dentro do Estado, sendo este o estabelecimento considerado.

¹⁷ O "rating" é uma opinião sobre a capacidade de um país ou uma empresa saldar seus compromissos financeiros. A avaliação é feita por empresas especializadas, as agências de classificação de risco, que emitem notas, expressas na forma de letras e sinais aritméticos, que apontam para o maior ou menor risco de ocorrência de um "default", isto é, de suspensão de pagamentos.

1.2 Filial com Matriz Fora do Estado – Quando o contribuinte pertencente à amostra possui matriz fora do Estado, sendo considerado o estabelecimento filial dentro do Estado da Bahia.

1.3 Filial com Matriz no Estado - Quando o contribuinte pertencente à amostra possui estabelecimento matriz dentro do Estado e o estabelecimento considerado é uma filial dentro do Estado da Bahia.

2 Condição

Esta variável indica o tipo de inscrição estadual que o contribuinte ou não contribuinte possui junto ao Cadastro de Contribuintes do ICMS da Bahia – CAD ICMS, sendo as seguintes as situações utilizadas:

2.1 Contribuinte Normal – É a inscrição que não está amparada por qualquer diferencial dentro do Cadastro.

2.2 Especial – É a inscrição concedida a não contribuintes que, pelo tipo de atividade que exercem, necessitam de inscrição junto ao CAD-ICMS, como por exemplo, construtoras, prestadores de serviço com movimentação de mercadoria, etc.

3 Natureza Jurídica

Refere-se à natureza jurídica da constituição das sociedades, conforme preconiza Brasil (1966), artigo 966 e seguintes, tendo sido utilizadas as seguintes:

3.1 Sociedade Anônima Aberta – Sociedade que tem seu capital dividido em ações, com negociação em Bolsa de Valores.

3.2 Sociedade Anônima Fechada – Sociedade que tem seu capital dividido em ações, não negociadas em Bolsa de Valores.

3.3 Sociedade Empresária Limitada – Sociedade que tem seu capital dividido em cotas.

4 Porte

Esta variável decorre da classificação dos contribuintes feita pela SEFAZ-BA, com base em critérios de faturamento e arrecadação, sendo consideradas para entrada na rede as seguintes:

- 4.1 Grandes Empresas - São aqueles contribuintes que faturam (base 2010) acima de R\$.72.000.000 ou arrecadam mais de R\$.3.600.000/ano.
- 4.2 Médias Empresas – São aqueles contribuintes que faturam (base 2010) entre R\$.2.400.000 e R\$.72.000.000/ano ou arrecadam até R\$.3600.000/ano.
- 4.3 Outros – São aqueles contribuintes que não tem faixa de faturamento/arrecadação definido por estarem no CAD-ICMS há pouco tempo.

5 Segmento Econômico

É segmentação dos contribuintes feita com base em critérios próprios, dentro de um sistema denominado Planejamento e Gerenciamento de Mercado (PGM), com a finalidade de acompanhar a arrecadação para cada um subsegmentos, a seguir, correlacionado com seu respectivo segmento:

5.1 Segmento Comércio

5.1.1 Subsegmentos

- Comércio Varejista
- Comércio Atacadista
- Supermercados
- Serviços de Transporte

5.2 Segmento Indústria

5.2.1 Subsegmentos

- Agricultura
- Agroindústria
- Indústria de bebidas
- Indústria metalúrgica
- Indústria de mineração e derivados

- Indústria Química
- Misto (Indústria)

5.3 Segmento Serviços de Utilidade Pública

5.3.1 Subsegmentos

- Serviços de Utilidade Pública que compreende Telecomunicações, Energia Elétrica e Água.
- Misto Serviços

6 Capital Social

Esta variável representa uma escala na qual foram divididos os valores de capital social declarados pelo contribuinte, sendo as seguintes faixas e amplitudes:

Faixa 1 – de R\$.0,00 a R\$. 9.999,99

Faixa 2 – de R\$. 10.000,00 a R\$. 49.999,99

Faixa 3 – de R\$. 50.000,00 a R\$. 99.999,99

Faixa 4 – de R\$.100.000,00 a R\$.249.999,99

Faixa 5 – Acima de R\$.250.000,00

7 Valor Arrecadado

Esta variável representa uma escala na qual foram divididos os valores de capital social declarados pelo contribuinte, sendo as seguintes faixas e amplitudes:

Faixa 1 – de R\$.0,00 a R\$. 9.999,99

Faixa 2 – de R\$. 10.000,00 a R\$. 49.999,99

Faixa 3 – de R\$. 50.000,00 a R\$. 99.999,99

Faixa 4 – de R\$.100.000,00 a R\$.249.999,99

Faixa 5 – Acima de R\$.250.000,00.

Ao serem submetidas ao treinamento da Rede Neural Artificial, essas variáveis tiveram o condão de indicar com determinado grau de segurança a condição de um contribuinte em ser classificado como de alto, médio ou baixo potencial sonegador.

No que tange à classificação desta pesquisa, tomando-se por base proposta por Silva e Menezes (2001 *apud* BARRETO, 2005), o presente trabalho pode ser examinado sob três

ângulos diferentes: primeiramente, *com relação à sua natureza*, como uma pesquisa aplicada, pois "objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos"; *quanto aos objetivos*, classifica-se como explicativa, pois almeja "identificar os fatores que determinam e contribuem para a ocorrência dos fenômenos" ¹⁸, levando-se em conta que a identificação de tais fenômenos baseia-se em elementos informados pelo próprio contribuinte com a busca da melhora na capacidade preditiva da SEFAZ-BA; e, por fim, *em relação aos procedimentos técnicos*, a pesquisa classifica-se como um estudo de caso, já que "envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento".

1.6 A ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Por derradeiro, mas não menos importante, importa salientar que a presente dissertação está dividida em 8 (oito) capítulos, incluindo esta Introdução referenciada como Capítulo 1, o qual buscou contextualizar este trabalho, à luz do Estado contemporâneo, o delineamento dos objetivos gerais e específicos, a relevância da pesquisa, bem como seus pressupostos. No Capítulo 2 – *Estado Contemporâneo e Finanças Públicas*, discute-se a moderna teoria das finanças públicas e como o Estado Contemporâneo se insere nos movimentos de reestruturação de realidades econômicas, políticas, sociais e ideológicas, além de como esses movimentos interferem na gestão da receita extraída pelo Estado, via sistema tributário. No Capítulo 3 – *Aspectos Econômicos da Tributação: uma visão geral*, verifica-se como a questão tributária se insere no contexto econômico de uma sociedade e o ponto ótimo da tributação. O Capítulo 4 – *Aspectos Jurídicos da Tributação no Brasil: entendendo as suas principais características* é destinado à contextualização do arcabouço jurídico da tributação face à Constituição Federal de 1988 – CF/88 e ao delineamento do mais importante princípio constitucional que fundamenta juridicamente a sistemática do ICMS, o princípio da não cumulatividade. Às *Redes Neurais Artificiais – RNAs* – é dedicado todo o Capítulo 5, no qual se destacam, também, os aspectos gerais da inteligência artificial e se discute a arquitetura e topologias deste tipo de artefato. Já no Capítulo 6 – *Tratamento e Análise de Dados* – discute-se o processo atual de seleção de contribuintes em uso pela SEFAZ-BA, bem como o processo de desenvolvimento da RNA construída, denominada SIRC, com a especificação das variáveis de entradas. No Capítulo 7, discutem-se os resultados obtidos pela RNA, apontando

¹⁸ No presente trabalho, o fenômeno investigado é a possibilidade de um contribuinte ser classificado como de alto, médio ou baixo risco para a fiscalização do ICMS.

vantagens e desvantagens na aplicação desta técnica e, no último Capítulo, são apresentadas as conclusões e recomendações.

1.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO

Este capítulo contextualizou o problema de pesquisa que se pretende investigar, consubstanciado na seguinte questão: considerando o histórico de uso de alguns modelos matemáticos na tentativa de identificar riscos e classificar indivíduos em certas categorias e baseando-se em recursos derivados das chamadas Redes Neurais Artificiais, que modelo utilizar para identificar contribuintes do ICMS mais propensos à sonegação?

Verificou-se que a questão da sonegação se insere num universo amplo, que passa pela atuação do Estado brasileiro que enfatizou como política estruturante a retomada do crescimento econômico com criação de mecanismos de gestão responsável como a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) e por questões comportamentais dos contribuintes. Definiu-se o problema de pesquisa e o objetivo geral, bem como os objetivos específicos da pesquisa. Analisou-se ainda a manifestação de estudiosos sobre o problema da evasão fiscal e ação do fisco, com a diferenciação entre elisão e evasão fiscal e a constatação de que o contribuinte nem sempre se sente responsável pela produção de bens públicos que consome. Analisou-se ainda a manifestação de autores sobre a utilização do artefato das Redes Neurais Artificiais (RNAs) na seleção de contribuintes para a fiscalização. Por fim, discutiu-se a necessidade de racionalização do Sistema Tributário Nacional (STN) com as implicações do federalismo fiscal pelo qual optou a sociedade brasileira. Esse modelo leva ao esgotamento da capacidade do Estado para satisfazer às demandas sociais, pela percepção de que a carga tributária brasileira, quando comparada com padrões da OCDE, é relativamente alta. No final do capítulo, caracterizou-se a metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho, bem como o delineamento de sua estrutura.

2 ESTADO CONTEMPORÂNEO E FINANÇAS PÚBLICAS

Quando se fala em “Estado”, necessário se torna delinear de que “Estado” se está falando. Para fins desta pesquisa, opta-se pela concepção utilizada na Teoria Geral do Estado, como a organização político-jurídica de uma sociedade para produzir o bem público, com um governo próprio e território delimitado. Emerge daí que os elementos constitutivos do Estado são: povo, território e governo soberano.

Esta conceituação jurídica tem um sentido muito abrangente, requerendo, para o escopo deste trabalho, uma conceituação mais estrita. Aqueles elementos constitutivos do Estado levam ao conceito de Estado-Nação. Bresser-Pereira (2009) examina o Estado enquanto organização, como um sistema social formalmente estruturado. Embora busque colocar o Estado dentro de um contexto histórico, sua preocupação maior é com o seu aspecto estrutural. Analisa a questão do Estado, portanto, principalmente do ponto de vista da Teoria das Organizações e de sua gestão.

Para Bresser-Pereira (2009), Estado-Nação é o Estado Nacional que tem sua representação no concerto das nações, perante o mundo. O Estado que está dentro do Estado-Nação é o representativo de uma sociedade, inclusive suas instituições com poder coercitivo e o respectivo território. É a organização dentro desse país com poder de legislar e tributar a respectiva sociedade. Já o aparelho do Estado é um sistema institucional normativo constituído por Leis relativamente permanentes e por políticas públicas mais transitórias.

Adota-se, para fins deste trabalho, a segunda conceituação (Estado que está dentro do Estado-Nação) para se entender como o Estado contemporâneo exerce seu poder coercitivo para legislar e tributar.

No plano mais específico das finanças públicas, verifica-se que existe uma sociedade que demanda bens públicos em volume cada vez mais expressivo e o Estado (com governo soberano) a quem esta sociedade delegou o poder de legislar e tributar. Essa dicotomia é a essência de finanças públicas que trata, de um lado, daquilo que pode ser atendido pelo Estado (gasto público) e, de outro, como são obtidos os recursos para atender a estas demandas (receita pública).

Por gasto público, pode-se entender a oferta de bens públicos mais importantes por parte do governo, isto é, saúde, educação, defesa nacional, segurança pública interna, regulação, justiça, assistencialismo, entre outros. Pela receita pública, o governo conta com os tributos. A sua distribuição vai depender da estrutura político-administrativa que cada país tenha. No caso brasileiro, a Constituição Federal de 1988 (CF/88) consagrou a república federativa, formada pela união indissolúvel dos Estados e Municípios e do Distrito Federal. A opção da sociedade brasileira pela forma de Estado Federal é tão arraigada que se constitui em uma das chamadas cláusulas pétreas da CF/88, que em seu art. 60, § 4º, inciso I, estabelece que “não será objeto de deliberação a proposta de emenda constitucional tendente a abolir a forma federativa de Estado”.

Esse federalismo, no plano político-administrativo, induziu a formação de um federalismo fiscal, que tem por objetivo atender às obrigações de ordem social e econômica impostas pela CF/88 e tem como consequência a necessidade de definição de competências para estabelecer quem vai ofertar que bem público e quem vai tributar o quê.

Decorre daí que o Brasil optou por três esferas autônomas de governo sendo um governo central representado pela União e os governos subnacionais divididos em dois níveis: os Estados e os Municípios. Acrescente-se ainda a figura do Distrito Federal, que se equipara aos Estados na questão de finanças públicas.

2.1 IMPLICAÇÕES DO FEDERALISMO FISCAL

A segunda dimensão de Estado proposta por Bresser-Pereira (2009), ou seja, a conceituação de Estado dentro do Estado-Nação, é o ponto de partida para a análise do federalismo e suas implicações fiscais. A forma como se estrutura o Estado brasileiro determina como ele vai atender as demandas da sociedade tendo como consequência o federalismo fiscal que no dizer de Biderman e Arvate (2004 *apud* MENDES, 2004) pode ser definido como a divisão de tarefas entre os diferentes níveis de governo: quem (que níveis de governo) deve arrecadar cada um dos tributos do país e quem deve ofertar cada um dos serviços/bens públicos (saúde, saneamento, educação, limpeza, iluminação, segurança pública, estabilidade macroeconômica, regulação, assistência aos pobres, etc.).

A busca da eficiência do setor público deve ser maximizada por essa divisão de tarefas. Por exemplo, um governo estadual enfrentaria dificuldades operacionais para cobrar imposto de renda, pois os moradores daquele Estado podem ser donos de empresas ou trabalhar em outros Estados, e seria dispendioso (ou impossível) checar, em todo território nacional, as informações necessárias para tributar a totalidade da renda do indivíduo (BIDERMAN; ARVATE, 2004 *apud* MENDES, 2004, p. 422).

A atribuição de qual ente político vai ofertar que tipo de bem público, deve levar em conta a racionalidade dos gastos. A um governo municipal, poderia ser muito dispendioso manter uma universidade pública, pois seria necessária uma demanda de alunos muito grande para justificar tais custos. Já para os serviços locais como iluminação pública e calçamento de ruas, o município é o melhor agente, pois conhece mais de perto as demandas das pessoas que residem em seu entorno.

Mendes (2004, p. 423) informa que quando os economistas passaram a olhar o federalismo sob o prisma da racionalidade econômica, o que ocorreu por volta de 1950, as federações já existiam. Assim, pode-se dizer que o federalismo fiscal procura estabelecer parâmetros de racionalidade e eficiência econômica que orientem os ajustes na organização econômica das federações, à medida que o processo político permita tais alterações.

As bases da teoria econômica do federalismo fiscal tem seu marco inicial com Samuelson – conforme noticia Mendes (2004) – o qual introduziu o conceito de bem público na teoria econômica do bem-estar. Dado que o bem público consumido por um indivíduo não exclui o consumo por outro (bem não rival), então ninguém teria incentivo para revelar sua real demanda por este tipo de bem. Cada indivíduo preferiria deixar que outros revelassem suas demandas pelo bem, enquanto ele consumiria o bem sem precisar pagar por ele. Nesse comportamento, como se verá, está o cerne da questão da elisão e ou evasão fiscal tratado neste trabalho.

Duas teorias são postas para lidar com esse problema. Charles Tiebout propôs, em 1956, que a descentralização fiscal poderia ser capaz de induzir o consumidor a revelar suas preferências por bens públicos. Sua ideia básica é a de que, em vez de haver um único governo, que tenta adivinhar as preferências (não reveladas) dos cidadãos, para lhes ofertar bens públicos, o território nacional poderia ser retalhado em diversas jurisdições, cada uma sendo comandada por um pequeno

governo que ofertaria determinados bens públicos. As famílias seriam os consumidores que ao se mudar para determinada cidade, estariam indo ao mercado buscar os bens públicos de sua preferência, pelo preço (carga tributária cobrada pelo governo local) que lhes parecesse adequado e estariam, portanto, revelando suas preferências (MENDES, 2004).

Já Wallace Oates vê o federalismo fiscal como um meio termo entre a administração pública centralizada e uma administração amplamente descentralizada. Assim, se um governo totalmente descentralizado e um governo totalmente centralizado apresentam problemas, pois aquele não tem condições de conhecer todas as preferências dos cidadãos e este não consegue conhecer as rendas para tributar, o federalismo fiscal formado por uma divisão de tarefas entre governo central e governos locais pode ser uma solução, dividindo entre os diferentes níveis de governo as tarefas mais adequadas para cada um deles.

Acentuam-se, então, as diferenças entre estas duas concepções teóricas. Em primeiro lugar, enquanto Tiebout confiava na mobilidade como mecanismo para revelar as preferências dos indivíduos por diferentes cestas e bens públicos, Oates trabalha com a ideia de que o governo local conhece essa preferência (MENDES, 2004). Em segundo lugar, para Tiebout, a importância da descentralização estaria na competição “horizontal”, ou seja, na competição entre os governos locais. Por outro lado, Oates aponta outros ganhos que decorreriam da cooperação “vertical”, ou seja, de uma divisão “amigável” de funções entre o governo central e os governos locais. No caso do modelo brasileiro, a experiência na construção do federalismo fiscal, inclina-se para confirmar a posição de Oates. A argumentação de Oates a favor de um sistema de federalismo fiscal, associado a um elenco de externalidades¹⁹, pode ser considerado o ponto de referência para uma extensa literatura normativa, que procura encontrar um modelo ótimo de federalismo, que permita maximizar os benefícios da concorrência e da divisão de tarefas entre níveis de governo e, ao mesmo tempo, minimizar as externalidades negativas (MENDES, 2004).

¹⁹ As externalidades referem-se aos impactos que a ação de um agente econômico (indivíduo, empresa, governo) sobre aqueles que não participam de sua decisão, mas são afetados por ela. As externalidades podem ser positivas, assim definido quando os demais agentes se beneficiam de uma determinada ação. Por exemplo, quando o governo investe em infraestrutura, quando uma pessoa elimina em sua casa focos de mosquitos da dengue, acabam beneficiando outros agentes não ligados diretamente à sua ação. Já as externalidades negativas vão em sentido contrário, isto é, quando a ação de determinado agente prejudica a outrem. Por exemplo, o lixo e detritos lançados nos rios por empresas e pessoas, ou quando alguém resolve sair de carro, aumentando o congestionamento e a poluição.

2.2 DISTRIBUIÇÃO DE COMPETÊNCIAS TRIBUTÁRIAS

A questão da definição de quem tributa o quê (plano central ou plano local), pode ser respondida alinhando-se alguns parâmetros. Mendes (2004) destaca que a teoria responde a essa questão estabelecendo os seguintes critérios para avaliar se um tributo é adequado à cobrança local:

- *Facilidade de se exportar o tributo*: Ocorre quando os agentes econômicos têm mobilidade para transitar livremente dentro das unidades nacionais e subnacionais. É o caso típico do ICMS, no atual desenho das competências tributárias no Brasil. A CF/88 atribuiu aos Estados a competência para a cobrança desse imposto. Acrescente-se ainda a grande desigualdade econômica e social entre as unidades federativas.

A junção desses dois fatores (mobilidade dos agentes econômicos e desigualdade entre as unidades federadas) conduz à discussão se o imposto deve ser cobrado na origem ou no destino. Como o ICMS é cobrado sobre o valor agregado, no Brasil optou-se pela cobrança na origem como regra, havendo algumas exceções como o caso de derivados de petróleo. No caso das operações interestaduais entre contribuintes do imposto, a CF/88 determinou o Estado de origem fique com uma parte e o Estado de destino com outra.

Assim, por exemplo, quando um consumidor na Bahia adquire de uma empresa da Bahia, mercadoria produzida em São Paulo, ao pagar 17% a título de ICMS embutido no preço, estará entregando 7% para São Paulo e 10% para a Bahia, dentro do mecanismo de débitos e créditos que se verá mais detalhadamente a seguir. Ou seja, estará pagando parte do imposto para São Paulo sem, contudo, utilizar bens públicos produzidos por aquele Estado. Eis o típico caso de exportação de tributo a que se refere (MENDES, 2004).

Isto explica porque Estados fortes economicamente, como é o caso dos Estados do Sudeste, resistem a uma reforma tributária que implique em passar a cobrança deste imposto para o destino e não na origem.

- *Mobilidade da base tributária*: um tributo que incentiva a migração de pessoas para um município que cobra menos imposto, interferindo na mobilidade da base tributária, não deve ser cobrado localmente. É o caso do imposto de renda que no Brasil é cobrado em nível central, pois caso fosse cobrado pelos municípios, por exemplo, incentivaria a chamada “guerra fiscal” como acontece hoje com o ICMS e ISS.

- *Economia de escala na cobrança do tributo*: dependendo da abrangência do tributo, a unidade responsável teria que montar uma máquina administrativa tão ampla que não justificaria o custo-benefício. Assim a recomendação da teoria é que o ICMS, por exemplo, deveria ser cobrado num plano central.

Tais critérios nos levam a concluir que poucos tributos se prestam à cobrança local. Na prática, isso significa que os governos locais não são capazes de levantar receitas suficientes para prover os bens públicos sob sua responsabilidade (MENDES, 2004).

No Brasil, a distribuição de tributos cobrados em nível local (Estados e Municípios) e em nível central (União) pode ser visto na Tabela 3 que mostra a configuração do federalismo fiscal brasileiro em relação aos impostos e à Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico e sua distribuição relativa determinada pela CF/88.

