



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PREVISÃO DA ARRECADAÇÃO DO IMPOSTO SOBRE
CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS EM SANTA
CATARINA: APLICAÇÃO DA ABORDAGEM GERAL PARA
ESPECÍFICO EM MODELOS DINÂMICOS**

EDER DANIEL CORVALÃO

Orientador: Prof. Robert Wayne Samohyl, Ph.D.

Florianópolis (SC), setembro de 2002.

EDER DANIEL CORVALÃO

**PREVISÃO DA ARRECADAÇÃO DO ICMS EM SC: APLICAÇÃO DA
ABORDAGEM GERAL PARA ESPECÍFICO EM MODELOS DINÂMICOS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 25 de setembro de 2002.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Curso de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção

BANCA EXAMINADORA

Prof. Robert Wayne Samohyl, Ph.D.
Orientador

Prof. Miguel Angel Verdinelli, Dr.

Prof. Roberto Meurer, Dr.

Prof. Wesley Vieira da Silva, Dr.

DEDICATORIA

Aos meus pais, Pedro e Eudócia, pelo afeto e por todos os ensinamentos recebidos.

À minha esposa Berenice, companheira de todos os momentos, e ao nosso filho Daniel Henrique, pela paciência e compreensão que tiveram em todas as horas de ausência.

AGRADECIMENTOS

Quero expressar minha gratidão especial ao professor Robert Wayne Samohyl, pela orientação, incentivo e permanente apoio ao desenvolvimento desta dissertação, e ao professor Wesley Vieira da Silva pela prestatividade, por seus comentários e participação no desenvolvimento deste trabalho já nos seus primórdios, em 1999.

Agradeço o apoio recebido do Centro de Informática e Automação de Santa Catarina (CIASC), aos membros da diretoria colegiada, e em especial a todos os colegas da Gerencia de Solução em Finanças (GESFI), pela compreensão e apoio no decorrer das atividades acadêmicas.

Deixo registrado o meu sincero agradecimento às pessoas a quem recorri durante a preparação deste trabalho: professor Miguel Angel Verdinelli, Edson M. L. Soares Ramos, Rubson Rocha e Andréa Cristina Konrath pelas sugestões feitas, e a todos os amigos do núcleo de qualimetria.

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS.....	XI
NOMENCLATURA	XII
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 ASPECTOS GERAIS DO TRABALHO.....	1
1.2 A IMPORTÂNCIA DO TRABALHO	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 <i>Geral</i>	4
1.3.2 <i>Específicos</i>	5
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	5
1.5 AS LIMITAÇÕES DO TRABALHO	6
2 O IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS	7
2.1 INTRODUÇÃO.....	7
2.2 HISTÓRICO.....	7
2.3 INCIDÊNCIA	9
2.4 BASE DE CÁLCULO E ALÍQUOTAS	10
2.5 NÃO INCIDÊNCIA	12
2.6 BENEFÍCIOS FISCAIS NO ICMS.....	13
2.7 ESTUDOS DE PREVISÃO DO ICMS	15

3	MODELOS DINÂMICOS E A ABORDAGEM GERAL PARA ESPECÍFICO.....	17
3.1	ANÁLISE ECONOMETRICA E MODELOS DINÂMICOS	17
3.2	ABORDAGEM GERAL PARA ESPECÍFICO	18
3.3	MARGINALIZAÇÃO	21
3.4	CONDICIONAMENTO	22
3.5	ANÁLISE DA ORDEM DE INTEGRAÇÃO	23
3.5.1	<i>Estacionaridade</i>	23
3.5.2	<i>Raízes unitárias</i>	23
3.6	REPARAMETRIZAÇÃO	24
3.6.1	<i>Co-integração e Mecanismo de Correção de Erros</i>	25
3.6.2	<i>Processo de redução</i>	27
3.6.3	<i>Testar a má-especificação do modelo</i>	28
3.6.4	<i>Verificar a constância dos parâmetros</i>	29
3.7	ESTIMAÇÃO.....	30
3.7.1	<i>Abrangência (Encompassing)</i>	30
3.8	SÍNTESE DE ABORDAGEM	31
4	ANÁLISE EMPÍRICA.....	34
4.1	OS DADOS	34
4.1.1	<i>Arrecadação do ICMS</i>	34
4.1.2	<i>Dados para formação do modelo econométrico</i>	36
4.2	APLICAÇÃO DA ABORDAGEM GERAL PARA ESPECÍFICO.....	39
4.2.1	<i>Resultados do teste de raízes unitárias</i>	40
4.2.2	<i>Marginalização e condicionamento</i>	42
4.2.3	<i>Resultados do teste de co-integração</i>	44