Tabela 3 – Competência tributária e distribuição constitucional dos recursos

Título	Participação Relativa			
	União	Estados/DF	Municípios	FNO/FNE/FCO ¹
A - Tributos da União				
Imposto de Importação – II	100,0 %	-	-	-
Imposto de Exportação – IE	100,0 %	-	-	-
Imposto de Renda – IR ²	52,0 %	21,5 %	23,5 %	3,0 %
Imposto s/ Produtos Industrializados – IPI	42,0 %	29,0 % ³	26,0 % ⁴	3,0 %
Imposto Territorial Rural – ITR	50,0 %	-	50,0 %	-
Imposto s/ Operações Financeiras – IOF ⁵	100,0 %	-	-	-
Contrib. de Intervenção no Domín. Econ. – CIDE	71,0 %	29,0 %	-	-
B - Tributos dos Estados/Distrito Federal				
Imposto s/ Circ. de Mercadorias e Serviços – ICMS	-	75,0 %	25,0 %	-
Imposto s/ Propr. de Veíc. Automotores – IPVA	-	50,0 %	50,0 %	-
Imposto s/ Transmissão de Bens e Direitos – ITBD	-	100,0 %	-	-
C - Tributos dos Municípios				
Imposto s/ Serviços de Qualquer Natureza – ISS	-	-	100,0 %	-
Imposto s/ a Propriedade Territorial Urbana – IPTU	-	-	100,0 %	-
Imposto s/ a Transmissão de Bens Imóveis – ITBI	-	-	100,0 %	-

Fonte: BANCO CENTRAL, 2008, p. 232. Adaptada pelo autor, 2011

Legenda:

1. Fundo Constitucional de Financiamento da Região Norte, Fundo Constitucional de Financiamento da Região Nordeste e Fundo Constitucional de Financiamento da Região Centro-Oeste.
2. Pertencem integralmente aos Estados/DF e Municípios a arrecadação do Imposto de Renda sobre rendimentos pagos, a qualquer título, por eles, suas autarquias e pelas fundações que instituírem ou mantiverem.
3. 21,5 % correspondem ao Fundo de Participação dos Estados – FPE e 7,5 % aos recursos do Fundo de Compensação pela Exportação de Produtos Industrializados (Parcela dos Estados).
4. 23,5 % Correspondem aos recursos do Fundo de Participação dos Municípios e 2,5 % aos recursos do Fundo de Compensação pela Exportação de Produtos Industrializados (Parcela dos Municípios).
5. O imposto oriundo das operações com ouro é destinado aos Estados e Municípios.

A competência tributária delegada pela CF/88 para cada um dos tributos é aquela demarcada nas linhas A, B e C da Tabela 3. Observe-se que por estrito comando constitucional a União repassa parte da sua arrecadação do IR, do IPI, do ITR e da CIDE para unidades subnacionais e os Estados repassam para os municípios parte de sua arrecadação com o ICMS e com o IPVA. Além destas transferências obrigatórias, ainda existem as transferências voluntárias feitas pelo governo central para cumprir a função distributiva e cobrir externalidades.

O arranjo do federalismo fiscal brasileiro, estampado na Tabela 4, vem ao encontro da teoria proposta por Oates, conforme descrito em unidades precedentes deste trabalho, evidenciando uma concentração maior no âmbito do governo central e transferências intergovernamentais. Este arranjo, no entanto, levou a uma distorção. Como a União obrigatoriamente tem que repassar parte de sua arrecadação, isso fez com que o governo central optasse pela instituição de tributos que não fossem alcançados pela transferência compulsória, a exemplo das contribuições como PIS/COFINS e outras.

Na Tabela 4, observa-se que há concentração de quase 70% na União, o que para Biderman e Arvate (2004 *apud* MENDES, 2004) pode ser considerada coerente pelo fato de o governo central ter maior facilidade em lidar com as externalidades, com a mobilidade da base tributária que se dá em função do desenvolvimento econômico e ter economia de escala na administração de seus tributos.

Tabela 4 - Receita tributária por competência –2009 (% do PIB)

Competência	R\$ Milhões	% RELATIVO	% PIB
Total da Receita Tributária	1.055.407,07	100,00 %	33,58 %
Tributos do Governo Federal	737.004,53	69,83 %	23,45 %
Tributos do Governo Estadual	270.046,37	25,59 %	8,59 %
Tributos do Governo Municipal	48.356,17	4,58 %	1,54%

Fonte: BRASIL, 2011b. Adaptada pelo autor, 2011

Em alguns pontos, nosso sistema de alocação de receitas e despesas obedece os ditames da Teoria Normativa, que é aquela que diz como se deve fazer algo, em contraposição à Teoria Positiva, que procura explicar como os fatos se dão na realidade. Segundo aquela Teoria, deve haver uma maior concentração de tributos no nível federal, compartilhamento entre os três níveis de governo para bens públicos como a educação e saúde e que a tributação sobre o patrimônio imobiliário deve ficar com os municípios.

2.3 DISTRIBUIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES DE GASTOS

Para definir que tipo de bem público deve ser de responsabilidade dos governos locais, a orientação geral que emana da teoria é aquela proposta por Oates: cada bem público deve ser provido pelo nível de governo que represente, de forma mais próxima, a área geográfica que se beneficia daquele bem (MENDES, 2004).

Não obstante, existem determinados tipos de bens que – embora de responsabilidade de governos locais –, por questões de escala, acabam sendo compartilhados, de forma que o governo local administre a provisão do bem público, enquanto os níveis mais centralizados financiem total ou parcialmente seus custos. É o caso da educação.

Esse tipo de cooperação pode ser visto dentro do esquema teórico de Oates, como uma forma de o governo central tornar sua política de distribuição de renda mais eficaz.

No federalismo fiscal brasileiro, há uma forte concentração de receitas no governo central. Por outro lado, a CF/88 obrigou uma série de transferências intergovernamentais, tanto da União para Estados e Municípios, via Fundo de Participação de Estados e Municípios, quanto dos Estados para os Municípios via Fundo de Participação dos Municípios, com o objetivo de reduzir os desequilíbrios verticais, repassando parte da arrecadação federal para os demais níveis de governo.

Biderman e Arvate (2004 *apud* MENDES, 2004) apontam dois problemas centrais no federalismo brasileiro: o uso excessivo de transferências intergovernamentais e a existência de um grande número de municípios pequenos, sem escala suficiente para a produção de bens públicos, havendo casos extremos em que a maior parte das receitas de determinados municípios estão representadas por transferências, sendo que dados de 2002 indicam que 73% dos municípios brasileiros têm nas transferências recebidas pelo menos 85% de suas receitas correntes.

No esquema teórico de Oates, esse perfil de financiamento é indesejável por não estimular o cidadão a fiscalizar a ação do governo, pois estando mais distante do plano central, pouca motivação terá para seguir de perto a alocação dos recursos. Esse perfil estimula ainda outras anomalias, como as de governos locais que não fazem maiores esforços por cobrar tributos de

sua competência, mesmo considerando uma base econômica fraca, e que governos locais adotem um comportamento *free rider*²⁰, pressionando o governo central por mais repasses, o que, na prática, significa transferir para o resto do país o custo dos serviços oferecidos à sua comunidade.

2.4 EVASÃO FISCAL NO CONTEXTO DA TEORIA DAS FINANÇAS PÚBLICAS

A teoria evidencia que o contribuinte opta por atender ou não às exigências tributárias tendo em vista ganhos que possa ter caso não venha a ser fiscalizado no período decadencial do tributo. Como a informação sobre a possibilidade de ser fiscalizado (ou não) é assimétrica, pois somente os órgãos fiscalizadores a detém, o contribuinte tende a estabelecer uma relação de custo-benefício dentro de sua função utilidade, conforme discutido no Capítulo 1.

Essa conotação corrobora, então, a explicação sobre o comportamento daqueles contribuintes do ICMS que querem ser “caronas”, no dizer de Giambiagi e Além (2008) e, através da evasão pura e simples, deixar de recolher o imposto devido ao Estado. Neste ponto é que a gestão tributária necessita de instrumentos eficientes para detectar e identificar aqueles que optam pela sonegação, como meio de aumentar o seu bem estar, isentando-se da preocupação em participar do rateio dos bens públicos, tangíveis ou intangíveis.

Além daqueles fatores explicativos do comportamento dos contribuintes, ou seja, custos psicológicos da fraude, aversão ao risco, alteração das escolhas econômicas e interação entre os evasores fiscais, acrescenta-se que, de alguma forma, esse comportamento será impactado também pela percepção que o contribuinte tenha quanto ao tamanho da carga tributária imposta pelo Estado à sociedade. Essa carga tributária e quão otimizada ela é, por sua vez, está suportada pela teoria das Finanças Públicas.

Para Giambiagi e Além (2008), segundo a Teoria Tradicional do Bem-Estar Social (*welfare economics*), sob certas condições, os mercados competitivos geram uma alocação de recursos que se caracteriza pelo fato de que é impossível promover uma realocação de recursos de tal

²⁰ A microeconomia define o comportamento *free rider* como sendo aquele em que um ou mais agentes econômicos acabam usufruindo de um determinado benefício proveniente de um bem, sem que tenha havido uma contribuição para a obtenção de tal. Esse problema surge na provisão de um bem público, já que o mesmo tem como características a não-rivalidade e a não-exclusividade, ou seja, a ele não pode ser atribuído um direito de propriedade. Dessa forma, “os indivíduos não têm incentivos a pagar tanto quanto o bem realmente vale para ele”. E é justamente por isso que a provisão de bens públicos é menor que a socialmente desejada.

forma que um indivíduo aumente o seu grau de satisfação sem que, ao mesmo tempo, isso esteja associado a uma piora da situação de outro indivíduo.

Musgrave (1973) ao discorrer sobre a função alocativa dos recursos por parte do Estado, salienta que, supondo-se uma economia de pleno emprego, a tarefa da política orçamentária é a de contribuir para uma alocação de recursos eficiente e uma distribuição “apropriada” de renda. E acrescenta que isto envolve o problema, que é o âmago da teoria econômica pública, de determinar quais as necessidades sociais que deverão ser satisfeitas, bem como quem deve pagar por elas.

Giambiagi e Além (2008) explicam que essa alocação de recursos que tem a propriedade de que ninguém pode melhorar sua situação, sem causar algum prejuízo a outros agentes, é denominada na literatura de “ótimo de Pareto”. Paralelamente a este conceito, a teoria econômica tradicional ensina que para atingir uma alocação “Pareto eficiente” de recursos não é necessário que exista a figura de um “planejador central”, já que a livre concorrência, com as firmas operando em um mercado competitivo e procurando maximizar seus lucros, permitiria atingir esse ideal de máxima eficiência. Para o autor, na realidade, existem algumas circunstâncias conhecidas como “falhas de mercado”, que impedem que ocorra uma situação de ótimo de Pareto. Tais circunstâncias são representadas por: (a) existência de bens públicos; (b) falha de competição que se reflete na existência de monopólios naturais; (c) as externalidades; (d) os mercados incompletos; (e) as falhas de informação e (f) ocorrência de desemprego e inflação.

Os bens públicos são aqueles cujo consumo/uso é indivisível ou “não rival”. Em outras palavras, o seu consumo por parte de um indivíduo ou de um grupo social não prejudica o consumo do mesmo bem pelos demais integrantes da sociedade. Ou seja, todos se beneficiam da produção de bens públicos mesmo que eventualmente, alguns mais que outros. São exemplos de bens públicos: bens tangíveis como as ruas ou iluminação pública; e bens intangíveis como justiça, segurança pública e defesa nacional.

Concordando com Musgrave (1980) quanto à decisão de determinar quais as necessidades sociais deverão ser satisfeitas, bem como quem deve pagar por elas, Giambiagi e Além (2008), enfatizam que a questão que se coloca para a sociedade é, como ratear os custos de produção dos bens públicos entre a população, tendo em vista que é impossível determinar o

efetivo benefício que cada indivíduo derivará do seu consumo que, muitas vezes, sequer é voluntário.

Levando em conta que os bens públicos, uma vez produzidos, beneficiarão a todos os indivíduos independentemente da participação de cada um no rateio dos custos, é natural que os indivíduos, se fossem chamados a dar um preço para suas preferências, tendessem a subavaliar os benefícios gerados pelo bem público, a fim de reduzir suas contribuições. Além disso, o fato de não se poder individualizar o consumo, permite que algumas pessoas – os “caronas”, no dizer de Giambiagi e Além (2008) – possam agir de má fé alegando que não querem ou não precisam ter acesso ao consumo e desta forma, negando-se a pagar por ele, ainda que acabem usufruindo do benefício do bem público.

Reiterando a observação feita neste trabalho, este viés comportamental pode explicar a tendência de determinado contribuinte deixar de satisfazer suas obrigações no âmbito do ICMS. É preciso enfatizar ainda que a percepção que o contribuinte tem quanto à carga tributária e o retorno em termos de serviços e bens que recebe do Estado são fatores que influenciam o seu comportamento, suscitando assim a discussão de qual é a carga tributária que poder-se-ia dizer ideal. Para tanto, uma breve discussão sobre a Teoria de Finanças Públicas se faz necessária.

2.5 QUESTÃO TRIBUTÁRIA RELACIONADA AOS FUNDAMENTOS DAS FINANÇAS PÚBLICAS

Conforme Pintos-Payeras (2008) não é de hoje que a literatura econômica discute como deve ser a incidência dos impostos sobre a população. Segundo ele, em 1776, Adam Smith já dizia que os cidadãos devem contribuir para o suporte do Governo, tanto quanto possível, na proporção da renda que usufruem sob a proteção do Estado. Ele também tinha uma preocupação especial sobre os efeitos dos impostos que incidiam sobre os produtos, diferenciando-os em necessários e de luxo.

Pintos-Payeras (2008) defende que dentro do debate da teoria tributária sempre surge a contraposição entre equidade e eficiência. Para Rezende (2001) há dois princípios que regem a teoria tributária: o princípio da neutralidade e o da equidade. O primeiro sugere que o sistema tributário não deve interferir na decisão dos agentes econômicos quanto à alocação dos fatores

de produção. O segundo postula que o ônus tributário deve ser distribuído de forma equitativa sobre a população. A definição de igualdade entre dois indivíduos pode ser feita de maneira subjetiva, em função do bem-estar, ou objetiva, em termos da renda (ZEE, 1995).

Essa última proposição foi discutida por Musgrave quando faz uma revisão do desenvolvimento doutrinário, através das teorias do benefício e da capacidade para pagar, e tenta aplicar os resultados das teorias da economia do bem-estar. Além disso, existe a tarefa de traçar uma política eficiente de tributação e dispêndios que evitem encargos excessivos, e formular uma estrutura tributária que atenda aos requisitos básicos da igualdade horizontal (MUSGRAVE, 1973).

De acordo com Musgrave (1973), um sistema tributário "ideal" deve apresentar os seguintes requisitos: (1) a distribuição do gravame tributário deve ser equitativa. Todos devem pagar sua justa contribuição; (2) os impostos devem ser escolhidos visando à minimização de interferência com as decisões econômicas nos mercados, que na ausência dos tributos seriam eficientes. A posição de 'excesso de gravame' deve ser minimizada; (3) ao mesmo tempo, os impostos podem ser utilizados na correção de ineficiências do setor privado, desde que provem serem instrumentos operacionais adequados para fazê-lo; (4) a estrutura tributária deve favorecer a utilização da política tributária com relação aos objetivos de estabilização e crescimento; (5) o sistema tributário deve permitir uma administração eficiente e isenta de arbitrariedades, sendo ainda necessário que o sistema seja compreensível para o contribuinte; (6) os custos administrativos e de atendimento às exigências tributárias devem ser tão baixos quanto for compatível com os outros objetivos (MUSGRAVE, 1973).

Para Musgrave (1980) é possível diferenciar duas linhas de pensamento: uma que se baseia no critério do benefício e outra que toma como base o critério da capacidade de pagamento. O primeiro critério diz que cada indivíduo deve contribuir com uma quantia proporcional aos benefícios que ele obtém dos serviços públicos. Estabelece um critério de igualdade com base nas preferências individuais pelo consumo de bens e serviços produzidos pelo governo. Desta forma, cada contribuinte seria tributado de acordo com sua demanda por serviços públicos. A complicação que se apresenta em tal interpretação reside na dificuldade de conhecer os benefícios dos dispêndios públicos para cada contribuinte, visto que o critério passa por uma avaliação pessoal em relação aos bens públicos. Assim sendo, não há uma fórmula tributária capaz de ser aplicável a todas as pessoas.

Vianna (2001, *apud* PINTOS-PAYERAS, 2008, p.19) aponta que por esse princípio não é possível “conceber impostos com fins redistributivos, uma vez que, na prática, não há como separar tributos para financiar serviços públicos em geral daqueles serviços destinados às necessidades específicas dos contribuintes beneficiários”.

No segundo critério, o governo necessita de uma determinada receita e cada contribuinte pagará de acordo com sua capacidade de pagamento. O critério da capacidade de pagamento exige uma distribuição do gravame tributário que assegure a equidade horizontal e vertical. Para a obtenção da equidade horizontal, os contribuintes de mesma capacidade de pagamento devem pagar o mesmo montante de impostos. Para garantir a equidade vertical, os pagamentos dos contribuintes devem diferir de acordo com suas diferentes capacidades de pagamento. O princípio da equidade vertical pode ser formulado no sentido de exigir igualdade de sacrifício. Tal exigência pode, ou não, implicar na necessidade de uma tributação progressiva, o que vai depender da definição utilizada na caracterização do “igual-sacrifício” e também da inclinação das curvas de utilidade marginal da renda (PINTOS-PAYERAS, 1980).

A discussão teórica da tributação progressiva ou não, ganha relevo principalmente considerando-se a sistemática do ICMS. Segundo Pintos-Payeras (2008), um imposto, ou sistema tributário, é classificado como progressivo se o aumento da contribuição for mais que proporcional ao aumento na renda. Em contraste, se a carga tributária aumenta menos que proporcionalmente com o aumento da renda o tributo é dito regressivo.

No que diz respeito à progressividade do sistema tributário, surge dentro da teoria da tributação uma discussão sobre os tributos indiretos, os quais são, geralmente, proporcionais em relação à base de consumo, mas regressivos à base de renda. A explicação para esse efeito é que o consumo proporcionalmente cai à medida que a renda aumenta. Aqui o debate volta ao ponto de decidir qual base representa melhor a capacidade de pagamento: renda ou consumo. Os impostos diretos são normalmente apontados como melhores quando o objetivo é tornar o sistema tributário mais justo e os impostos indiretos são considerados melhores quando o objetivo é aumentar a arrecadação (PINTOS-PAYERAS, 2008).

Os impostos diretos são aqueles que podem ser ajustados a características individuais dos contribuintes, já os impostos indiretos são os que são cobrados nas transações sem levar em consideração as particularidades do comprador ou vendedor.

Neste sentido, o ICMS insere-se na classificação de imposto indireto, uma vez que quem suporta o ônus econômico do tributo é aquele que se encontra ao final da cadeia produtiva, na qualidade de consumidor, conforme será demonstrado nas Tabelas 4 e 5.

2.6 TRIBUTAÇÃO E ESTADO CONTEMPORÂNEO: BASES CONCEITUAIS E ESPECIFICIDADES

Após as análises realizadas acima sobre a Teoria das Finanças Públicas, cabe analisar a questão da tributação dentro do denominado Estado Contemporâneo.

Conforme Pasold (2003), o Estado Contemporâneo se estabelece a partir da Constituição Mexicana de 1917. Apresentando condições muito peculiares, as principais características desse Estado, comparadas com o seu antecessor, o Estado Moderno, são:

- a) mantém consagrados os Direitos Individuais;
- b) insere como Direitos Fundamentais também os Direitos Sociais e/ou os Direitos Coletivos e;
- c) para assegurar a efetiva realização desses Direitos, estabelece e disciplina a intervenção do Estado nos domínios econômico e social.

O Quadro 1, sintetiza algumas características do Estado Contemporâneo nas perspectivas descritivas e prescritivas, na visão de Pasold. Pode-se assim estabelecer um paralelo entre as concepções de uma Teoria Positiva e Teoria Prescritiva.

Quadro 1 – Perspectivas sobre o Estado contemporâneo

Sob enfoque da Teoria Descritiva	Sob o enfoque da Teoria Prescritiva
Encontra-se conformado juridicamente, isto é, há consagrações formais dos conteúdos que o caracterizam nos diversos países, correspondendo em maior ou menor medida às realidades ali existentes;	As conformações jurídicas necessitam guardar relação fiel com a realidade que lhes cabe representar e regular;
Nos discursos constitucionais, com variações redacionais, está estabelecida a sua submissão à Sociedade, encontrando-se referências à origem do Poder estatal como sendo a Nação ou Povo;	As colocações juridicamente estabelecidas quanto à submissão do Estado à Sociedade, pressupõem que sejam fixados e eficientemente operados os mecanismos políticos voltados para a realização dos princípios que as sustentam;
Da mesma maneira, encontra-se formalizado constitucionalmente o compromisso dos Estados para com os anseios de suas sociedades;	O reconhecimento constitucional e infraconstitucional dos compromissos do Estado para com a Sociedade que o mantém, não é suficiente quando desacompanhado do aparelhamento institucional e administrativo, necessário à sua consagração prática;
De modo geral, o Estado Contemporâneo tem assumido uma estrutura tentacular que é objeto de estudos, constatações e propostas de cientistas que têm a “burocracia como centro de atenção”. As superestruturas são montadas para o exercício ampliado das funções estatais, ocorrendo hipertrofias em graduações variadas, na medida em que são examinados diversos Estados;	Os fundamentos e as modernas técnicas para um desempenho administrativo eficaz somente se justificam se todo o conjunto tentacular estiver submisso às demandas que, em função da realidade, a Sociedade reclama que sejam atendidas com presteza pelo Estado Contemporâneo;
Em decorrência da internacionalização da economia (e da globalização) sob o princípio (discutível) de que “as nações não podem viver isoladas mais eficientemente do que os indivíduos”, e numa distorção progressiva dela através da desnacionalização do fluxo internacional de bens, crescentemente dirigido pelo que se convencionou denominar multinacionais, prospera em muitos Estados contemporâneos, a mentalidade da primazia absoluta do econômico, em detrimento das contundentes questões sociais e ecológicas.	O Estado Contemporâneo deve comportar-se sob a égide da primazia do humano, submetendo o econômico à força social.

Fonte: PASOLD, 2003. Elaborado pelo autor, 2011

De acordo com Dias Filho e Machado (2004) define-se como positiva a teoria que tem por finalidade fornecer subsídios para explicar e prever determinados fenômenos. Os autores enfatizam que essa denominação vem da economia e é utilizada em sentido oposto ao significado de Teoria Normativa a qual busca indicar como deveria ser determinada prática. Uma teoria positiva começa com algumas premissas e através de dedução lógica permite que algumas previsões sejam feitas acerca de como as coisas funcionarão. Se a predição é suficientemente precisa quando testada contra as observações da realidade, então a história é considerada como tendo fornecido uma explicação de por que as coisas são como elas são. Henderson (1992 *apud* DIAS FILHO, 2004).

Pode-se então compreender que o Estado contemporâneo busca uma relação próxima entre o Estado e a sociedade, estando entre seus papéis o de proporcionar a igualdade de condições

entre os cidadãos, no que diz respeito à acessibilidade, racionalidade e sensibilidade nos planos político, social, cultural e econômico. Buscando sempre o bem da coletividade, o Estado tem a obrigação de gerir a máquina pública, objetivando a democracia, a igualdade de condições entre os participantes da sociedade e respeitando os valores fundamentais da pessoa humana.

Nas questões de tributação discutidas no presente trabalho a concepção da Teoria Prescritiva tem maior relevo, face à própria natureza de imposição que caracteriza a relação entre o Estado e os cidadãos.

Isto não invalida que, diante da falta de igualdade de acesso aos direitos fundamentais por parte de uma parcela da população, o Estado contemporâneo utiliza sua capacidade de tributar como política de inclusão social. Somando-se esta visão ao que Pasold (2003) acrescenta na condução deste processo, conclui-se que os governantes do Estado contemporâneo, devem ser sempre detentores temporários do Poder Estatal e legitimados de forma constante. É o pressuposto da democracia com a alternância de poder.

3 ASPECTOS ECONÔMICOS DA TRIBUTAÇÃO: UMA VISÃO GERAL

O desenvolvimento da questão tributária relacionada aos fundamentos de finanças públicas denotou a estreita dependência da questão tributária com a questão de finanças públicas quando foram analisadas as premissas que levam a um maior ou menor gasto por parte do Estado. Levando-se em conta o fato de que esses gastos têm que ser suportados pela sociedade, passa a ter fundamental importância a questão econômica.

As finanças públicas, como um ramo da economia, têm uma trajetória plural. Alguns dos mais famosos economistas – principalmente Ricardo, Wicksell, Edgeworth e Pigou – aventuraram-se a tratar mais da teoria da tributação e, de forma menos frequente, dos dispêndios governamentais. A preocupação primordial dá ênfase aos aspectos mais práticos da legislação e administração fiscais.

Analisando a função alocativa do Estado, Musgrave (1973) explica que existem diferenças conceituais quanto às necessidades a serem satisfeitas pelo Estado. Para o autor, há que se distinguir em dois tipos: as necessidades sociais e as necessidades meritórias. Nas necessidades sociais não se aplicam o princípio da exclusão, segundo o qual, se um consumidor deseja uma mercadoria qualquer, terá que sujeitar-se às condições de troca estabelecidas pelo que as possuem e vice-versa, significando que estará excluído de usufruir qualquer bem ou serviço, a não ser que se disponha a pagar ao possuidor o preço estipulado. Esse mecanismo não funciona para as necessidades sociais, quando a satisfação auferida por um consumidor é independente de sua própria contribuição.

Cita como exemplo de necessidades sociais um projeto de controle de enchentes, cujos benefícios mais gerais cobrem uma região inteira; uma campanha sanitária que eleve o nível geral de saúde em certa área; despesas com o sistema judiciário, que garante a segurança interna e impõe o cumprimento de obrigações contratuais; ou a proteção contra agressão estrangeira. Os benefícios resultantes do atendimento dessas necessidades serão comuns para todos os moradores de um certo local ou sociedade onde os serviços são prestados. Talvez alguns se beneficiem mais do que outros, mas todos sabem que seu benefício será independente de sua contribuição particular. Daí não se pode esperar do consumidor uma contribuição voluntária. O governo deve intervir e impor-se.

Já a segunda categoria, a das necessidades meritórias, inclui os serviços sujeitos ao princípio da exclusão e são satisfeitos pelo mercado, dentro dos limites de procura efetiva. Quando o governo tem que complementar com o orçamento público para a satisfação dessas necessidades, pelo fato de que o mercado não consegue supri-la em toda sua amplitude, passam a ser necessidades públicas. São exemplos de necessidades meritórias, merendas escolares, subsídios para casa de baixo custo e educação gratuita. Incluir-se-iam também os subsídios ao transporte urbano.

A satisfação das necessidades meritórias não pode ser explicada nos mesmos termos que o das necessidades sociais. Conquanto as duas sejam necessidades públicas, atendidas pelo orçamento público, a elas se aplicam diferentes princípios. As necessidades sociais constituem-se numa questão especial, porque a mesma quantidade deve ser consumida por todos, com todas as dificuldades que isto pode acarretar. Já a satisfação das necessidades meritórias, por sua própria natureza, envolve as preferências do consumidor (MUSGRAVE, 1973).

Para fazer frente a estes gastos dentro do orçamento público, os sistemas tributários aperfeiçoaram-se com o decorrer do tempo. O desenvolvimento do Estado foi sendo assim suportado com a criação de diferentes tributos responsáveis pela cobertura dos gastos do governo.

Considerando-se a necessidade de todos os indivíduos da sociedade, os quais requerem de condições mínimas para a sua sobrevivência e dignidade para que possam produzir, o Estado utiliza a tributação como forma de realizar uma redistribuição de renda, aplicando o conceito de progressividade, no qual objetiva-se tributar mais os detentores das maiores rendas. A tributação é o instrumento mais eficaz para se fazer essas transferências patrimoniais dentro de determinada comunidade.

O Estado necessita exercer a tributação para financiar suas atividades e ofertar bens públicos. Contudo, a tributação não deve ser exageradamente onerosa de forma a expropriar toda a riqueza do contribuinte e nem muito suave que impeça a arrecadação mínima para a subsistência do Estado.

Tanto a tributação excessiva quanto a deficiente colocam em risco a sustentabilidade financeira do Estado. Um excesso de contribuição acaba por descapitalizar o contribuinte ao mesmo tempo em que diminui a sua riqueza. Como a tributação incide sobre a riqueza, este

excesso irá comprometer o pagamento dos tributos no longo prazo, uma vez que quanto mais pobre o contribuinte, menos ele poderá ser tributado. Enquanto isso, uma carga tributária muito pequena permite o aumento da riqueza dos contribuintes num primeiro momento, porém, impede que o Estado ofereça bens públicos necessários ao desenvolvimento, o que restringirá o aumento da riqueza do contribuinte num segundo momento.

Fica visível a necessidade de um equilíbrio da tributação, de forma que seja possível tanto a obtenção de recursos necessários à manutenção e aos investimentos por parte do Estado, quanto à preservação da possibilidade de aumento da riqueza por parte dos contribuintes, o que proporcionará um aumento da sua capacidade contributiva em longo prazo.

A questão do ponto ótimo da tributação foi posta por Arthur Laffer, nos anos 1970, quando relacionou a receita pública em função de uma alíquota, o que mais tarde ficou conhecida como “a curva de Laffer (MENEGHETTI NETO, 1992).

A curva de Laffer (GRÁFICO 2) é um instrumento que serve para mostrar que as alíquotas dos impostos podem produzir distorções e desincentivos que fazem, efetivamente, reduzir a receita pública à medida que as respectivas alíquotas são aumentadas. Nota-se que com uma alíquota²¹ zero, não há, logicamente, nenhuma receita fiscal, e também não há receita com uma alíquota de 100%, visto que as pessoas não trabalhariam para não receber nada em troca, ou, em outras palavras, não demandariam ou ofertariam o bem em questão. Entre estes valores extremos, à medida que sobe a alíquota, a receita²² do setor público aumenta. Contudo, a partir de um determinado ponto²³, novos aumentos reduzem a base tributária e fazem com que a receita diminua.

O próprio Laffer, revisitando seus conceitos em 2004, afirma que referida curva ilustra a ideia básica que mudanças nas alíquotas dos impostos têm dois efeitos nos níveis de arrecadação: o efeito aritmético e o efeito econômico. O efeito aritmético é que se a alíquota diminui, as receitas fiscais serão diminuídas pelo montante da diminuição desta alíquota. O inverso também é verdadeiro para o aumento das alíquotas dos impostos. O impacto econômico, como sempre, reconhece o impacto positivo de se baixar as alíquotas de impostos sobre o

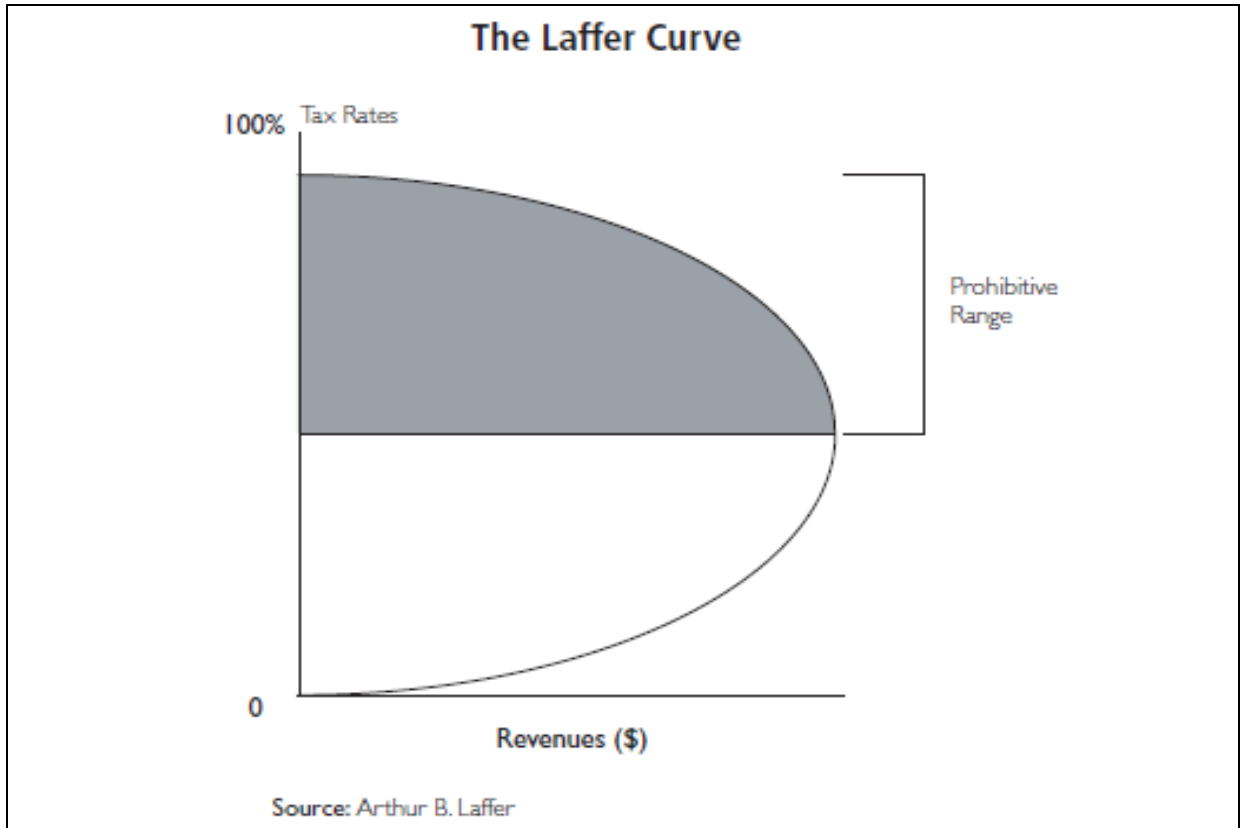
²¹ Identificada no gráfico no eixo denominado *tax rate*.

²² Identificada no gráfico no eixo denominado *revenues*.

²³ Identificado no gráfico como *prohibitive range*.

trabalho, a produção, e o emprego e assim a base fiscal aumenta pelo aumento destas atividades (LAFFER, 2004).

Gráfico 2 – A curva de Laffer



Fonte: LAFFER, 2004

É importante assinalar que a curva é por vezes desenhada de tal maneira que o seu máximo corresponde a uma alíquota de 50%. No entanto, não é claro que Laffer tenha argumentado de forma consistente que o ponto de receita máxima seja alcançado com uma alíquota de 50%. (SAMUELSON; NORDHAUS, 1991 *apud* MENEGHETTI NETO, 1992).

O ponto ótimo é também resultado de opções da sociedade. Contextualizando o crescimento da carga tributária a partir do Séc. XX, Bresser-Pereira (2009) informa que enquanto Estado Liberal, os serviços oferecidos eram limitados, o que demandava uma menor necessidade de arrecadação, sendo que não chegava a 10% na maioria dos países avançados. O cenário hoje não é o mesmo. Uma das razões para o aumento da tributação foi o aumento dos serviços oferecidos pelo agora Estado Democrático, e em particular, o seu importante papel na estabilização da economia e na promoção do crescimento econômico.

Ainda na determinação do ponto ótimo, é preciso levar em conta que não há que se falar em tributação em não havendo capacidade contributiva por parte dos indivíduos pertencentes à determinada sociedade. Esta capacidade contributiva deriva logicamente de capacidade econômica.

Relembrando a posição de Giambiagi e Além (2008), a teoria econômica tradicional considera que, sob certas condições, o mercado competitivo conseguiria, sem a intervenção estatal, atingir o “ótimo de Pareto”, que nada mais é que a realocação natural de recursos defendida pela tradicional teoria do bem-estar, em que esta realocação possibilita o aumento do grau de satisfação por parte de um indivíduo sem influenciar negativamente a satisfação de outro.

A teoria prioriza que a livre concorrência seria a responsável pelo atingimento deste ideal, contudo as chamadas “falhas de mercado” impedem uma situação de “ótimo de Pareto”, o que faz com que seja necessária a intervenção do governo para corrigir e complementar o sistema de mercado.

Neste contexto, alguns setores estratégicos para o desenvolvimento econômico recebem atenção especial do Estado, quando, em caso de desaceleração econômica por exemplo, alguns mecanismos são acionados visando sua re-aceleração, entre eles os chamados incentivos fiscais.

O caso das imunidades tributárias insertas na Constituição Federal/88 é uma aplicação prática desta ação do Estado. Vide, por exemplo, o incentivo à cultura, desonerando a produção de livros, ou ainda a redução de impostos incidentes sobre os produtos integrantes da cesta básica. Por outro lado, existe uma maior tributação aos produtos considerados como supérfluos pelo entendimento de que, quem os compra, tem mais possibilidade financeira de ser tributado. Verifica-se, ainda, a clara intenção de desestimular o consumo de produtos como bebidas alcoólicas e cigarros, por entender-se que o consumo destes produtos aumenta a necessidade de gastos com saúde.

A utilização da tributação ainda é observada em outras formas de “regulação” econômica, em que, por exemplo, é incentivada a produção para fins de exportação com a isenção da cobrança de alguns tributos sobre estes produtos. É notório que esta medida tem o objetivo de favorecer positivamente a balança comercial, tendo em vista que se por um lado é necessário

se realizar importações, por outro as exportações trazem de volta parte ou todo o capital utilizado nas importações.

De um ponto de vista mais geral, no que tange à balança comercial, existe por parte de diversos países a política de proteção de seu mercado produtivo e conseqüentemente sua economia, em que pese a facilidade de entrada de produtos concorrentes desestimulando a produção interna e gerando desequilíbrios econômicos, ocasionando a diminuição do emprego. Em relação a esta situação, é comum por parte dos Estados a oneração excessiva de produtos importados que venham concorrer com a indústria nacional, quando esta alta taxaçaõ proporciona um equilíbrio no preço final do produto tornando a concorrência favorável ao produto local.

Observadas essas diversas formas de intervenção econômicas que podem ser aplicadas pelo Estado, bem como a necessidade de prestação de serviços essenciais à população, o não cumprimento ou o cumprimento insatisfatório do papel do Estado gera insatisfação por parte de certos contribuintes, que se veem obrigados a pagar tributos e não recebem a contrapartida devida por este pagamento.

Para reduzir a sonegação, além do poder de tributar, ainda é conferido ao Estado o poder de fiscalizar as informações prestadas pelos contribuintes. Com isso, o Estado pode confrontar as informações reais com as informações do recolhimento do tributo. Esta ação conhecida como auditoria fiscal, gera um custo ao Estado que precisa de um aparato de recursos materiais e humanos para fiscalizar seus contribuintes e ao mesmo tempo com capacidade para identificar os casos de sonegação. Ocorre, contudo que seria inviável ter uma quantidade de agentes fiscalizadores que pudessem atuar sobre todos os contribuintes e este custo seria maior que o benefício gerado pela fiscalização. Dessa forma, alguns parâmetros devem ser utilizados para selecionar os contribuintes a serem fiscalizados com o objetivo de otimizar o trabalho da agência fiscalizadora, momento em que serão considerados os recursos disponíveis e os benefícios pretendidos com a fiscalização.

4 ASPECTOS JURÍDICOS DA TRIBUTAÇÃO NO BRASIL: ENTENDENDO AS SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

A questão tributária discutida nas seções precedentes insere-se de um lado em questões de cunho econômico e, de outro, de um cunho de equilíbrio fiscal que por sua vez dependerá das escolhas políticas feitas pela sociedade. O instrumento de coerção (tanto sobre as pessoas naturais quanto sobre as pessoas jurídicas) que o Estado utiliza no exercício de seu papel é dado pelo Direito Tributário. Dessume-se, do exposto, que entender o ICMS no contexto das finanças públicas, obriga ao entendimento dos aspectos jurídicos da tributação no Brasil.

A relação jurídico-tributária entre o Estado e o particular é uma relação jurídica como outra qualquer e não meramente uma relação de poder. Tal qual em qualquer relação jurídica, isto é, aquela relação da qual decorrem direitos e obrigações, existem dois polos: um polo ativo, enquadrado no direito tributário como sujeito ativo, ou seja, aquele que tem o direito de exigir uma prestação e de outro um polo passivo, enquadrado no direito tributário como sujeito passivo, ou seja, aquele obrigado a satisfazer uma obrigação.

No Direito Tributário, esta relação jurídica decorre da lei, portanto é uma relação *ex-lege*. É o sujeito ativo (o Estado em sentido amplo) com o direito de exigir tributos e o sujeito passivo (particular – contribuinte) obrigado a pagar o tributo. Este direito do Estado resulta de seu poder de império, amparado na noção de Estado como sendo constituído para a promoção do bem comum. Esta relação está sob a égide de princípios e estabelece uma correlação de forças entre as partes. Por princípios podemos conceituar as ideias basilares a que as partes estão vinculadas as quais não podem ser transgredidas. São os vetores das normas, isto é, a relação de tributação respalda uma relação de direito, uma norma obrigatória, imperativa e não simplesmente uma relação de poder. E isto se explica pela indubitosa existência de princípios constitucionais pelos quais o Direito Tributário se rege. Tais princípios existem para proteger o cidadão contra os abusos do poder estatal. Em face do elemento teleológico, portanto, o intérprete, que tem consciência dessa finalidade, busca nesses princípios a efetiva proteção do contribuinte (MACHADO,1998).

E por que a proteção do contribuinte? Porque tais princípios representam de certa forma um freio ao poder do Estado. Os princípios constitucionais tributários como de resto todos os princípios ancorados na Constituição, como por exemplo, os princípios às liberdades

individuais, nasceram da Revolução Francesa, quando houve uma mudança na ordem estabelecida, entre o *ancien régime* e o novo regime liberal.

Na Constituição Federal de 1988 – CF/88, a limitação do Estado e os principais princípios constitucionais tributários, estão inseridos no artigo 150. No inciso I do referido artigo, delineia-se o princípio da legalidade, a obstar o Estado de cobrar tributos sem que lei anterior assim o estabeleça. No inciso II, a Constituição preconiza o princípio da isonomia, que exige mesmo tratamento a contribuintes em situação equivalente. No inciso III, alínea “a”, o princípio da irretroatividade da lei. A lei tributária só alcança eventos futuros à sua entrada no sistema jurídico. A lei não pode retroagir, alcançando o direito adquirido, o ato jurídico perfeito e a coisa julgada. É o comando do inciso XXXVI, do artigo 5º da CF/88. Nesse princípio vem impregnada a grande força do primado da segurança jurídica. Qualquer agressão a essa sentença constitucional representará, ao mesmo tempo, uma investida à estabilidade dos súditos e um ataque direto ao bem da certeza do direito (CARVALHO, 1999).

No inciso III, alínea “b”, o princípio da anterioridade. Conforme Machado (1998):

a lei fiscal há de ser anterior ao exercício financeiro em que o Estado arrecada o tributo. Com isto possibilita o planejamento anual das atividades econômicas, sem o inconveniente da insegurança, pela incerteza quanto ao ônus tributário a ser considerado.

No inciso III, alínea “c”, estende, além da obrigatoriedade de respeito ao princípio da anterioridade, a submissão ao que no jargão jurídico-tributário se convencionou chamar de noventena, isto é, um período de noventa dias para que a Lei entre em vigor. Esse mecanismo evita a edição de leis no último dia de um exercício financeiro com vigência já no dia seguinte, primeiro dia do exercício financeiro posterior, como acontecia até então, quando era normal a lei tributária ser publicada no dia 31 de dezembro de um ano e já começar a vigorar no dia 1º de janeiro do ano seguinte, apenas para dar uma aparência de legalidade.

Ainda no inciso IV do artigo 150 da CF/88, o princípio da vedação ao confisco. É a limitação do Estado em avançar sobre o patrimônio do contribuinte. Machado (1998) assim enfatiza:

[...] Não obstante seja problemático o entendimento do que seja um tributo com efeito de confisco, certo é que o dispositivo constitucional pode ser invocado sempre que o contribuinte entender que o tributo, no caso, lhe está confiscando os bens.

Cabe ao Judiciário dizer quando um tributo é confiscatório. A regra constitucional, no mínimo, deu ao judiciário mais um instrumento de controle da voracidade fiscal do Estado, cuja utilidade certamente fica a depender da provocação dos interessados e da independência e coragem dos magistrados, especialmente dos que integram o Supremo Tribunal Federal.

No inciso V, dispõe a Constituição sobre princípio da liberdade de tráfego. A limitação aqui está na instituição de tributos que na essência impeçam a transposição de limites interestaduais ou intermunicipais, o que confrontaria o direito de ir e vir, consagrado nos direitos e garantias individuais.

No inciso VI, a Constituição fala sobre imunidades recíprocas que possuem os partidos políticos, templos de qualquer culto e livros, jornais, periódicos, inclusive o papel destinado a sua impressão.

4.1 O PRINCÍPIO DA NÃO CUMULATIVIDADE: COMPREENDENDO A SISTEMÁTICA DO ICMS

Além desses princípios como fonte de defesa do contribuinte, outros permeiam as disposições constitucionais tributárias. Por imperativo deste trabalho torna-se imprescindível analisar neste capítulo o Princípio da Não Cumulatividade, que, particularmente, ampara o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações (ICMS) e o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) (art.155, II e art. 153, IV, da CF/88, respectivamente), com sérias repercussões no campo contábil.

Por esse princípio, o imposto é não cumulativo, compensando-se o que for devido com os valores pagos nas operações anteriores. Neste caso o contribuinte de fato²⁴ é o consumidor final ou, dependendo da forma de tributação, a empresa que suporta o ônus do tributo, sendo as demais empresas que participam da cadeia econômica, contribuintes de direito. O controle é feito pelo sistema de créditos fiscais (pelas entradas das mercadorias) e débitos fiscais (pelas saídas das mercadorias) que na contabilidade devem ser registrados como direitos (ativo) e obrigações (passivo), respectivamente.

²⁴ Distingue-se o contribuinte de fato, ou seja, aquele que arca com o ônus econômico da operação, do contribuinte de direito que é aquele determinado pela lei instituidora do tributo.

Denota-se daí que antes de ser uma questão contábil, o controle destes tributos é, antes de tudo, um comando constitucional.

4.2 MODELO EXEMPLIFICATIVO DA NÃO CUMULATIVIDADE

Para compreender a sistemática do ICMS em obediência ao comando constitucional da não cumulatividade e, afinal, entender o mecanismo de funcionamento e apuração do imposto, exemplifica-se uma situação hipotética de uma cadeia econômica simples e completa, conforme demonstrado na Tabela 5 abaixo.

Tabela 5 – Modelo descritivo de uma cadeia econômica completa

OPERAÇÃO → O-1	IA	IB	A	V	CS
	→ O-2	→ O-3	→ O-4	→ O-5	
Vr. Operação	\$ 1.000,00	\$ 3.000,00	\$ 5.000,00	\$ 8.000,00	
IPI (10 %)	\$ 100,00	\$ 300,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
TOTAL	\$ 1.100,00	\$ 3.300,00	\$ 5.000,00	\$ 8.000,00	
ICMS (17 %)	\$ 170,00	\$ 510,00	\$ 850,00	\$ 1.360,00	
IPI A RECOLHER	\$ 100,00	\$ 200,00	0	0	
ICMS RECOLHER	\$ 170,00	\$ 340,00	\$ 340,00	\$ 510,00	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2011

Uma indústria **A (IA)**, adquire determinada matéria prima, na Operação **1 (O-1)**, como sendo o início da cadeia produtiva. Considere-se, apenas para tornar o exemplo mais simples, que o ICMS e o IPI por qualquer motivo específico de suas legislações, estejam amparados pelo princípio da não cumulatividade, apenas nas operações seguintes e não na operação **1 (O-1)**.

IA processa a matéria prima e vende em forma de produto para a indústria **B (IB)** na operação **2 (O-2)**, pelo valor total de \$ 1.100. Neste valor está incluído \$100 a título de IPI correspondente a uma alíquota, por de exemplo, de 10% e \$ 170 de ICMS, correspondente a uma alíquota, por exemplo de 17%. Ambos os impostos são calculados sobre o valor de \$ 1.000 que é o valor da venda, considerado como valor da operação, ou seja, a base de cálculo dos tributos.

IB por sua vez, processa e vende para o atacadista **A**, na operação **3 (O-3)**, pelo valor de \$ 3.300, incluindo as mesmas alíquotas de IPI e ICMS. Na operação **4 (O-4)**, o atacadista vende

a mercadoria para o Varejista **V**, pelo valor de \$ 5.000, incluindo apenas o ICMS, já que não é contribuinte do IPI.

Finalmente o varejista **V** revende para o consumidor final (CS) na operação **5 (O-5)**, pelo valor de \$ 8.000, incluso o ICMS de 17%.

Aplicando o princípio constitucional da não cumulatividade, fica evidente quem são os contribuintes e quais valores devem ser recolhidos a título de IPI e ICMS. Lembre-se que o ICMS, ainda de acordo com o comando constitucional, é um imposto “por dentro”, isto é, ele está embutido em sua própria base de cálculo, servindo o destaque em documento fiscal, como mero controle. Já o IPI assume uma característica de imposto “por fora”. Lembre-se, outrossim, que tais tributos em regra geral são devidos na saída e que não se cuida neste exemplo de situações particulares de isenção ou não incidência, já que, o que se pretende demonstrar é a amplitude do princípio da não cumulatividade.

Assim, a indústria **A (IA)** recolheria \$ 100,00 de IPI e \$ 170,00 de ICMS, por suas vendas à indústria **B (IB)**, considerando que aqui se trabalha com a hipótese de que em sua compra na operação anterior (**O-1**) não se aplica a não cumulatividade.

A indústria **B (IB)**, recolheria \$ 200 de IPI, pois deve \$ 300 pela venda ao atacadista **A**, mas tem o direito de compensar \$ 100 que pagou quando efetuou a compra de **IA**. Quanto ao ICMS, recolhe \$ 340,00, pois, deve \$ 510,00 pela venda ao atacadista **A**, mas tem o direito de compensar \$ 170 pela operação anterior (**O-2**). O atacadista **A** não compensa o IPI pago na operação anterior (**O-3**), pois não deve o IPI na venda para o varejista **V**.

Ressalte-se que o princípio da não cumulatividade exige a presença de dois pressupostos para sua aplicabilidade: (i) que o imposto seja **devido** na operação em análise e que (ii) tenha havido um montante **cobrado** na operação anterior. No caso do atacadista **A**, dele foi cobrado \$ 300,00 de IPI na operação anterior, mas como não deve o IPI por não ser contribuinte desse imposto, encerra-se com ele a fase de tributação. Claro está que o valor do IPI, neste caso, entrará como custo da compra e será repassado ao preço do produto na venda. Quanto ao ICMS, o atacadista **A** segue a regra geral, ou seja, do valor devido pela venda ao varejista **V** (\$ 850,00) abate o que dele foi cobrado na operação anterior (\$ 510,00), recolhendo a diferença (\$ 340,00).

Para o varejista **V**, do montante do ICMS devido pela venda ao consumidor CS (\$1.360,00), compensa \$ 850,00 cobrados na operação anterior (**O-4**), recolhendo a diferença (\$ 510,00).

Este mecanismo do ICMS está em conformidade com o princípio da neutralidade que deve abranger todos os impostos. Nas várias fases da cadeia econômica, os valores foram sendo compensados para não criar o chamado “efeito cascata”, recaindo o verdadeiro ônus econômico sobre o consumidor final. Em resumo, conforme Quadro 2, os tributos foram recolhidos aos cofres públicos, em suas respectivas competências, da seguinte forma:

Quadro 2 – Resumo dos recolhimentos em uma cadeia econômica completa

CONTRIBUINTES	RECOLHEU	
	IPI	ICMS
Indústria A (IA)	100,00	170,00
Indústria B (IB)	200,00	340,00
Atacadista A	-	340,00
Varejista V	-	510,00
TOTAL RECOLHIDO	300,00	1.360,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2011

Verifica-se que o valor recolhido ao Estado no caso do ICMS é de \$1.360,00 que é justamente o valor do ICMS embutido na última transação e quem, afinal, arcou com o ônus econômico foi o consumidor final. Quanto ao IPI recolhido para a União, no valor de \$ 300,00 significou um custo para o Atacadista **A**, repassado ao preço da mercadoria.

Trabalhou-se com a regra geral destes dois tributos para melhor exemplificar a abrangência do princípio da não cumulatividade, porém existem comandos específicos da legislação de cada tributo, garantindo hipóteses de não incidência, imunidades e isenções, que alteram a aplicabilidade deste instituto. Por outro lado, frize-se mais uma vez, quem de fato suporta a carga tributária, *in casu*, é o consumidor final quer seja por meio do imposto pago na operação final da cadeia econômica (no exemplo é operação **O-5**) quer seja por meio do aumento nos custos repassados ao preço final, como é o caso do atacadista **A**, quando se encerrou a fase de tributação do IPI.

Dessume-se do entendimento do mecanismo da não cumulatividade que sua aplicação se dá aos chamados impostos indiretos que são aqueles em que o contribuinte de fato, ou seja, o que suporta o ônus econômico, não é o contribuinte de direito que é aquele definido pela legislação como responsável pelo recolhimento do tributo. O ICMS inclui-se, portanto, na classificação de imposto indireto.

Contrapondo o mecanismo do ICMS detalhado acima com a abordagem teórica de Musgrave quanto ao sistema tributário ideal, e que foi discutido no item 2.5 deste trabalho que tratou da questão tributária relacionada aos fundamentos de finanças públicas, identificam-se neste imposto pontos conflitantes e pontos convergentes com aquela teoria. Para melhor evidenciar estes pontos, analisa-se a seguir cada uma das proposições de Musgrave (1973):

- A distribuição do gravame tributário deve ser equitativa. Todos devem pagar sua 'justa contribuição'

Pelo fato de ser um tributo indireto, o gravame tributário do ICMS não leva em conta a capacidade contributiva do indivíduo, pois sua alíquota é única para todos os sujeitos, independente de sua renda, ferindo a noção de 'justa contribuição'.

- Os impostos devem ser escolhidos visando a minimização de interferência com as decisões *econômicas* nos mercados, que na ausência dos tributos seriam eficientes. A posição de 'excesso de gravame' deve ser minimizada.

O mecanismo do ICMS está perfeitamente amparado por esta proposição de Musgrave (1973), pois, conforme visto, os agentes econômicos são meros intermediários na dinâmica do imposto, recaindo seu gravame sobre os consumidores os quais, dado que o ICMS é um imposto “por dentro”, nem sempre são capazes de identificar a verdadeira carga destes tributos.

- Ao mesmo tempo, os impostos podem ser utilizados na correção de ineficiências do setor privado, desde que provem ser instrumentos operacionais adequados para fazê-lo.

Um tributo pode ter função fiscal, extra-fiscal ou parafiscal. A classificação apresentada decorre de os tributos serem usados também com outras funções que não a de simples arrecadação.

Diz-se que um tributo tem função fiscal, quando seu principal objetivo é a arrecadação de recursos para o Estado; extrafiscal, quando o objetivo principal é a interferência no domínio econômico; e parafiscal, quando destinado ao custeio de atividades que, em princípio, não integram as funções próprias do Estado.

Considerando estes conceitos, verifica-se que a concepção de Musgrave (1973) tem amparo na extra-fiscalidade. O ICMS não tem esta característica, pois sua função é meramente fiscal. Já o IPI assume esta característica porquanto é frequentemente utilizado como forma de regulação econômica, quando, por exemplo, tem suas alíquotas reduzidas para incentivar a produção de determinado segmento.

- A estrutura tributária deve favorecer a utilização da política tributária com relação aos objetivos de estabilização e crescimento;
- O sistema tributário deve permitir uma administração eficiente e isenta de arbitrariedades, sendo ainda necessário que o sistema seja compreensível para o contribuinte;

Reside nesse aspecto um dos maiores entraves do ICMS. Ao atribuir a este imposto a qualidade de um imposto por dentro, a legislação criou ao mesmo tempo formas de compensação e controle que serão vistas no item a seguir, que tornam o imposto incompreensível ao senso comum. Exceções ao princípio da não cumulatividade, em muitos casos, tiram da administração tributária o caráter de isenção de arbitrariedades.

- Os custos administrativos e de atendimento às exigências tributárias devem ser tão baixos quanto for compatível com os outros objetivos.

A pesquisa feita para o desenvolvimento deste trabalho mostrou que existe uma lacuna a respeito dos custos administrativos e de atendimento às exigências tributárias, no que se refere ao ICMS. Mas o trabalho de 2001, feito por Bertolucci (2001), dá bem uma dimensão dos custos de conformidade de atendimento aos tributos como um todo no Brasil. Segundo ele, o valor global dos custos incide em 0,32% sobre a receita bruta na média das empresas pesquisadas, mas, nas empresas menores, com faturamento bruto anual de até R\$ 100 milhões, essa incidência aumenta para 1,66%. Calculando a incidência sobre o PIB destas empresas, chega-se a 0,75% no total das companhias abertas e, só nas empresas menores, a 5,82%. Assumindo que estas incidências sejam válidas para toda a economia, poder-se-ia afirmar que o Brasil desperdiça, no mínimo, R\$ 7,2 bilhões por ano, mas pode estar perdendo até R\$ 55,9 bilhões por ano para cumprir as determinações das leis tributárias em vez de alocá-los à atividade produtiva, conclui o autor (BERTOLUCCI, 2001).

A simples demonstração do mecanismo do ICMS, como exposto no item que tratou da demonstração um modelo exemplificativo de não cumulatividade, sem entrar em outras questões de controle, nos autoriza a inferir que boa parte dos custos de conformidade evidenciados por Bertolucci (2001), devem-se a esse tributo, que é de longe aquele que tem gestão mais complexa por parte dos contribuintes.

Entendidas as abordagens conceituais quanto ao enquadramento da tributação no contexto das finanças públicas, sua estreita vinculação com a teoria econômica e a moldura jurídica a que está delimitada no Brasil, faz-se necessário entender como as Redes Neurais Artificiais podem ser utilizadas na seleção de contribuintes para fiscalização e, em última instância, contribuir para a arrecadação do Estado.

5 REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS

5.1 HISTÓRICO

Redes Neurais Artificiais (RNAs) são sistemas de inteligência artificial que formam e aplicam o conhecimento prévio para novos problemas ou situações inéditos. O termo “inteligência artificial” foi proposto por John McCarthy em 1956. No entender de Ludwig Jr. e Montgomery (2007), as principais habilidades que uma máquina inteligente podem apresentar são:

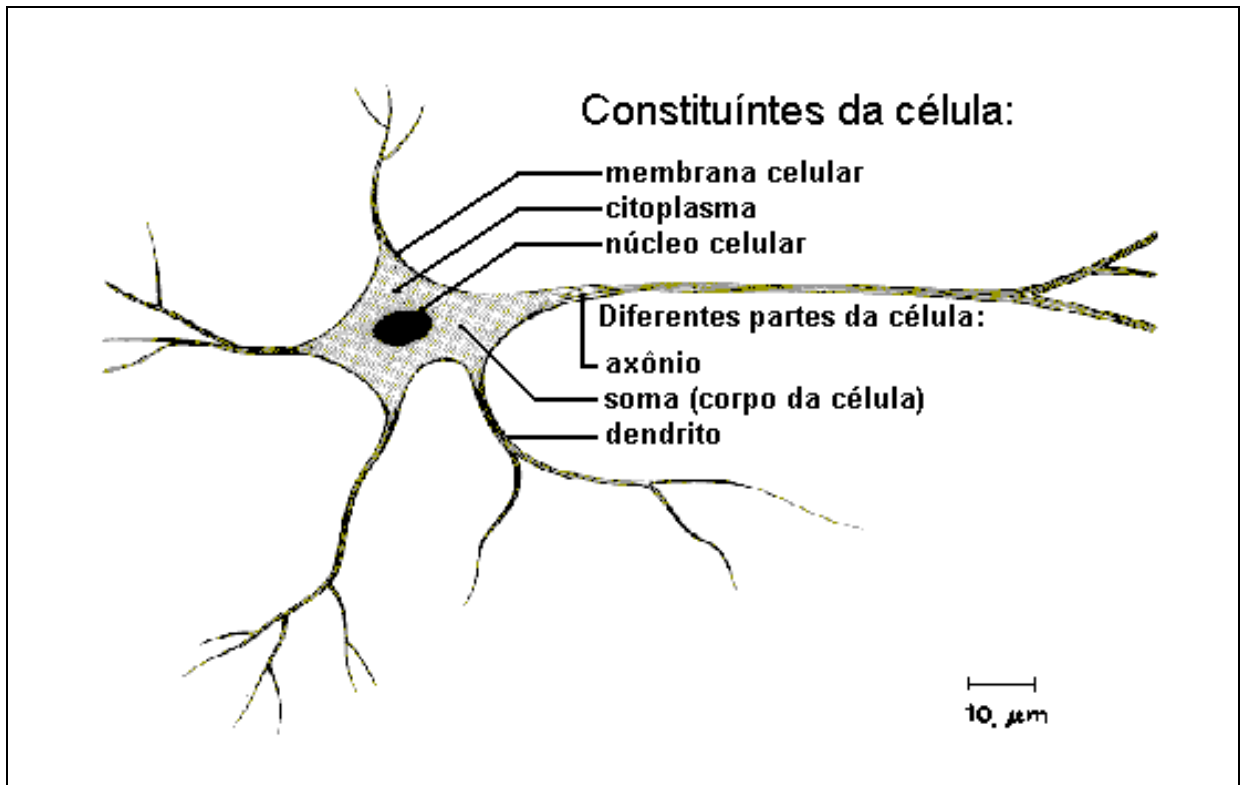
- Capacidade de realizar inferências e resolver problemas;
- Capacidade de planejamento;
- Capacidade de acumular e manipular conhecimento;
- Compreensão de linguagem natural;
- Capacidade de aprender com ou sem supervisão; e
- Capacidade de interpretar estímulos sensoriais.

As RNAs surgiram como uma tentativa de simulação matemática do princípio básico de funcionamento dos componentes mais elementares do sistema nervoso humano. Uma RNA é formada por uma camada de neurônios de entrada (sensorial), outra de saída (transmissora) e pode ter uma ou mais camadas intermediárias ou ocultas (FIGURA 5) que podem ser necessárias para a representação de tipos mais complexos de informação.

Ao explicar a analogia entre RNAs e a estrutura biológica do cérebro humano, Barreto (2002), acrescenta uma explicação detalhada das “trocas” químicas e elétricas que se processam entre os neurônios, através das sinapses que são regiões por onde os neurônios se conectam uns aos outros e que tem um papel fundamental na memorização da informação. A transmissão elétrica e química entre os neurônios se dá pela liberação de substâncias denominadas neurotransmissores, que atravessam as sinapses e assim transmitem o impulso de um neurônio para outro.

O modelo matemático proposto inicialmente por McCulloch e Pitts (1943), simula através da atribuição de pesos à conexão entre os neurônios. Barreto (2002), adverte, no entanto, que embora com inspiração na arquitetura do cérebro humano, as Redes Neurais Artificiais – RNAs atualmente estão muito distantes das Redes Neurais Naturais (RNN), sendo as RNAs apenas uma referência a uma simplificação do mecanismo básico de conexão e transmissão das RNNs.

Figura 1 – Desenho de um neurônio biológico

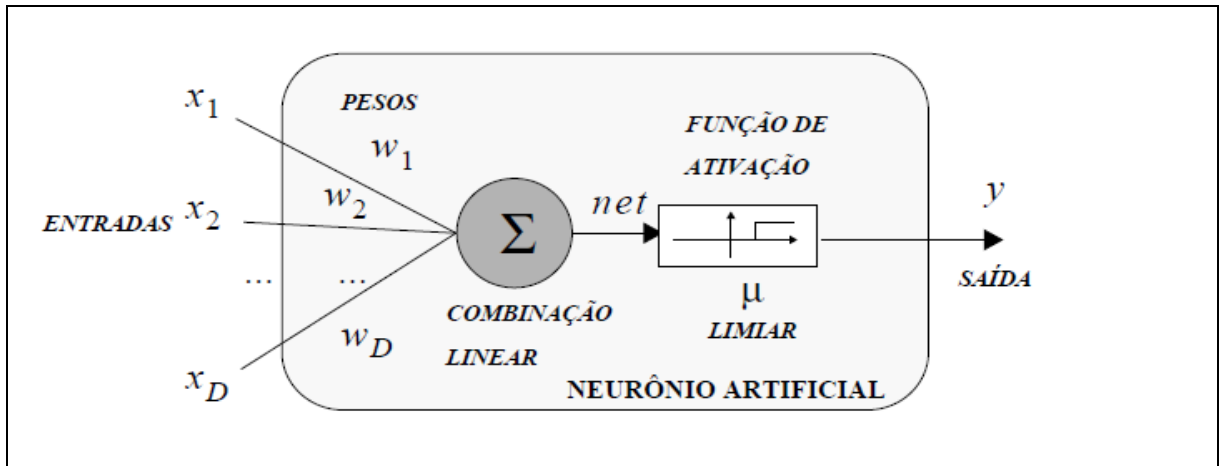


Fonte: TAVARES, 2001

Para entender esta similitude entre um neurônio natural (FIGURA 1) e um neurônio artificial (FIGURA 2), é importante compreender que um neurônio natural tem um corpo celular chamado soma e diversas ramificações conhecidas como dendritos, que conduzem sinais das extremidades para o corpo celular. Existe também uma ramificação, geralmente única, chamada axônio, que transmite um sinal do corpo celular para suas extremidades. As extremidades do axônio são conectadas com dendritos de outros neurônios pelas sinapses. Em muitos casos, um axônio é diretamente conectado com outros axônios ou com o corpo de outro neurônio.

A construção de RNAs inspiradas nos neurônios biológicos e nos sistemas nervosos, teve seu marco inicial com a propositura de McCulloch e Pitts (1943) para um neurônio artificial em que as sinapses eram definidas por pesos atribuídos aos elementos de saída. Este modelo simples tentava imitar a realidade biológica.

Figura 2 – Modelo de neurônio simples de McCulloch e Pitts



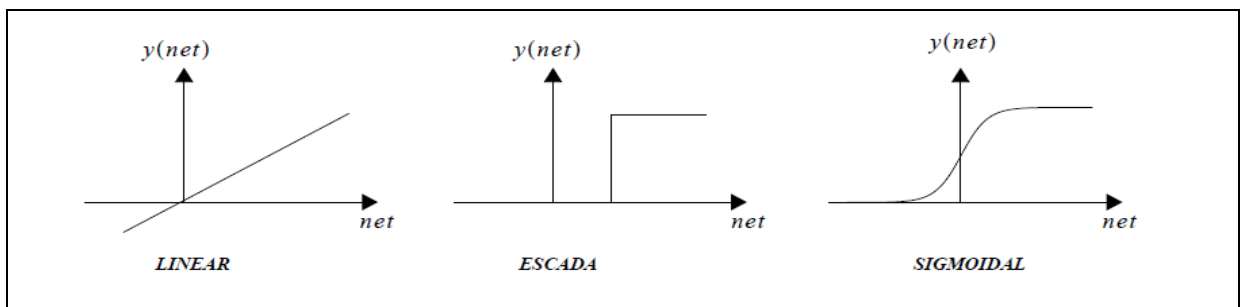
Fonte: RAUBER, 2001

Verifica-se na Figura 2, que a informação é recebida de outros neurônios de entrada em x_j (sinapses). O processamento consiste em uma combinação linear das entradas traduzido por

$$net = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_Dx_D = \sum_{j=1}^D w_jx_j = \underline{w}^T \underline{x}$$

A cada entrada está associado um peso w_j que reflete a importância da entrada x_j . O resultado desta combinação linear é o valor net . Se este valor ultrapassar um limiar μ o neurônio “dispara” o valor 1 na saída binária y e caso não ultrapasse esse limiar a saída fica passiva em $y = 0$. A comparação de net com o limiar μ é realizada por uma função de ativação. A função de ativação no caso do modelo de McCulloch e Pitts não é a única maneira de produzir o valor de saída do neurônio artificial. As Figuras 3 e 4 mostram diferentes tipos de funções de ativação. A função linear produz uma saída linear contínua, a função de escada, uma saída binária (não-linear discreta) e a função sigmoideal, uma saída não-linear contínua (RAUBER, 2000).

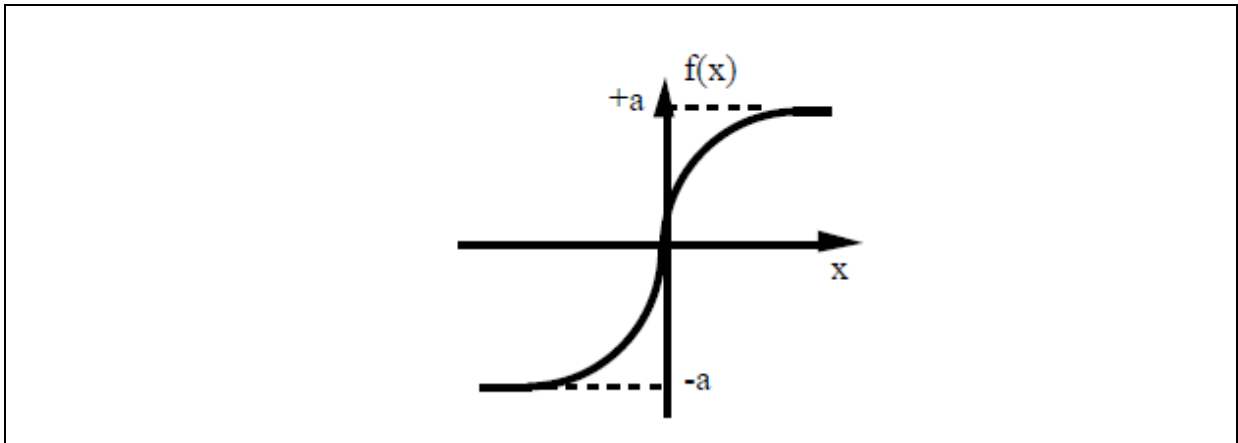
Figura 3 – Diferentes tipos de função de ativação



Fonte: RAUBER, 2000

Acrescente-se ainda que a função de ativação pode produzir valores de uma função hiperbólica, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Função de ativação hiperbólica



Fonte: BARRETO, 2002

Com a ampliação das pesquisas, as RNAs tornaram-se ferramentas com grande capacidade de generalizar, aproximar funções, reconhecer padrões e também classificar conjuntos de dados imprecisos.

Estas características resultam em soluções para uma variedade de problemas de classificação tais como reconhecimento de sinais, de caracteres ou de voz, agrupamentos e outros, permitindo uma larga aplicação em diversas áreas do conhecimento. Esta capacidade das RNAs as tornam ferramenta extremamente útil e indicada à classificação de contribuintes para a fiscalização, objeto deste estudo.

Segundo Luna Huamaní (2003, p.1) as redes neurais são uma alternativa para a solução de problemas de identificação e controle envolvendo não linearidades nas dinâmicas inerentes aos sistemas.

A partir do trabalho inicial de McCulloch e Pitts (1943) seguiram-se vários outros estudos, sendo que as atividades nessa linha de pesquisa culminaram em 1957 com a criação de uma rede neural por Frank Rosenblatt, denominada *Perceptron*, que simulava computacionalmente a retina, demonstrando que o sistema nervoso visual reconhece padrões.

Porém Marvin Minsky e Seymour Papert (1969) provaram no trabalho intitulado “Perceptrons”, que redes neurais de uma única camada como a proposta por Roseblatt, não são capazes, por exemplo, de resolver problemas simples como a operação lógica XOR (OU Exclusivo).

$$\mathbf{A XOR B} \leftrightarrow (A \vee B) \wedge \neg (A \wedge B)$$

A divulgação das conclusões de Marvin Minsky e Seymour Papert desestimulou os pesquisadores por aproximadamente uma década, e, somente em 1982, quando John Hopfield apresentou um trabalho no qual descreve um modelo de rede neural baseado no sistema nervoso de uma lesma, o interesse por tais algoritmos renasceu (LUDWIG JÚNIOR; MONTGOMERY, 2007).

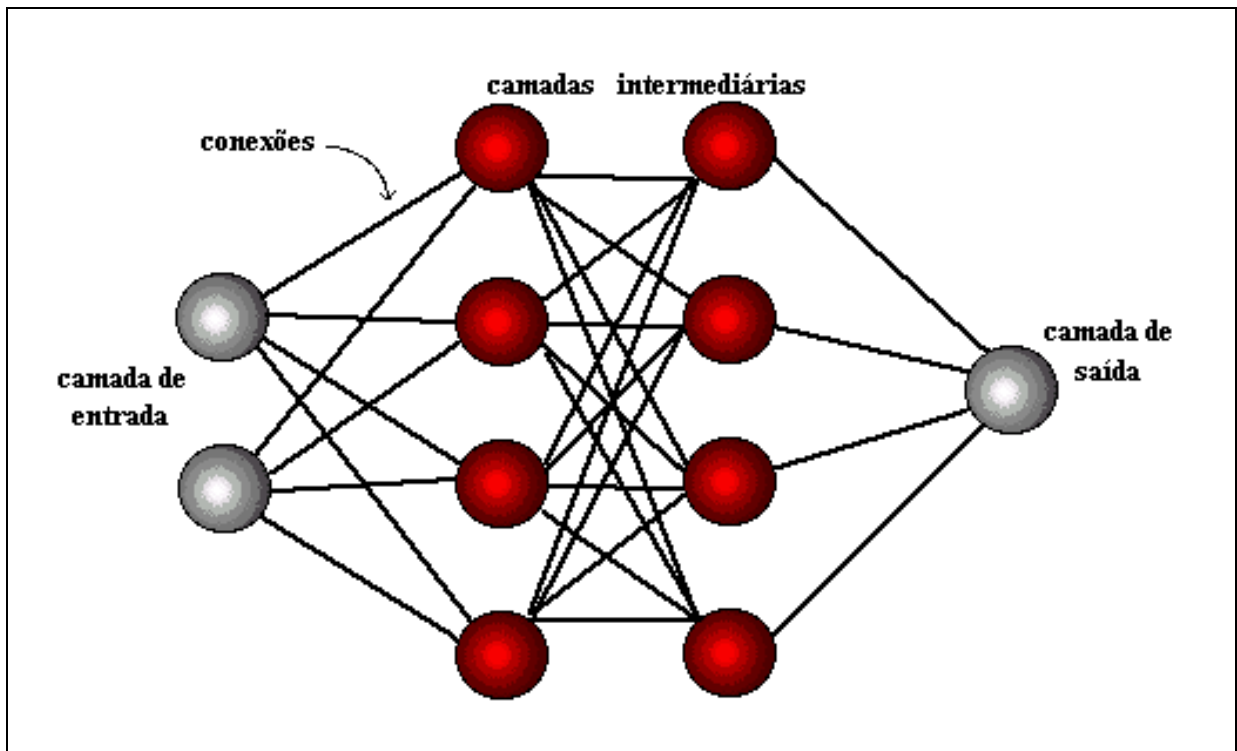
Atualmente, as RNAs têm sido largamente utilizadas na tarefa de reconhecer padrões presentes em conjuntos de dados. O objetivo desse processo é apresentar à rede um conjunto de dados conhecidos de modo que, através de um processo de aprendizado, ela determine subconjuntos de dados com características semelhantes (padrões), e seja capaz de reconhecer tais características em um novo elemento qualquer, que a ela seja apresentado, de acordo com um dos padrões previamente fixados (MAGALHÃES; SALGADO, 2007).

5.2 TOPOLOGIA E ARQUITETURA DAS REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS

Com relação à sua topologia, uma rede neural em camadas é composta basicamente por uma camada de entrada e uma camada de saída (HAYKIN, 2001). A função da primeira é transmitir os estímulos do ambiente – ou seja, os sinais de entrada – para os neurônios da camada seguinte, não executando, portanto, nenhum tipo de processamento. Já a função da chamada camada de saída é processar os sinais transmitidos pela camada anterior e apresentar a resposta da rede.

Em alguns casos, as redes podem conter uma ou mais camadas intermediárias entre a camada de entrada e a camada de saída, conhecidas também como camadas ocultas ou camadas de neurônios ocultos, que agem como detectores de características (HAYKIN, 2001, p. 225; BRAGA *et al.*, 2000, p. 53), conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 –Esquema de rede com camadas escondidas



Fonte: TAVARES, 2001

Na maior parte dos modelos de RNAs, com exceção da camada de entrada, as camadas são constituídas de nodos, unidades de processamento cujo funcionamento baseia-se nos princípios biofísicos dos neurônios biológicos (sinapses). Cada nodo possui terminais de entradas, que recebem os sinais transmitidos e, para cada conexão associada a estes terminais, existe um valor chamado peso, o qual representa a intensidade de sua respectiva força sináptica.

É através da função de ativação, também chamada de função restritiva (HAYKIN, 2001), que a saída do nodo é calculada. Existem diversos tipos de funções de ativação, como algumas vistas nas Figuras 3 e 4, e o seu uso está associado ao tipo de problema a ser tratado, sobretudo quanto ao tipo e ao intervalo de saída que o nodo deve produzir. A saída de um nodo pode ser transmitida para outros nodos, como uma de suas entradas, ou, caso o nodo esteja na camada de saída, será uma das saídas da rede.

Conforme descrito pela equação 1.1, para obter a saída de um dado nodo k , representada na equação por y_k , toma-se como argumento da função de ativação o somatório do produto entre os sinais de entrada e o respectivo peso associado, também chamado de *campo local induzido* do nodo, (HAYKIN, 2001), representado na equação 1.2 por v_k , onde N é o seu número total de

entradas, x é um vetor que contém os valores de entrada, e seus respectivos pesos estão no vetor w .

$$y_k = \varphi(v_k) \quad (1.1)$$

$$v_k = \sum_{i=1}^N x_i w_i + b_k \quad (1.2)$$

O campo local induzido pode ser acrescido de um valor proveniente do *bias*, um parâmetro externo opcional, representado na equação 1.2 por b . O *bias* é o peso da conexão do nodo com uma unidade de processamento fictícia que tem sua saída sempre igual a 1 (FREEMAN; SKAPURA, 1991).

Para realizar tarefas como, por exemplo, o reconhecimento de padrões ou classificação, a RNA treinada mapeia o espaço n -dimensional, onde n é número de entradas da rede – em regiões que representam cada uma delas uma classe diferente.

De acordo com a localização, em uma das regiões, dos valores da entrada a ser processada é que a rede é capaz de associá-la, quando possível, reconhecendo-a como similar às características de uma das classes. As *fronteiras de decisão* separam as regiões que representam cada uma das classes (FREEMAN; SKAPURA, 1991).

Quanto ao mapeamento que a rede faz, pode-se classificar o problema tratado como linearmente separável ou não linearmente separável. Os problemas linearmente separáveis são aqueles em que as classes estão suficientemente afastadas para que possam ser separadas por uma reta (ou um hiperplano, se o espaço tiver mais do que duas dimensões) e envolvem apenas duas classes (HAYKIN, 2001; ENGEL, 1998; BRAGA *et al.*, 2000). Já os problemas não linearmente separáveis possuem fronteiras de decisão mais complexas que podem estar próximas demais para serem separadas por um hiperplano; as classes podem não estar separadas em lados opostos em relação à fronteira de decisão, como é o caso, por exemplo, da representação do OU Exclusivo (XOR).

Para o tratamento de problemas não linearmente separáveis, é sempre necessário pelo menos uma camada oculta, uma vez que esse tipo de camada torna a rede capaz de extrair estatísticas de ordem elevada através da transformação não-linear dos dados de entrada para um novo

espaço de características, no qual as classes de problemas não-linearmente separáveis podem ser mais facilmente separadas (HAYKIN, 2001).

A arquitetura de uma rede neural é determinada por alguns critérios como o número de camadas, quantidade de neurônios em cada camada, topologia, função de ativação, tipo de conexão e de conectividade, e, sobretudo, pelo tipo de aprendizagem adequado ao tratamento do problema.

Para que a saída da rede se aproxime do valor desejado, minimiza-se a *função de custo* ou *índice de desempenho* representada na equação 1.3 por ϵ , onde e é o sinal de erro obtido e n é a quantidade de neurônios na camada de saída. De acordo com sinal de erro encontrado, é calculada a variação que os pesos sinápticos devem sofrer, e esse valor é então somado ao valor atual do peso.

Esta variação é obtida através da equação 1.4, conhecida como *regra delta* ou *regra de Widrow-Hoff* em homenagem à seus criadores (HAYKIN, 2001). onde Δw_{jk} é a variação que será aplicada ao peso w_{jk} , peso sináptico entre o sinal de entrada e o terminal j do neurônio k , η é um parâmetro chamado de *taxa de aprendizagem*, que é a constante que determina o grau de variação do peso de cada iteração, $e_k(t)$ é o sinal de erro do neurônio k no instante t e x_j o sinal de entrada no terminal j . Esse processo iterativo de ajustes é conhecido como algoritmo do *mínimo quadrado médio* (LMS, *least mean square*).

$$\epsilon(t) = \sum_{i=1}^N e_i^2(t) \quad (1.3)$$

$$\Delta w_{jk} = \eta \cdot e_k(t) \cdot x_j(t) \quad (1.4)$$

Denomina-se *época*, cada conjunto de iterações representadas individualmente na equação 1.5 como instante t (quando um exemplo é apresentado à rede). A cada *época* é feita apresentação de todos os pares de entrada, com suas respectivas saídas desejadas (HAYKIN, 2001).

Dependendo do modo de processamento adotado, seqüencial ou *por lote*, o ajuste dos pesos e parâmetros livres é feito após a apresentação de cada exemplo (seqüencial) ou após a apresentação de todo o conjunto (por lote) (HAYKIN, 2001).

Esse processo iterativo de mostrar exemplos e de fazer ajustes de pesos e parâmetros livres é o que se chama de treinamento ou aprendizado da rede (HAYKIN, 2001), que é a forma pela qual a rede adquire conhecimento.

O tipo de aprendizagem utilizado pela rede desenvolvida para este trabalho é conhecida como *aprendizagem por correção de erro*, que consiste em minimizar o sinal de erro encontrado, o qual é obtido pela diferença entre a resposta desejada e a saída atual de um neurônio k .

O sinal de erro é descrito na equação 1.5 como $e_k(t)$, onde t é um dado instante de tempo, $d_k(t)$ é a resposta desejada e $y_k(t)$ é a saída encontrada.

$$e_k(t) = d_k(t) - y_k(t) \quad (1.5)$$

Essa fase de aprendizagem é encerrada quando, após um número de épocas, a rede encontra a condição estipulada pelo seu *critério de parada*, que é o método utilizado para determinar quando a rede deve parar de ser treinada (BRAGA *et al.*, 2000).

Existem diversos critérios de parada e cada um possui suas vantagens e desvantagens. Pode-se utilizar não apenas um, mas uma combinação de critérios para tornar mais propícia a convergência da rede para uma solução.

Dentre os critérios de parada, destacam-se: (1) o encerramento do treinamento quando a norma euclidiana do vetor gradiente da superfície de erro em relação aos pesos atingir um dado valor que seja “*suficientemente pequeno*” (HAYKIN, 2001); (2) encerrar o treinamento quando o erro médio quadrado da saída da rede “*ficar abaixo de uma constante α* ” (BRAGA *et al.*, 2000); (3) quando a sua taxa de variação por época for suficientemente pequena (HAYKIN, 2001); e, (4) periodicamente, após uma quantidade de épocas, interromper o treinamento, testar se a taxa de classificações corretas para os dados do *conjunto de validação* é aceitável e treinar até que essa condição seja satisfeita (HAYKIN, 2001).

Quando existem camadas ocultas na rede, como é o caso da RNA utilizada neste trabalho com a finalidade de classificação de contribuinte como possível sonegador ou não, a correção dos pesos é feita através de *generalização da regra delta* para redes de múltiplas camadas, uma vez que o sinal de erro dos neurônios nas camadas intermediárias não é obtido diretamente

pela saída da rede, sendo que a participação destes nodos no erro da camada de saída deve ser calculada para que seus pesos possam ser ajustados corretamente.

O equacionamento do ajuste aplicado aos neurônios ocultos de acordo com a sua parcela de responsabilidade no sinal de erro é conhecido como problema de *atribuição de crédito* e é resolvido pelo algoritmo de aprendizado mais popular e amplamente utilizado, conhecido como *backpropagation* ou retropropagação de erro (HAYKIN, 2001).

5.3 UTILIZAÇÃO DAS REDES NEURAIIS NO ÂMBITO DA TRIBUTAÇÃO

Em tópicos precedentes, verificou-se que juntamente com o poder de tributar, é dada ao Estado a prerrogativa de fiscalizar cada ente obrigado a pagar ou recolher tributo. Desta forma, o Estado assume os custos relativos à fiscalização, tendo necessidade de buscar melhores formas de aperfeiçoar os investimentos necessários à realização da fiscalização.

Na visão de Macho-Stadler e Perez-Castrillo (2002), o aspecto mais importante para o sucesso da fiscalização é a seleção dos contribuintes a serem fiscalizados, podendo ser feita de forma aleatória ou valendo-se de recursos que possibilitem a utilização concomitante de multicritérios.

Este tipo de seleção permite então a utilização de várias informações constantes nos bancos de dados do agente fiscalizador, aumentando assim a possibilidade de sucesso da decisão na escolha do contribuinte a ser fiscalizado. Este é o propósito alternativo deste trabalho, que visa constituir-se em um critério de seleção à disposição da SEFAZ-BA.

Técnicas que poderiam ser utilizadas como multicritérios são citadas na literatura por alguns autores, dentre eles Han e Kamber (2001 *apud* BARRETO, 2005) que indicam regressão linear e não linear e Jackson (2001 *apud* SOUZA, 2002) que comenta sobre redes neurais, regressão e árvores de decisão.

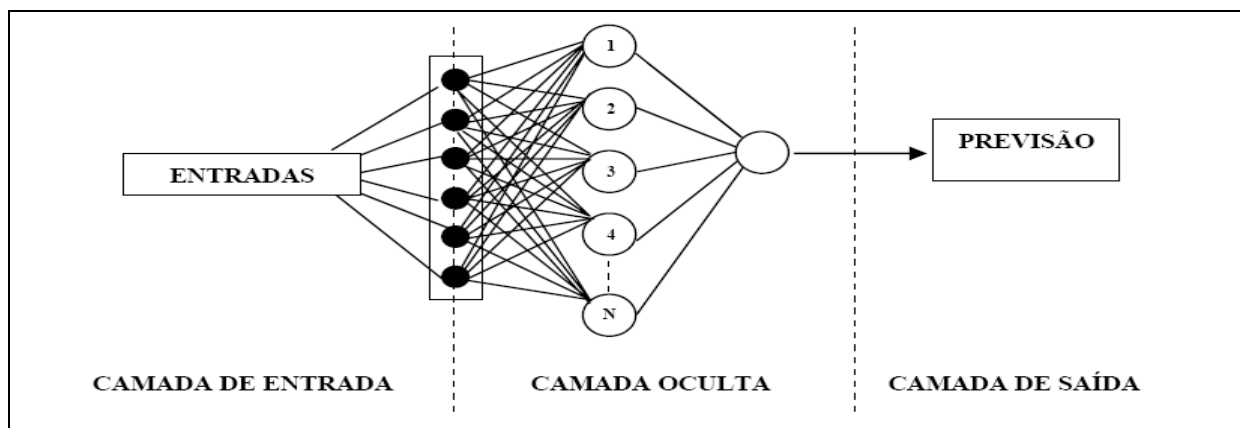
Optou-se neste trabalho pela utilização de Redes Neurais Artificiais (RNA) pelas limitações que outras técnicas têm, ao não considerarem variáveis não lineares. A maior virtude das RNA é a capacidade de aprender a partir dos dados de entrada com ou sem um “professor”.

Desde seu ressurgimento no início dos anos 1980, esta técnica de Inteligência Artificial (IA) foi a que mais evoluiu, despertando o interesse de grande número de pesquisadores em todo o mundo (LUDWIG JÚNIOR; MONTGOMERY, 2007).

A utilização de RNA neste trabalho será melhor compreendida se, analisando a topologia de uma rede neural genérica como a mostrada na Figura 6, entender-se que:

- A camada de entrada está representada pelas informações disponíveis nos diversos bancos de dados da SEFAZ-BA a serem utilizadas na seleção de contribuintes (variáveis);
- A camada oculta é onde estão dispostos os neurônios escondidos
- A terceira camada é onde são dispostos os neurônios cuja saída é o resultado da avaliação do contribuinte.

Figura 6 – Topologia genérica de RNA para previsão



Fonte: NOGUEIRA, 2006

A literatura mostra a preocupação com o tema seleção de contribuintes (BRAGA, 2010), apresentou um comparativo no uso das técnicas de RNA e Regressão Linear em uma aplicação na Receita Federal do Brasil (RFB). Para a geração das redes neurais o autor utilizou a ferramenta de mineração de dados *Statistica* tendo optado pelo tipo de rede perceptron com múltiplas camadas (MPL) utilizando o algoritmo de treinamento supervisionado de retropropagação de erro, ou *error back-propagation*.

Dentre as redes geradas, segundo Braga (2010), a que apresentou a melhor performance no teste (96,65%) foi a MLP 191-9-1. Esta rede possui 191 neurônios na camada de entrada,

nove neurônios na camada escondida e um neurônio na camada de saída. No desenvolvimento do trabalho o autor utilizou as duas técnicas (RNA e regressão linear) para tentar prever a receita bruta e omissão de receitas, tendo relatado em sua conclusão que:

ficou evidente que a rede neural apresentou uma melhor capacidade de previsão do comportamento da receita bruta e consequentemente conseguiu identificar melhor as omissões de receitas. Foi possível verificar também que o modelo obtido com a regressão linear deve ser utilizado somente para diferenças entre a RB prevista e a declarada, inferiores a R\$ 9.600.000,00. Acima deste valor²⁵, a regressão perde a sua capacidade de previsão. (BRAGA, 2010).

No dizer de Braga (2010), outra conclusão a que se chegou com o trabalho é que o resultado da rede neural chega a ser 37% superior ao da regressão linear, e ao final o autor sugere a utilização de rede neural para seleção de contribuintes a serem fiscalizados tendo como entrada as informações já constantes no banco de dados da Receita Federal do Brasil.

Nogueira (2006) realizou trabalho semelhante com os contribuintes do ICMS do estado do Maranhão, propondo um modelo comportamental genérico de usuários baseado em inferência de ações futuras a partir de ações passadas desses usuários, valendo-se de duas abordagens: uma baseada em métodos estatísticos clássicos e outra baseada em redes neurais. O autor fez uma comparação entre a utilização de um módulo neural e um módulo estatístico em que foram feitas previsões usando três tipos de grupos - setor econômico, grupo de atividade econômica e faixa de faturamento - além de um “supergrupo” composto por todos os contribuintes. Foram utilizados os dados dos 1000 contribuintes com maiores valores de arrecadação em 2004 e 2005 para os testes, o que corresponde a um percentual de 94% da arrecadação daquele estado.

Sisnando e Freitas (2006) realizaram uma pesquisa com o objetivo de oferecer uma proposta alternativa de avaliação do desempenho dos contribuintes do ICMS do Estado do Ceará, utilizando as redes neurais artificiais (RNA), capaz de fornecer previsões mais confiáveis que aquelas apresentadas pelo modelo estatístico em uso até então pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ-CE). Conforme indicam os autores, o modelo de avaliação/previsão do desempenho dos contribuintes do ICMS do Estado do Ceará efetua todas as operações e cálculos necessários, fornecendo índices individuais de cada contribuinte e índices médios do segmento de atividade econômica em que ele está inserido, em um mesmo exercício fiscal. A

²⁵ A aplicação deste limite de valor refere-se a um caso particular estudado por Braga (2010) e serve para evidenciar as restrições no uso de uma técnica e outra (RNA e Regressão Linear).

partir daí, demonstram que o modelo gera uma previsão, denominada *Projeção Bruta*, dos valores representativos da base de cálculo da provável sonegação. O principal índice que norteia toda a previsão é denominado *Taxa de Adicionamento* (TA), que é conseguida pela razão entre a saída global (representativa dos valores das saídas de mercadorias declaradas pelo contribuinte ao longo do ano) e a entrada global (representativa dos valores das entradas de mercadorias declaradas pelo contribuinte ao longo do ano). Na conclusão do trabalho é apresentada uma comparação entre o modelo então em uso na seleção de contribuintes para fiscalização e o modelo proposto, baseado em redes neurais, sendo que, de acordo com os autores, o modelo de rede neural apresentou resultado bastante superior àquele oriundo do modelo vigente.

Partindo do pressuposto que RNAs são capazes de diferenciar os contribuintes com provável sonegação, Souza (2002) desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de apresentar um mapa auto-organizável (SOM)²⁶ treinado com os dados da Declaração Periódica de Informações (DPI) da Secretaria da Fazenda do estado de Goiás (SEFAZ-GO), que permita classificar as empresas com provável sonegação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). O trabalho contou com o desenvolvimento de uma Rede Neural Artificial com as informações disponibilizadas pela DPI e, de acordo com o autor, procurou seguir as etapas sugeridas por Caudill (1990). Para avaliação do desempenho da rede proposta, o autor considerou o grau de identificação de empresas, ou em outras palavras, quantas empresas foram corretamente classificadas pela rede. Souza (2002) sugere em sua conclusão que a adoção de redes neurais no Sistema de Monitoramento de Contribuintes²⁷ poderia facilitar a operacionalização deste procedimento de fiscalização, pois, apesar da limitação para o teste da RNA (em função da pequena quantidade de amostras de empresas efetivamente fiscalizadas), em alguns treinamentos houve um desempenho surpreendente (100%). Estes resultados comprovam, segundo o autor, a eficácia da utilização deste tipo de RNA, na classificação de padrões (no caso empresas com provável sonegação do ICMS).

Visintín e Baulies (2001) utilizaram um Sistema Automático de Seleção, no âmbito da fiscalização aduaneira, sugerindo o cruzamento de informações prestadas pelos Contribuintes

²⁶ Da expressão em inglês Self Organizing Map (SOM). Trata-se de uma rede neural artificial de aprendizado não supervisionado, geralmente utilizada para agrupar dados semelhantes em diferentes classes.

²⁷ Souza (2002) descreve este Sistema de Monitoramento de Contribuintes como uma ferramenta em uso pela SEFAZ-GO como indicativo para seleção de contribuintes a serem fiscalizados.

com outros dados constantes da Administração Federal de Ingressos Públicos (AFIP) da Argentina.

5.4 UTILIZAÇÃO DAS REDES NEURAIS NOS DIVERSOS RAMOS DO CONHECIMENTO

Além dos autores acima referenciados que desenvolveram trabalhos que guardam estreita relação com o desenvolvimento desta pesquisa por se valerem do uso de RNAs área de tributação, vários outros autores demonstram a utilização da inteligência artificial como ferramenta para aprimorar seu poder de previsibilidade em diversas áreas.

Castro Júnior (2003) utilizou uma rede neural do tipo *feed-forward*, comparando-a com modelos estatísticos de Análise Discriminante Linear e Regressão Logística na previsão de insolvências de empresas com base nos demonstrativos financeiros de uma amostra de 40 empresas.

Freitas e Souza (2002) utilizaram uma rede *Multilayer Perceptron* (MLP) com uma camada intermediária contendo quatro neurônios e uma camada de saída com apenas um neurônio, para verificar se o modelo de precificações de opções no mercado financeiro baseado nas técnicas de redes neurais é capaz de superar o método de Black e Sholes (1973)²⁸ na determinação dos preços das opções. Estes autores ainda referenciam, outros trabalhos em que foram aplicadas redes neurais no mercado de opções.

Müller (2006) cita a utilização de redes neurais voltadas para o reconhecimento de fonemas para posterior processamento por modelos de Markov.

Linares (1997) propôs um método para tratar da imprecisão nos dados clínicos utilizando a lógica nebulosa com a implementação de um protótipo experimental no domínio da reumatologia.

²⁸ Em 1973 F. Black e M. Sholes publicaram um artigo seminal intitulado “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, no qual, pela primeira vez, se avaliava analiticamente uma opção do tipo européia. Desde então, tem surgido uma grande quantidade de trabalhos estendendo esse artigo para diversas áreas e aplicações. O apreçamento de opções americanas é uma das vertentes. Sobre isso, não existe até o momento uma fórmula analítica que permita calcular de maneira exata o preço de uma opção americana. Portanto, métodos numéricos vêm sendo utilizados nesta tarefa. Entre eles, o método da simulação de Monte Carlo tem se tornado o de maior popularidade entre os pesquisadores dessa área (CASTRO *et al.*, 2007).

Ramos e outros (2009) desenvolveram ferramentas computacionais inteligentes baseadas em redes neurais artificiais para identificar as perdas comerciais ou fraudes (roubo de energia), considerando informações da base de dados de uma concessionária de energia elétrica.

A lista de trabalhos sugerindo a utilização da técnica de redes neurais artificiais (RNA) nos diversos ramos do conhecimento, tais como medicina, finanças corporativas, meteorologia, e outros, é extensa e fica evidente que o que procurou-se elencar neste item não é uma lista exaustiva. Denota-se desta breve exposição que as diversas técnicas de inteligência artificial, sobretudo as redes neurais artificiais, são utilizadas amplamente em vários setores e segmentos quando necessária uma classificação de fatos e ocorrências não lineares que é o caso da classificação de contribuintes em potenciais sonegadores do ICMS ou não.

A relevância desta pesquisa, portanto, reside no fato de que a aplicação de redes neurais em questões tributárias é pouco explorada. Pretende-se o desenvolvimento de um modelo computacional construído com base em informações tratadas cientificamente que expliquem o comportamento do contribuinte face ao ICMS. Tal modelo leva à racionalidade na utilização dos recursos materiais e humanos na atividade de fiscalização, a agilidade e tempestividade para a verificação de cometimento de ilícitos tributários, reduzindo sensivelmente o interregno entre a ação irregular do contribuinte e a ação fiscal.

6 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Após a apresentação do referencial teórico e suas principais características e, os estudos sobre as redes neurais artificiais, são apresentados os aspectos metodológicos que suportam esta dissertação.

6.1 SISTEMÁTICA ATUAL DA SELEÇÃO DE CONTRIBUINTES PARA A FISCALIZAÇÃO

A Secretaria da Fazenda do Estado da Bahia SEFAZ-BA, enquanto unidade governamental, tem por missão prover e administrar os recursos financeiros para viabilizar as políticas públicas do Estado e orientar o cidadão quanto à importância do pagamento dos tributos e do controle da aplicação dos recursos públicos. Comporta em sua estrutura organizacional, entre outras unidades administrativas, a Superintendência de Administração Tributária (SAT) que é aquela que tem por finalidade a gestão e a execução da administração tributária.

Esta unidade por sua vez é composta por seis Diretorias, das quais três delas com função precípua de administração tributária distribuídas por região geográfica, sendo localizada uma na região norte (Diretoria de Administração Tributária da Região Norte (DAT NORTE)) com sede na cidade de Feira de Santana, uma na região Sul (Diretoria de Administração Tributária da Região Sul (DAT SUL)) sediada na cidade de Vitória da Conquista e outra para a região metropolitana de Salvador (Diretoria de Administração Tributária da Região Metropolitana (DAT METRO)). A estas unidades denominadas DATs cabe o nível operacional de fiscalização e atendimento ao contribuinte.

As demais diretorias da SAT têm função tática dentro da organização, sendo responsáveis por: (1) gerir o instrumental da legislação tributária, promovendo sua divulgação no âmbito interno e externo, orientando e respondendo consultas de contribuintes em questões tributárias (Diretoria de Tributação (DITRI); (2) normatizar o sistema de arrecadação, controle e propriedade dos valores arrecadados, gerir os valores em cobrança administrativa e judicial, gerenciar e controlar o cadastro de contribuintes e as informações econômico-fiscais (Diretoria de Arrecadação, Crédito Tributário e Controle (DARC); e, (3) planejar, desenvolver e manter os instrumentos necessários aos processo de fiscalização, normas e procedimentos, garantindo a divulgação e aplicação dos padrões de práticas definidos,

planejando e acompanhando a fiscalização a Diretoria de Planejamento da Fiscalização (DPF).

O processo de planejamento da fiscalização, portanto, inicia-se da DPF, que orienta seus trabalhos segundo critérios, que podem ser resumidos em duas grandes dimensões:

- a) Fiscalização em contribuintes, cujo prazo decadencial está próximo;
- e
- b) Cruzamento de informações econômico-financeiras prestadas pelo próprio contribuinte.

Lembre-se que a dimensão (a) é uma imposição legal, determinada pelo Código Tributário Nacional - CTN, em seu artigo 173, que assim se pronuncia:

Art. 173. O direito de a Fazenda Pública constituir o crédito tributário extingue-se após 05 (cinco) anos, contados:
 I - do primeiro dia do exercício seguinte àquele em que o lançamento poderia ter sido efetuado;
 II - da data em que se tornar definitiva a decisão que houver anulado, por vício formal, o lançamento anteriormente efetuado.
 Parágrafo único. O direito a que se refere este artigo extingue-se definitivamente com o decurso do prazo nele previsto, contado da data em que tenha sido iniciada a constituição do crédito tributário pela notificação, ao sujeito passivo, de qualquer medida preparatória indispensável ao lançamento. (BRASIL, 1966).

Isto implica em que, caso o Estado não faça o lançamento do tributo neste período, perde o direito de fazê-lo, podendo a autoridade tributária responder pela omissão.

A dimensão (b) é aquele que mais de perto interessa ao escopo deste trabalho. A DPF a partir da experiência adquirida ao longo dos anos e das observações feitas pelos Diretores e Inspectores das DATs, elabora trimestralmente planos de ação a serem desenvolvidos sobre contribuintes ou segmentos econômicos específicos. Exemplos destas ações podem ser assim elencados:

1. Comércio Eletrônico. Contribuintes que realizam venda pela WEB.

Com o crescimento constante das vendas pela internet, uma parcela cada vez mais significativa da arrecadação do segmento varejista de comércio na Bahia é perdida para estados como São Paulo e Rio de Janeiro que centralizam a maior parte das empresas de *e-commerce*.

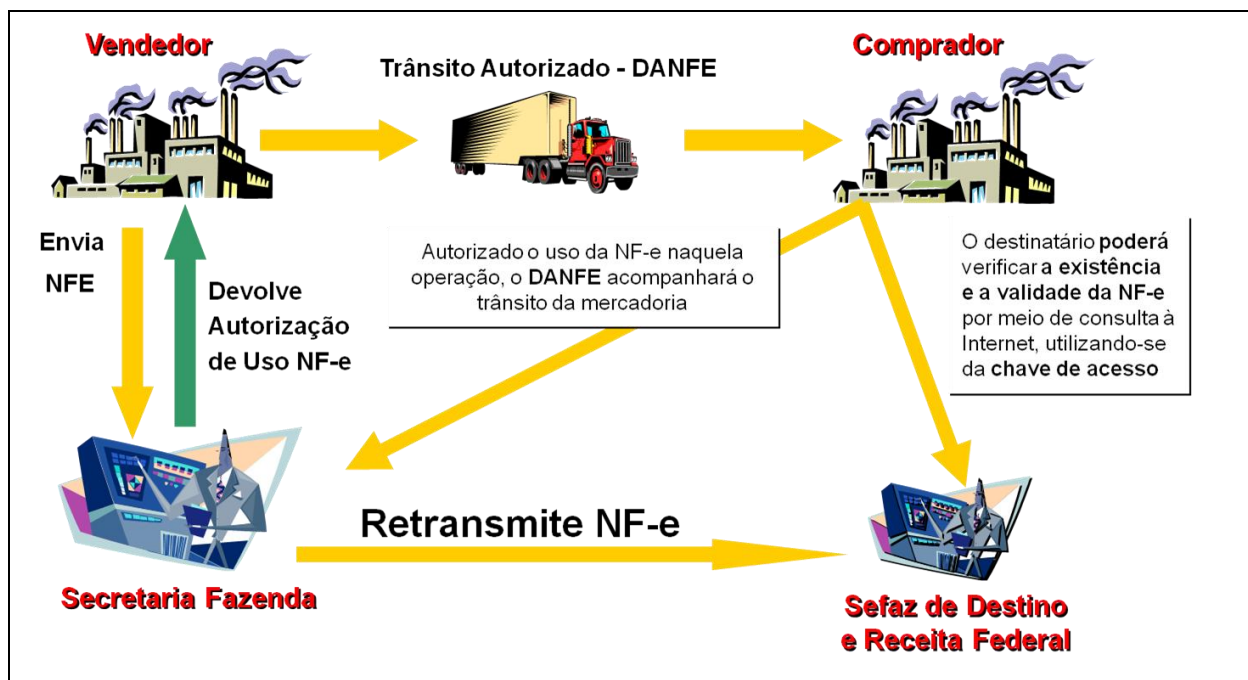
Por ser uma modalidade relativamente nova no cenário econômico, como consequência temos a transferência de tributos, conforme demonstrada no Capítulo 02, onde se discutiu as consequências do federalismo fiscal adotado no Brasil.

Tendo em vista estancar a perda de receitas com esta nova modalidade de negócio, foi alterada a legislação interna, para contemplar que mercadorias adquiridas por não contribuintes quando adquiridas via internet de outros Estados, deverão ser tratadas como operação interestadual, recolhendo-se ao Estado da Bahia a diferença de alíquota.

2. Contribuintes Industriais que são obrigados a emitir nota fiscal eletrônica e não o estão fazendo.

A Nota Fiscal eletrônica, doravante NFe, é uma nova exigência em nível nacional para acobertar operações de circulação de mercadorias. Este documento eletrônico vem substituir a emissão de Nota Fiscal em papel tendo sido instituído em setembro/2005 através do Ajuste Sinief 07/2005 e aperfeiçoado por legislação posterior. A operacionalização da NFe é mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Operacionalização da nota fiscal eletrônica



Fonte: BRASIL, 2011b

Em síntese, o vendedor “emite” a NFe, aguarda a autorização da SEFAZ de sua jurisdição. Uma vez autorizada a NFe, emite um documento denominado Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica – DANFE que será utilizado no transporte da mercadoria até o destinatário. O comprador poderá, a qualquer momento, pela *internet*, verificar a existência e validade da NFe.

O projeto de implantação na NFe tem caráter nacional e iniciou com um piloto em 2006 para 19 empresas voluntárias que se dispuseram a participar do projeto.

Consolidadas as questões operacionais, gradativamente a legislação passou a ampliar a exigência do uso da NFe, sendo que no Estado da Bahia, poucos contribuintes de médio e grande porte estão fora desta obrigatoriedade, tendo sido autorizadas até fevereiro de 2011, mais de 2,1 bilhões de Nota Fiscal Eletrônica por todas as unidades federadas participantes.

Como comprova a teoria discutida quanto ao comportamento do contribuinte, mesmo em meio eletrônico que em tese é mais seguro, o contribuinte tenderá a maximizar a sua função utilidade, ainda que com controle mais severo por parte das unidades tributárias. A constatação da não emissão se dá consultando o banco de dados disponível para a SEFAZ-BA referente NFe autorizadas, comparando-se com os grupos de empresas obrigados à emissão conforme legislação pertinente.

3. Contribuintes que emitiram nota fiscal eletrônica para outra unidade da federação e a mesma não foi registrada em postos fiscais

Depois de autorizada a emissão da NFe pela SEFAZ, o contribuinte está apto a circular com a mercadoria, acompanhada pelo DANFE, que é um “espelho” da NFe emitida, com todos os dados daquela, mas sem valor fiscal, prestando-se apenas para acobertar o transporte da mercadoria. Nos Postos Fiscais de divisa do Estado da Bahia, são controladas as passagens dos veículos transportando as mercadorias acompanhadas pelas NFes autorizadas.

O cruzamento das informações do banco de dados das NFe autorizadas, com as informações dos veículos que efetivamente passaram pelos postos de fronteira, permite a correta identificação do destino da mercadoria.

4. *Contribuintes que apresentaram margem de valor agregada negativa.*

É da lógica econômica, que os vários intervenientes da cadeia produtiva, agreguem valor nas diversas fases até que determinada mercadoria chegue ao ponto de consumo.

Esta margem de valor agregado (MVA) inclui não só a apropriação de insumos, como também determinada margem de lucro. Quando a MVA é negativa, ou seja, valor de saída inferior ao valor de entrada, rompe com aquela lógica, podendo significar sonegação.

A constatação desta situação é feita pelo cruzamento de informações referentes a entradas e saídas a que o contribuinte está obrigado a prestar mensalmente através de um documento denominado Declaração e Apuração Mensal do ICMS (DMA), constante do banco de dados da SEFAZ-BA.

5. *Contribuintes com exercício a decair.*

Esta condição decorre da dimensão (a) a que o Estado está sujeito e que já foi discutida anteriormente. A constatação é feita pela consulta ao banco de dados da SEFAZ-BA que registra qual o último exercício fiscalizado para cada contribuinte. Os exercícios próximos ao prazo decadencial terão prioridade de fiscalização.

6. *Transportadoras localizadas na DAT Metro*

Este é um exemplo de ação fiscalizadora pontual. A partir da constatação de irregularidades em determinado contribuinte pode-se ampliar para um universo maior.

Estes exemplos de escopo de fiscalização não são exaustivos. As programações são feitas trimestralmente e podem envolver outros objetivos. Observe-se que em todos os casos, a seleção do contribuinte a ser fiscalizado dentro dos parâmetros estabelecidos, sempre está afeta à discricionariedade da autoridade fiscal, constituindo-se as redes neurais artificiais uma alternativa à seleção, a partir do estabelecimento de padrões de comportamento, nem sempre detectáveis pela simples experiência do agente selecionador.

Quanto às ações fiscais a serem efetivamente desencadeadas a partir da programação feita pela DPF, podem haver vários tipos de fiscalização, desde um simples monitoramento onde, por um período são acompanhadas as atividades do contribuinte até uma fiscalização mais profunda de auditoria fisco-contábil em que é analisada detidamente a escrita contábil e fiscal, com os valores declarados e recolhidos pelo contribuinte.

Acrescente-se ainda que a programação elaborada pela DPF passa pelo crivo das DATs e suas Inspetorias que tem por função a execução da fiscalização propriamente dita e, por isso, tem autonomia para outras sugestões a fim de adequar-se à disponibilidade de recursos humanos e materiais.

6.2 DESCRIÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL UTILIZADA NESTE TRABALHO

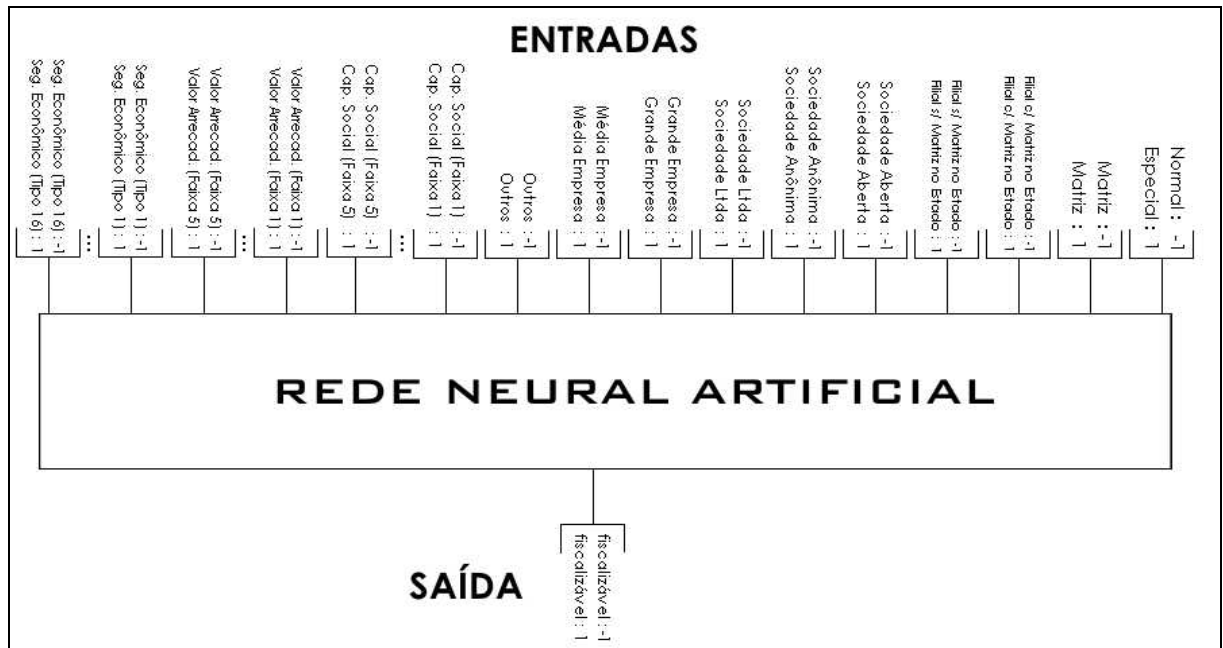
Denominamos SIRC, a rede neural artificial utilizada para a consecução dos objetivos deste trabalho, uma rede neural de modelo perceptron de múltiplas camadas, do tipo alimentada adiante (*feedforward*), completamente conectada, composta por duas camadas ocultas e treinada com o algoritmo de retropropagação de erro (*Backpropagation Error*).

A função de ativação utilizada em todos os nodos da rede é a função tangente hiperbólica de forma que as saídas dos neurônios da rede estão sempre no intervalo entre -1 e 1. Assim, as saídas esperadas para cada uma das classes de contribuintes que podem ser reconhecidas pela rede neural são diametralmente opostas.

O sinal de entrada da rede é composto de 36 campos numéricos, cada um deles associado a uma característica que compõe o perfil de um dado contribuinte. Os valores desses campos sempre serão iguais a -1 (quando a característica **não for** pertinente ao perfil do contribuinte) ou iguais a 1 (quando a característica **for** pertinente ao perfil do contribuinte), conforme ilustrado na Figura 8.

Cada um desses perfis possui um rótulo associado – que é utilizado apenas para o treinamento da rede – que determina com base no histórico de autuação dos contribuintes da SEFAZ-BA, se o perfil é considerado de risco ou não, assumindo respectivamente os valores +1 ou -1. Esse rótulo é a saída desejada que a rede forneça para aquele perfil de contribuinte.

Figura 8 – Simplificação da arquitetura da rede neural artificial utilizada neste trabalho



Fonte: Elaborada pelo autor, 2011

A camada de saída da rede é constituída por apenas um nodo, de forma que, quando o valor desse nodo é positivo (maior ou igual a zero), julga-se que a rede considerou o perfil de contribuinte apresentado como sendo pertencente à uma classe “fiscalizável” que representa maior risco de fraude. Caso contrário, o perfil do contribuinte é considerado com menor risco de fraude e o valor da saída da rede é negativo.

Essa restrição da saída com base no valor da saída ser negativo ou positivo existe porque nem sempre a saída da rede vai estar nos extremos possíveis do intervalo de saída da função de ativação utilizada, produzindo valores não-lineares no intervalo (-1, +1). Os pesos das conexões e bias da rede são inicializados com valores aleatórios entre -0.5 e +0.5 (FREEMAN; SKAPURA, 1991). Evitando assim que o algoritmo de retropropagação opere “em uma área muito plana em torno da origem da superfície de erro” (HAYKIN, 2001).

Além disso, quando a rede converge para um mínimo local, reinicializar os pesos e bias, e treinar a rede novamente pode resolver o problema. O valor da taxa de aprendizagem utilizada é 0.15, por ser um valor médio entre o menor e o maior valor da faixa entre 0.05 a 0.25, que é sugerida por James Freeman e David Skapura (FREEMAN; SKAPURA, 1991).

O critério de parada adotado para encerrar o treinamento da rede é uma combinação de critérios, que implica a minimização da norma euclidiana do vetor gradiente da superfície de erro em relação ao vetor de pesos, e a minimização do erro médio obtido até o ponto em que esse valor é superior à média dos erros médios obtidos nas últimas 5, 15 e 25 épocas do treinamento, garantindo assim que o erro atingido foi próximo do menor valor possível para a configuração atual da rede e cuja tendência a partir desse momento para cada nova época é de crescimento.

A minimização da norma euclidiana do vetor gradiente é um critério bastante razoável para garantia de convergência da rede, porém, para assegurar que o treinamento continue até que a rede neural apresente o menor erro possível, é utilizada uma estratégia que compara o valor do erro médio da época atual, com suas médias móveis nas épocas anteriores.

Os períodos de 5, 15 e 25 épocas foram adotados com base no comportamento observado do treinamento da rede, de forma que seja possível verificar não apenas o crescimento ou decréscimo do erro, mas a sua tendência, já que muitas vezes a trajetória do erro obtido possui uma natureza oscilatória. O valor limite para encerramento do treinamento no que diz respeito à norma euclidiana do vetor gradiente é 10^{-3} .

Na rede neural projetada, foram utilizadas duas camadas ocultas uma vez que essa configuração da rede apresentou uma boa convergência e desempenho, além dos melhores percentuais de acerto. O uso de três camadas também foi testado, entretanto, além de acarretar um aumento da dimensionalidade da rede e prejudicar o seu desempenho, tanto no treinamento quanto nos testes, o acréscimo dessa camada não mostrou nenhuma melhora significativa que justificasse tal acréscimo.

A determinação do tamanho das camadas ocultas foi feita de forma experimental, tomando como critério a idéia de usar uma quantidade de nodos suficiente, porém mínima (FREEMAN; SKAPURA, 1991).

Dos melhores resultados obtidos pela rede SIRC, mereceram destaque três deles com configurações usando em ambas camadas, 20 neurônios, 30 neurônios e 80 neurônios.

6.3 DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO DE DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados como variáveis que constituem a camada de entrada da rede conforme Figura 8, foram obtidos a partir do Data Warehouse (DW) alimentado a partir dos diversos sistemas relacionais da SEFAZ-BA. Como ferramenta de extração foi utilizado um *Online Analytical Processing* (OLAP) ou Processo Analítico em Tempo Real, de grande aceitação no mercado. Estes dados representam registros históricos de contribuintes do período compreendido entre o ano de 2004 e 2010.

As variáveis que são utilizadas no treinamento da rede neural e que compõem os perfis dos contribuintes, assim como os valores que elas podem assumir, são apresentados na Figura 8, cujo detalhamento de conteúdo está descrito no item 1.5 – Metodologia e Classificação do Estudo. Foram selecionadas variáveis, que representam características dos contribuintes consideradas relevantes por parte dos responsáveis pelas ações de fiscalização e com base na experiência profissional do autor deste trabalho.

Considerando que o objetivo é que a rede estabeleça o potencial de risco de um dado contribuinte ser passível de uma fiscalização mais criteriosa – determinado com base nas variáveis selecionadas – foram realizadas algumas transformações dos dados de entrada fornecidos à rede neural.

Dessa forma a base de dados com 74.447 eventos passa a conter todos os perfis de contribuintes existentes nos dados originais em um nível mais geral e abstrato, sem ater-se a variáveis temporais de cada contribuinte (como, por exemplo, o ano do seu registro nos sistemas relacionais da SEFAZ-BA), ou as variáveis que sejam mais específicas ou particulares de cada contribuinte (como, por exemplo, variáveis de identificação do contribuinte tais como o número da inscrição estadual ou o número do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ)). O relevante para a interpretação da rede é o perfil do contribuinte.

O perfil dos contribuintes é composto de informações menos específicas, tais como o tipo do contribuinte, porte, segmento econômico ao qual o mesmo pertence, faixa de valor do capital do contribuinte, faixa do valor de arrecadação, entre outros. Assim, a rede neural não recebe como entrada informações específicas de nenhum contribuinte em particular, mas sim

diversos perfis que são na verdade todos os possíveis agrupamentos de características mais gerais, que estavam presentes nos 74.447 eventos.

Quadro 3 – Variáveis utilizadas e respectivos valores possíveis

Variável	Valores possíveis
Categoria	Matriz
	Filial com matriz no estado
	Filial com matriz fora do estado
Condição	Normal
	Especial
Natureza Jurídica	Sociedade Anônima Aberta
	Sociedade Anônima Fechada
	Sociedade Empresária Limitada
Porte	Grandes Empresas
	Médias Empresas
	Outros
Segmento Econômico	Agricultura
	Agroindústria
	Comércio Atacadista
	Comércio Varejista
	Indústria de Bebidas
	Indústria Metalúrgica
	Indústria de Mineração e Derivados
	Indústria Química
	Indústria de Utilidade Pública
	Misto (Indústria)
	Misto (Serviços)
	Petróleo
	Serviços de Transporte
	Serviços de Utilidade Pública
Supermercados	
Capital Social	R\$ 0,00 - R\$ 9.999,99
	R\$ 10.000,00 – R\$ 49.999,99
	R\$ 50.000,00 – R\$ 99.999,99
	R\$ 100.000,00 – R\$ 249.999,99
	Acima de R\$ R\$ 250.000,00
Valor Arrecadado	R\$ 0,00 - R\$ 9.999,99
	R\$ 10.000,00 – R\$ 49.999,99
	R\$ 50.000,00 – R\$ 99.999,99
	R\$ 100.000,00 – R\$ 249.999,99
	Acima de R\$ R\$ 250.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2011

Esse agrupamento é associado a uma variável que representa o risco de um determinado perfil identificado pela rede, ser o perfil de um contribuinte passível de fiscalização mais criteriosa ou não. O risco aqui é estabelecido com base na existência de casos de autuação para o mesmo perfil e que constam daquela massa de registros originais.

Após a realização do treinamento da rede neural artificial, são realizados os testes para cada registro de contribuinte da amostra de 74.447 eventos e a saída obtida pela rede neural é comparada com o potencial de risco que já é conhecido para aquele contribuinte com base no risco associado ao perfil identificado.

6.4 DESCRIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Para facilitar a importação dos dados, os processamentos necessários para as formatações e transformações da massa de dados do histórico de contribuintes – sobretudo por conta da quantidade de eventos disponíveis que totalizavam 74.447 – foi utilizado o banco de dados Microsoft SQL Server®, embora não haja qualquer restrição ou justificativa imperativa para a escolha dessa ferramenta e toda a operacionalização de dados realizada possa ser feita em qualquer outro banco de dados.

No desenvolvimento do software pelo profissional que implementa a rede neural artificial SIRC, foi adotada a linguagem Java™ da Sun Microsystems®. A opção por esta linguagem e ambiente não foi determinada por nenhum critério de natureza rigorosamente técnica, uma vez que, no contexto deste trabalho, estes elementos são irrelevantes diante do desenvolvimento da aplicação e do foco do trabalho, e não exerceriam nenhuma influência sobre os resultados. Entretanto, a praticidade, os componentes e recursos do ambiente facilitaram a implementação de certas funcionalidades da aplicação, sobretudo no que diz respeito à exploração dos recursos visuais e interfaces gráficas.

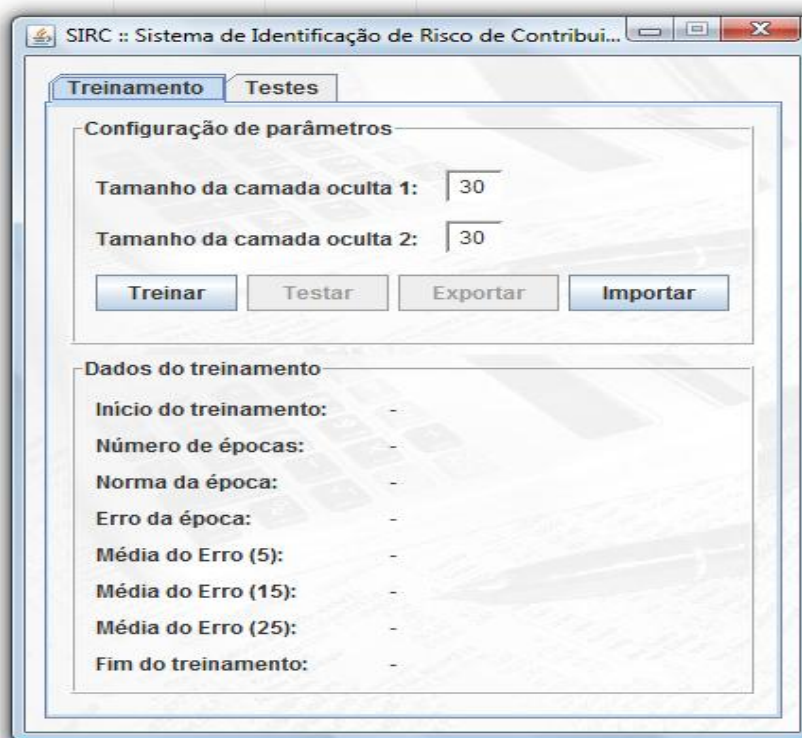
A arquitetura de hardware utilizada para execução do treinamento e testes da rede neural não possui dependência relevante com relação aos resultados obtidos, uma vez que, os procedimentos executados ao longo do treinamento, os quais levam a rede a convergir para uma solução, não possuem nenhuma operação que seja fortemente dependente ou que possa ser significativamente afetada pela arquitetura de hardware a ser utilizada, embora reconheça-

se, a medida que o poder de processamento da arquitetura de hardware utilizada aumenta, o tempo requerido tanto para treinamento quanto para testes tende a reduzir significativamente.

6.5 OPERACIONALIZAÇÃO DA REDE

A operacionalização da rede neural artificial construída, denominada SIRC, não exige maiores restrições de configuração de hardware para rodar podendo ser instalada em qualquer máquina, pois trata-se de um arquivo executável de pequeno tamanho. A interface gráfica é bastante amigável, como se observa na Figura 9.

Figura 9 – Interface gráfica da SIRC - treinamento



Fonte: Elaborada pelo autor, 2011

A aba “Treinamento” serve para iniciar o treinamento da rede e verificar o grau de acurácia deste treinamento. Dando-se um “click” na guia “Treinar”, a rede começa o treinamento com base nos parâmetros estabelecidos pelo usuário para as camadas ocultas, podendo ser diferentes para as camadas 1 e 2.

A aba “Testes” conforme Figura 10 serve para efetuar os testes aplicáveis a um contribuinte específico, onde são informadas à SIRC, qual o perfil deste contribuinte a partir das variáveis estabelecidas no Quadro 2 e detalhadas no item 1.5 (Metodologia e classificação do

estudo). Ao final, a SIRC informará o grau de risco deste contribuinte de acordo com a seguinte classificação, com base nos valores de saída encontrados pela rede:

- Valor de saída entre -1,0000 e 0,0000 => Baixo Risco
- Valor de saída entre 0,0001 e 0,5000 => Risco Moderado
- Valor de entre 0,5001 e + 1,0000 => Alto Risco

Feita a classificação do risco, caberá os usuário indicar o contribuinte para a fiscalização.

Figura 10 – Interface gráfica da SIRC – testes

A imagem mostra a interface gráfica do sistema SIRC, especificamente a aba 'Testes'. O título da janela é 'SIRC :: Sistema de Identificação de Risco de Contribui...'. A interface contém os seguintes elementos:

- Abas: 'Treinamento' e 'Testes' (ativa).
- Categoria: Dropdown menu com o valor 'Filial com Matriz fora do estado'.
- Condição: Dropdown menu com o valor 'Normal'.
- Natureza Jurídica: Dropdown menu com o valor 'Sociedade Anônima Aberta'.
- Porte Econômico: Dropdown menu com o valor 'Grandes Empresas'.
- Segmento Econômico: Dropdown menu com o valor 'Agricultura'.
- Capital Social: Dropdown menu com o valor 'R\$ 0,00 - R\$ 9.999,99'.
- Valor Arrecadado: Dropdown menu com o valor 'R\$ 0,00 - R\$ 9.999,99'.
- Risco: Campo de texto com o valor '?'.
- Botão: 'Testar'.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2011

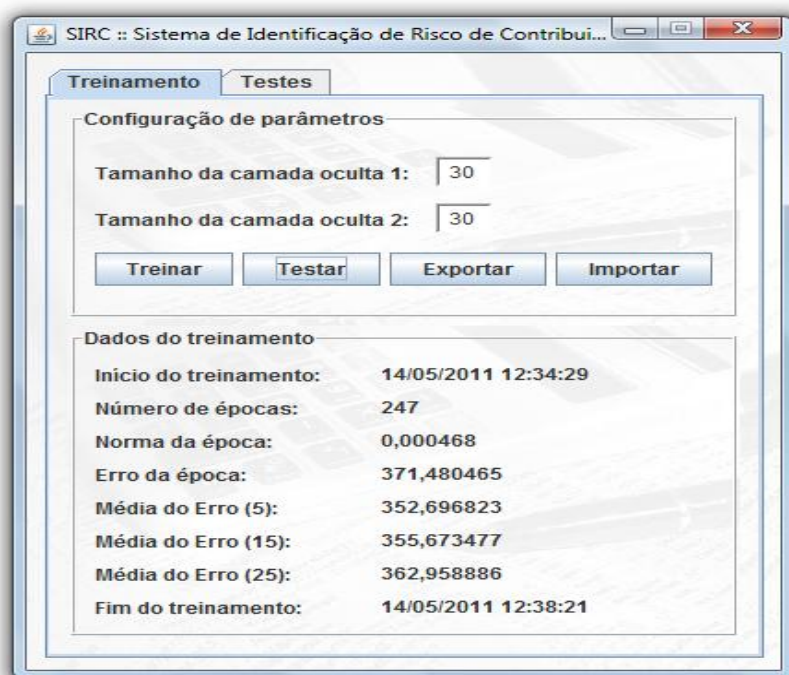
7 RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo discute-se a performance da rede neural artificial, denominada SIRC construída para o desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente, um teste aleatório é feito para verificar a acurácia da rede quanto a quatro possíveis categorias, quais sejam:

- a) Percentual de acertos para os contribuintes considerados autuados, constantes da massa de dados colocada na rede;
- b) Percentual de acertos para os contribuintes não autuados, constantes da massa de dados colocada na rede;
- c) Percentual de “falsos positivos”, ou seja, aqueles contribuintes cujos perfis apresentam similaridades com algum dos perfis dos contribuintes autuados, mas que não possuem histórico de autuações;
- d) Percentual total de acerto da rede em relação ao total da massa de dados colocada na rede.

Os detalhes deste treinamento são mostrados na Figura 11:

Figura 11 – Tela resumo do treinamento



Fonte: Elaborada pelo autor, 2011

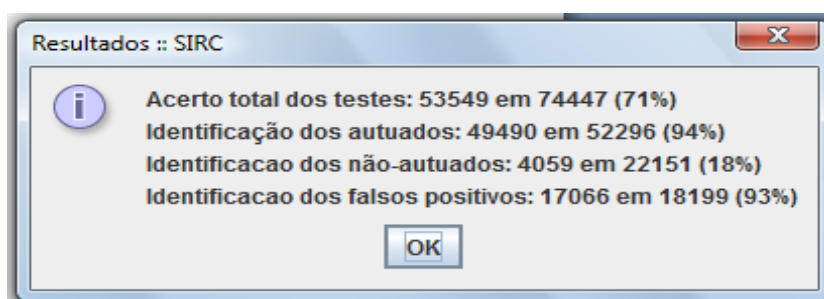
Neste exemplo, foi utilizado o mesmo tamanho (30) tanto para a camada oculta 1, quanto para a camada oculta 2. Observe-se que fica a critério do operador, dependendo da acurácia

desejada, definir o tamanho das camadas, conforme salientado no parágrafo que analisou a aba “Treinamento”.

O tempo entre o início e o fim do treinamento (neste caso cerca de 4 minutos) dependerá da performance da máquina utilizada pela SIRC. O número de épocas e dados de erro mostrados neste exemplo evidenciam o critério de parada adotado, que é uma combinação que implica na minimização da norma euclidiana, conforme explicado no item 6.2 deste trabalho.

A tela abaixo (FIGURA 12) mostra o percentual total de acerto da rede em relação ao total da massa de dados colocada na rede:

Figura 12 – Tela resumo do resultado do treinamento



Fonte: Elaborada pelo autor, 2011

O resultado indica que neste treinamento a rede identifica 71% de forma acertada no conjunto de testes para os dados a ela apresentados, entre contribuintes que sejam classificados como passíveis de autuação (ou não).

Em relação aos contribuintes que foram autuados, a performance é de 94% e entre os não autuados de 18%, enquanto os falsos positivos, ou seja aqueles que a rede considera o perfil como “autuado” é de 93%, uma vez que estes possuem similaridades com algum perfil “autuado”. Estes percentuais atestam a boa performance da rede, pois o treinamento demonstra estabilidade nos resultados de saída, isto é, em 94% dos casos ela aponta que o contribuinte é “passível de autuação” e de fato o é.

Graficamente ter-se-ia a seguinte representação para estes resultados, conforme Gráficos 3 e 4, a seguir:

Gráfico 3 – Demonstração gráfica do resultado de contribuintes autuados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2011

Gráfico 4 – Demonstração gráfica do resultado de contribuintes não autuados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2011

Este treinamento a que a rede foi submetida mostrou com altos percentuais de aproveitamento que “ela aprendeu” a identificar com relativo grau de certeza contribuintes com perfil de “passível de autuação”.

A próxima etapa, a partir do aprendizado da SIRC, é aplicar um caso concreto. Isto se faz utilizando a guia ”Teste, para verificar qual o grau de risco de um determinado contribuinte vir a sonegar ICMS, dado o seu perfil, comparado com aquele que a Rede aprendeu a identificar. Para tanto, a título de exemplificação, considere-se um contribuinte com o seguinte perfil, cujas variáveis estão categorizadas no Quadro 2 e descritas no item 1.5 deste trabalho (Metodologia e Classificação do Estudo):

- É um estabelecimento Matriz;
- A condição é de contribuinte Normal
- Tem como natureza jurídica ser uma Sociedade Empresária Limitada;
- Pertence ao porte de Grandes Empresas;
- Pertence ao segmento de Comércio Varejista;
- O Capital Social está entre R\$.50.000 e R\$.99.999,99;
- A faixa de recolhimento do imposto está entre R\$.50.000,00 e R\$.99.999,99.

Ao ser acionado o botão “Testar” (FIGURA 13), a rede compara este perfil com aqueles aprendidos e identifica o grau de risco para a classificação como passível de fiscalização (ou não).

Figura 13 – Simulação de um caso real (1), a partir de dados de um contribuinte

A imagem mostra uma janela de software com o título "SIRC :: Sistema de Identificação de Risco de Contribui...". A janela contém duas abas: "Treinamento" e "Testes", com "Testes" selecionada. Abaixo das abas, há sete campos de formulário com menus suspensos:

- Categoria: Matriz
- Condição: Normal
- Natureza Jurídica: Sociedade Empresária Limitada
- Porte Econômico: Grandes Empresas
- Segmento Econômico: Comércio Varejista
- Capital Social: R\$ 50.000,00 - R\$ 99.999,99
- Valor Arrecadado: R\$ 50.000,00 - R\$ 99.999,99

Abaixo dos campos, o campo "Risco:" exibe o resultado "ALTO (0,85569)" em texto vermelho. Um botão "Testar" está localizado na base da janela.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2011

A linha RISCO aponta que este perfil tem um risco próximo de mais 1 (precisamente 0,85569) e o SIRC o indica como sendo um grau de risco ALTO, portanto merecedor de atenção quando da seleção de contribuintes a serem fiscalizados.

Utilizando-se do mesmo treinamento, mas agora apresentando um outro perfil para a rede, a indicação de risco alterar-se-á completamente. Para demonstrar esta afirmativa, utiliza-se agora o seguinte perfil:

- É um estabelecimento Filial com Matriz no Estado
- A condição é de contribuinte Normal, conforme categorizado no Quadro 02
- Tem como natureza jurídica ser uma Sociedade Empresária Limitada
- Pertence ao porte de Grandes Empresas
- Pertence ao segmento da Indústria de Mineração e Derivados
- O Capital Social está entre R\$.10.000 e R\$ 49.999,99
- A faixa de recolhimento do imposto está entre R\$.10.000,00 e R\$ 49.999,99.

A Figura 14 mostra agora que um contribuinte com este perfil apresenta um BAIXO risco de sonegação, dentro dos parâmetros de treinamento oferecidos ao SIRC, pois tem um valor de saída mais próximo de menos 1 (precisamente -0,59783).

Figura 14 – Simulação de um caso real (2), a partir de dados de um contribuinte

A imagem mostra a interface do sistema SIRC, especificamente a aba "Testes". O formulário contém os seguintes campos e valores:

Campo	Valor
Categoria:	Filial com Matriz no estado
Condição:	Normal
Natureza Jurídica:	Sociedade Empresária Limitada
Porte Econômico:	Grandes Empresas
Segmento Econômico:	Indústria de Mineração e Derivados
Capital Social:	R\$ 10.000,00 - R\$ 49.999,99
Valor Arrecadado:	R\$ 10.000,00 - R\$ 49.999,99
Risco:	BAIXO (-0,59783)

Abaixo dos campos, há um botão "Testar".

Conclui-se que, apresentados diferentes perfis à rede, diferentes possibilidades de respostas quanto ao risco subjetivo são apresentadas o que pode oferecer uma vantagem em relação aos critérios de seleção feitos atualmente pela SEFAZ-BA.

Estes resultados por si só demonstram o quanto a adoção das técnicas de Redes Neurais Artificiais podem ser úteis na seleção de contribuintes, centrando o foco naqueles que realmente podem vir a ser passíveis de fiscalização.

8 CONCLUSÃO

Em resposta ao problema enunciado nesta dissertação, sobre o histórico de uso de alguns modelos matemáticos na tentativa de identificar riscos e classificar indivíduos em certas categorias, e baseando-se em recursos derivados das chamadas Redes Neurais Artificiais, qual modelo utilizar para identificar contribuintes do ICMS mais propensos à sonegação, tem-se os seguintes pontos a considerar.

De uma perspectiva teórica, a concepção de Estado, ou seja, aquele Estado que está dentro do Estado-nação engloba o conceito das finanças públicas que, decorrente da opção da sociedade pela organização político-administrativa leva, no caso brasileiro, ao federalismo fiscal. Por sua vez este federalismo fiscal exige a atribuição de competências tributárias a três níveis de governo: o governo central, representado pela União, os governos subnacionais, representados pelos Estados/Distrito Federal e os Municípios, todos autônomos e produtores de bens públicos.

A opção brasileira recaiu sobre um federalismo fiscal com forte concentração da arrecadação para o ente central e transferências intergovernamentais como forma de enfrentar as externalidades. Aos Estados/Distrito Federal a parcela maior de arrecadação recai sobre os impostos sobre o consumo, sendo o principal tributo o Imposto sobre as Operações de Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações - ICMS.

No caso do Estado da Bahia, o ICMS respondia em 2010 por 86,62% das receitas tributárias do Estado o que evidencia a necessidade de a SEFAZ-BA acompanhar os níveis de arrecadação dos contribuintes identificando distorções que indiquem eventual sonegação do tributo.

A literatura evidencia que a decisão do contribuinte em sonegar ou não está associada à sua função utilidade e que o risco subjetivo percebido por ele decorre de informações assimétricas e também quanto ao ponto ótimo da tributação explanada na curva de Laffer.

Sendo um imposto sobre o valor agregado, em regra o ICMS recai sobre todas as etapas da circulação econômica, aplicando-se o princípio da não cumulatividade em que desconta-se em determinada etapa o imposto cobrado na(s) operação(ões) anterior(es). Este mecanismo dá ao

contribuinte a oportunidade de decidir se arrecada ou não aos cofres públicos o imposto devido em sua etapa de circulação da mercadoria ou serviço.

Um dos instrumentos que as unidades tributárias têm para a verificação do correto recolhimento do tributo é a verificação “*in loco*” das atividades do administrado. A questão colocada é qual contribuinte a ser fiscalizado já que a escassez de recursos materiais e humanos impõe ao gestor público escolha de prioridades. Num contexto utópico, o ideal é que todo o universo de contribuintes pudesse ser fiscalizado, mas isto requereria um batalhão de servidores fiscais, encarecendo a máquina arrecadatária o que em última instância faria com que os custos desta estrutura recaíssem sobre a própria sociedade a que, em tese, a arrecadação de tributos deveria favorecer.

Para contornar este problema, prioridades devem ser estabelecidas quanto à seleção de contribuintes para a fiscalização. A SEFAZ-BA utiliza-se hoje da dicotomia entre interesse e relevância para a seleção de contribuintes a fiscalizar, baseando-se em cruzamento de informações prestadas pelos próprios contribuintes e que encontram-se armazenadas em banco de dados dos diversos sistemas relacionais. A acurácia desta eleição, fica sujeita à maior ou menor experiência do gestor que a executa, não se valendo de uma ferramenta alimentada em bases científicas. Para suprir esta lacuna, sugere-se neste trabalho a utilização de Redes Neurais Artificiais (RNA), como alternativa.

A topologia de rede neural utilizada para responder ao problema de pesquisa, permitiu demonstrar que este artefato pode, e muito, contribuir para uma seleção mais acurada de quais contribuintes estão mais propensos à sonegação e, portanto, devem ser objeto de maior interesse para a fiscalização.

Os resultados alcançados mostram que RNAs constituem-se em uma poderosa ferramenta de seleção de contribuintes. A rede construída para o desenvolvimento deste trabalho, denominada SIRC, a partir de variáveis escolhidas, efetuou o treinamento com base em 74.447 eventos e possibilitou que para os casos reais é possível indicar se um determinado contribuinte tem um Baixo, Moderado ou Alto Risco de vir a sonegar o tributo.

Tratando-se de uma ferramenta com capacidade de identificar e quantificar problemas não linearmente separáveis, esta técnica é útil quando comparada com o procedimento atual da

SEFAZ-BA que se baseia pura e simplesmente em cruzamentos de dados dos sistemas relacionais utilizados.

O perfil de contribuintes no Estado da Bahia não é o mesmo dos demais Estados da federação o que pode limitar ou tornar necessária a adaptação da aplicação do modelo aqui desenvolvido a outros entes federativos ou a tributos com características diferentes do ICMS. Este perfil é fortemente influenciado pela base econômica de cada região com vocações diferentes de desenvolvimento e, portanto, sugere-se que estudos sejam feitos levando em conta esta diversidade regional.

Observe-se, ainda, que a seleção de variáveis utilizadas neste trabalho e que resultaram na amostra de 74.447 eventos, deu-se a partir da experiência profissional deste autor, o que não prescinde da atuação de outros atores envolvidos na atividade de seleção de contribuintes, quando da especificação de uma Rede Neural Artificial mais robusta. Esta observação no entanto não tem o condão de invalidar os resultados obtidos.

Portanto, com este trabalho, conclui-se que a aplicação das técnicas de Redes Neurais Artificiais são extremamente úteis na seleção de contribuintes para a fiscalização.

REFERÊNCIAS

- ABOUT THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **Revenue statistic**. França, 2009. Disponível em: <http://www.oecd.org/document/9/0,3343,en_2649_34533_41407428_1_1_1_1,00.html>. Acesso em: 16 maio 2011.
- ALI, M. M.; CECIL, H. W. ; KNOBLETT, J. A. The effects of tax rates and enforcement policies on taxpayer compliance: a study of self-employed taxpayers. **Atlantic Economic Journal**, v. 29, n. 2, p. 186-202, jun. 2001.
- ALLINGHAM, M. G.; SANDMO, A. Income tax evasion: a theoretical analysis. **Journal of Public Economics**, Amsterdam, v. 1, p. 323-338, 1972.
- ALM, J. A perspective on the experimental analysis of taxpayer reporting. **The Accounting Review**, v. 66, n. 3, p. 577-593, jul. 1991.
- ALMEIDA, M. A. **Introdução ao estudo de redes neurais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- ANDREONI, J. IRS as loan shark: tax compliance with borrowing constraints. **Journal of Public Economics**, North-Holland, v. 49, p. 35-46, 1992.
- BAHIA. Secretaria da Fazenda. **Regulamento do imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre as prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicações – ICMS**. Disponível em: <<http://www.sefaz.ba.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2007.
- BANCO CENTRAL. **Relatório anual**. Brasília, v. 4, 2008.
- BARRETO, A. S. **Previsão de comportamento e classificação de contribuintes tributários**: uma abordagem por modelos lineares generalizados hierárquicos. 2005. 262 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- BARRETO, J. M. **Introdução às redes neurais artificiais**. Santa Catarina: Laboratórios e conexão e Ciências Cognitivas UFSC/Departamento de Informática e de Estatística. 2002.
- BERTOLUCCI, A. V. **Uma contribuição ao estudo da incidência dos custos de conformidade às leis e disposições tributárias**: um panorama mundial e pesquisa dos custos das companhias de capital aberto no Brasil. 2001. 178 f. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- BIDERMAN, C. ; ARVATE, P. (Orgs.). **Economia do setor público no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BLACK, F. ; SCHOLLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. **Journal of Political Economy**, v. 81, p. 637–659, may/june 1973.

BRAGA, A. P. ; CARVALHO, A. P. L. F. ; LUDEMIR, T. B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

_____. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

BRAGA, C. V. **Rede neural e regressão linear: comparativo entre as técnicas aplicadas a um caso prático na receita federal**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia e Finanças IBMEC, Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. **Código tributário nacional**: Lei nº 5. 172, de 25 de outubro de 1966. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/codtributnaci/ctn.htm>>. Acesso em: 22 fev. 2011.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

BRASIL. **Lei Complementar nº 101**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 20 maio 2011a.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Receita Federal. **Carga tributária no Brasil 2009: análise por tributo e bases de incidência**. 2010. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br>> Acesso em: 09 maio 2011b.

BRESSER-PEREIRA, L. C. **Construindo o estado republicano**. Rio de Janeiro: FGV, 2009.

BRITO, R. M. **Um estudo sobre as causas da inadimplência dos contribuinte do IPTU na Prefeitura de Manaus/AM**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CANEDO, J. P. M. **Análise de risco no centro do controle fiscal**. In: CONFERÊNCIA TÉCNICA DO CENTRO INTERAMERICANO DE ADMINISTRAÇÕES TRIBUTÁRIAS (CIAT). Lisboa, Portugal. set./out. 2003.

CARVALHO, P. B. **Curso de direito tributário**. 11. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

CASARIN, J. C. Isaiah Berlin: afirmação e limitação da liberdade. **Revista de Sociologia Política**, Curitiba, v. 16, n. 30, p. 283-295, jun. 2008.

CASTRO JUNIOR, F. H. F. **Previsão de insolvência de empresas brasileiras usando análise discriminante, regressão logística e redes neurais**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CAUDILL, M. ; BUTTER, G. **Topology intelligent systems**. Cambridge: The MIT Press, 1990.

COCKETT, R. Thinking the unthinkable. Think-tanks and the economic counter-revolution 1931-1983. London: Harper Collins, 1995.

COELHO, S. C. N. **Curso de direito tributário brasileiro**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1999.

COLLINS, J. H. ; PLUMLEE, R. D. The taxpayers labor and reporting decision: the effect of audit schemes. **The Accounting Review**, v. 66, n. 3, p. 559-575, jul.1991.

CORVALÃO, E. D. **Previsão da arrecadação do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços em Santa Catarina**: aplicação da abordagem geral para específico em modelos dinâmicos. 2002. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DIAS FILHO, J. M. ; MACHADO, L. H. B. Abordagens da pesquisa em contabilidade. In: IUDÍCIBUS, S. ; LOPES, A. B. (Coords.). **Teoria avançada de contabilidade**. São Paulo: Atlas, 2004.

ENGEL, E. ; GALETOVIC, A. ; RADDATZ, C. **Estimación de la evasión del IVA mediante el método de Punto Fijo**. 1998, 40 p. Trabalho não publicado. Disponível em: <http://www.sii.cl/aprenda_sobre_impuestos/estudios/tributarios2.htm>. Acesso em: 24 abr. 2009.

FABRETTI, C. C. **Contabilidade tributária**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

FRANK, R. H. **Microeconomia e comportamento**. Alfragide, Portugal: McGraw-Hill, 1998.

FREITAS, S. O. ; SOUZA, A. A. Utilização de redes neurais na precificação de opções. **Revista Resenha BM & F**, n. 150, 2002.

FREEMAN, J. A. ; SKAPURA, D. M. **Neural networks**: algorithms, applications, and programming techniques. New York: Addison Wesley, 1991.

GIAMBIAGI, F. ; ALÉM, A. C. **Finanças públicas**: teoria e prática no Brasil. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

GONÇALVES, M. L. ; ANDRADE NETTO, M. L. ; ZULLO JÚNIOR, J. Um sistema neural modular para classificação de imagens utilizando mapas de kohonen. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: INPE, 1996. p. 845-849.

GOMES, A. Breve abordagem da evolução da administração tributária. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO TRIBUTÁRIA, 1., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Biblioteca do Auditor, 2006.

GROS, D. B. **Institutos liberais e neoliberalismo no Brasil da nova república**. 2003. 252 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2002.

HAN, J. ; KAMBER, M. Data mining: concepts and techniques. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2001.

HAYEK, F. A. Von. **O caminho da servidão**. 5. ed. Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1990.

HAYKIN, S. **Redes neurais**: princípios e prática. 2. ed. Tradução Paulo Martins Engel. Porto Alegre: Bookman, 2001.

HENDERSON, S. ; PEIRSON, G. ; BROWN, R. **Financial accounting theory**: its nature and development. 2nd ed. Cheshire: Longman, 1992.

HINTON, Geoffrey E. How neural networks learn from experience. **Scientific American Magazine**, set. 1992.

HIRSHBERG, A. ; ADAR, R. Artificial neural networks in medicine. **Israel Journal of Medical Sciences**, v. 33, p. 700-02, 1997.

JACKSON, J. E. **A user's guide to principal components**. Wiley series in Probability and mathematical Statistics. New York: Wiley, 1991.

JOVER, D. H. ; AYALA, B. A. A. **Selección de contribuyentes a fiscalizar, a partir de la implementación de un sistema informatizado diseñado al efecto y una prouesta general de procedimiento**. [S.l.]: CIAT/AEAT/IEF , 2001. (Série Concurso de monografias, 15).

LAFFER, Arthur B. The Laffer curve: past, present and future. **Blackrounder**, n. 1765, june. 2004.

LEVINE, D. M. ; BERENSON, M. L. ; STEPHAN, D. **Estatística**: teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

LINARES, K. S. C. **Sistema especialista nebuloso para diagnóstico médico**. 1997. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

LUDWIG JÚNIOR, O. ; MONTGOMERY, E. **Redes neurais**: fundamentos e aplicações com programas em C. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007.

LUNA HUAMANÍ, I. **Sistemas neurais fuzzy aplicados em identificação e controle de sistemas**. 2003. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação, Universidade de Campinas, Campinas, 2003.

MACHADO, H. B. **Curso de direito tributário**. 14. ed. São Paulo: Malheiros, 1998.

MACHO-STADLER, I.; PEREZ-CASTRILLO, J. D. Auditing with signals. **Econômica**, v. 69, n. 273, p. 1-20, fev. 2002.

MAFALDO, Lucas. **Dois tipos de liberdade**. Disponível em: <<http://www.dig.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

McCULLOCH, W. S. ; PITTS, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **Bulletin of Mathematical Biophysics**, v. 5, p. 115-133, 1943.

MINSKY, M. ; PAPERT, S. **Perceptrons**. Cambridge, MA: The MIT Press, 1969.

MÜLLER, D. N. **COMFALA**: modelo computacional do processo de compreensão da fala. 2006. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MUSGRAVE, R. A. **Teoria das finanças públicas**: um estudo de economia governamental. São Paulo: Atlas, 1973.

MUSGRAVE, R. A. ; MUSGRAVE, P. **Finanças públicas**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Campus, 1980.

NATIS, L. Modelos lineares hierárquicos. **Estudos em avaliação educacional**, São Paulo, v.1, n. 23, p.3-29, jan./jun. 2001.

_____. **Modelos lineares hierárquicos**. 2000. 87 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MENDES, M. Federalismo fiscal. In: BIDERMAN, C.; ARVATE, P. (Orgs.). **Economia do setor público no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

MENEGHETTI NETO, Alfredo. O aumento do ICMS e a curva de Laffer. **Análise (PUCRS)**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 59-72, 1992. Disponível em: <<http://sites.google.com/site/osetorpublico/meneghetti2-1>> Acesso em: 06 set. 2010.

NOGUEIRA, M. L. L. **Modelagem comportamental de usuários**: abordagem aos contribuintes fazendários. 2006. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Eletricidade) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.

NOGUEIRA JUNIOR, P. B. **Fiscalização tributária no Brasil**: uma perspectiva macroeconômica. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/artigos>> Acesso em: 20 jan. 2010.

NUNES, S. P. ; NUNES, R. C. **Dois anos da lei de responsabilidade fiscal do Brasil**: uma avaliação dos resultados à luz do modelo do fundo comum. Brasília: Universidade de Brasília, 2003. (Série Textos para discussão).

PASOLD, C. L. **Função social do estado contemporâneo**. 3. ed. Florianópolis: OAB/SC, 2003.

PINTOS-PAYERAS, J. A. P. **A carga tributária no Brasil e sua distribuição**. 2008. 139 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

RAMOS, C. C. O. ; SOUZA, A. N. ; PEREIRA, L. I. ; GASTALDELLO, D. S. ; ZAGO, M. G. ; PAPA, J. P. Técnicas inteligentes aplicadas na identificação de consumidores industriais

fraudadores de energia elétrica. In: LATIN-AMERICAN CONGRESS ON ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION, 8., 2009, Ubatuba. **Anais....**, São Paulo: UNESP, 2009. p. 281-286.

RAUBER, T. W. **Redes neurais artificiais**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2000.

REZENDE, F. **Finanças públicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

SAMUELSON, P. A. ; NORDHAUS, W. D. **Economia**. 12. ed. Portugal: McGraw-Hill, 1991.

SAMUELSON, P. The pure theory of public expenditures. **Review of Economics and Statistics**, v. 36, n.4, p. 387-389, 1954.

_____. Diagrammatic exposition of a pure theory of public expenditure. **Review of Economics and Statistics**, v. 37, p. 350-356, 1955.

SANTOS, J. C. G. Evasão e fraude fiscais: uma perspectiva econômica do fenômeno. **Revista Prospectiva e Planejamento**, Lisboa, v. 2, n.1996, p. 183-199, 1997.

SANTOS, R. S. **A teoria das finanças públicas no contexto do capitalismo**: uma discussão com os filósofos economistas: de Smith a Keynes. São Paulo: Mandacaru, 2001.

SARLE, W. S. Neural networks and statistical models: In: ANNUAL SAS USERS GROUP INTERNATIONAL CONFERENCE, 9., 1994, Dallas, Texas.1994. **Anais....** Cary, NC: SAS Institute Inc., 1994.

SIEGEL, Joel. G. ; SHIM, Jae K. **Accounting handbook**. New York: Barron's, 2000.

SILVA, E. L. ; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2001.

SIQUEIRA, M. L. ; RAMOS, F. S. A economia da sonegação: teoria e evidências empíricas. **Revista Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 555-581. set./dez. 2005.

SISNANDO, S. R. A. **Previsão avaliação do desempenho dos contribuintes do ICMS do estado do Ceará utilizando as redes neurais artificiais**. 2000. 140 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2000.

SISNANDO, S. R. A. ; FREITAS, M. A. S. Previsão e avaliação do desempenho dos contribuintes do ICMS do estado do Ceará utilizando as redes neurais artificiais. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 37, n. 1, jan./mar. 2006.

SOUZA, A. J. V. **O uso de mapas auto-organizáveis para classificar contribuintes do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços**. 2002. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

TAFNER, M. A. ; XEREZ, M.; RODRIGUES FILHO, I. W. R. **Redes neurais artificiais**: introdução e princípios de neurocomputação. Blumenau, Santa Catarina: Eko, 1996.

TAVARES, D. M. **Redes neurais**. Campinas: Instituto de Computação da Unicamp, 2001.

VERAMENDI, M. A. M. El control integral extensivo e intensivo del cumplimiento de las obligaciones tributarias y los lineamientos para la selección de los contribuyentes en el ámbito de la fiscalización. - **La experiencia de la administración rributaria peruana**. [S.l.]: CIAT/AEAT/IEF, 2001. (Série Concurso de monografías, 15).

VISINTÍN, V. V. ; BAULIES, C. C. **Inteligencia fiscal através de perfiles de riesgo integrados para la selección de contribuyentes**. . [S.l.]: CIAT/AEAT/IEF, 2001. (Série Concurso de monografías, 15).

ZEE, H. H. Tributação e equidade. In: SHOME, P. (Org.). **Manual de política tributária**. Washington: Fundo Monetário Internacional, 1995. cap. 3, p. 53–64.

ZHENG, T. Taxpayers tax and financial reporting decisions in a game theoretical model. **Canadian Journal of Administrative Sciences**, v.19, n. 2, p. 155-172, jun. 2002.