4.2.4	<i>Reparametrização e estimação</i>	46
4.2.5	<i>Testes de especificação</i>	48
4.3	PREVISÕES E COMPARATIVO COM O MODELO ATUAL	50
4.3.1	<i>Previsão dentro do intervalo da amostra</i>	50
4.3.2	<i>Previsão fora do intervalo da amostra</i>	51
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
5.1	CONCLUSÕES GERAIS	54
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
	ANEXOS	62

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo central verificar a possibilidade de melhorar as previsões mensais do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) a ser arrecadado pelo Estado de Santa Catarina. Para tanto, será utilizado um modelo de regressão dinâmica baseando-se nos conceitos de co-integração e modelos de correção de erros. Emprega-se a abordagem geral para específico sugerida pela *London School of Economics* (LSE).

Foram analisadas diversas séries de dados e selecionadas para o modelo final: o faturamento da indústria, consumo de energia elétrica e consultas ao serviço de proteção ao crediário (SPC). No processo de escolha das variáveis, foram utilizados testes de causalidade de Granger e análise das equações de longo prazo.

Os resultados obtidos, tanto para previsões dentro da amostra quanto fora do período amostral foram muito satisfatórios, indicando que o uso deste modelo pelo setor financeiro da Secretaria Estadual da Fazenda fornecerá valores mais adequados para o processo de tomada de decisão e melhoria no planejamento orçamentário.

Palavras-chave: Co-integração, previsão, geral para específico, icms.

ABSTRACT

The main objective of this dissertation is to verify the possibility to improve the monthly forecasts of the Value Added Taxes on sales and services (ICMS) to be collected by the State of Santa Catarina. Therefore, a model of dynamic regression will be used relying on conceptions of cointegration and error correction models, utilizing the general to specific approach suggested by London School of Economics (LSE).

Different data series were selected and analysed for the final model profits of the industry, electric energy consumption and consultations to the Credit Service Protection (SPC). In the process of choice of variables, Granger's test of causality and analysis of equations at long term, were used.

The results were satisfactory for the forecasts either inside or outside of the period sample, indicating that the utilization of this model by the Budget Department of the State of Santa Catarina will provide more suitable values to make decisions and better budgetary plans .

Key words: Cointegration, forecasting, general to specific, icms

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Síntese da abordagem (extraído de PAQUET, 2001)	32
Figura 4.1 - Comportamento da arrecadação do ICMS em SC.....	35
Figura 4.2 - Participação dos grandes setores econômicos na composição do ICMS	36
Figura 4.3 – Comportamento das séries ICMS, INDU, ELET, GASO Período: jan/1995 a dez/2001.....	38
Figura 4.4 – Comportamento das séries OLEO, CIME, SPC, INA Período: jan/1995 a dez/2001.....	39
Figura 4.5 – Comportamento da primeira diferença das séries DLicms, DLindu, DLelet, DLgaso	41
Figura 4.6 – Comportamento da primeira diferença das séries DLoleo, DLcime, DLspc, DLina.....	42
Figura 4.7 – Ajustamento da série DLicms e previsões para o ano de 2001....	49
Figura 4.8 – Análise dos resíduos	49
Figura 4.9 – Teste de Chow, ponto de quebra	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Teste de Raízes Unitárias (ADF) para as variáveis em nível e primeiras diferenças ¹	40
Tabela 4.2 - Modelando Licms por OLS.....	43
Tabela 4.3 - Resultados do teste de causalidade de Granger.....	43
Tabela 4.4 - Modelando Licms por OLS.....	44
Tabela 4.5 - Teste de Raízes Unitárias (ADF) nos resíduos da equação de longo prazo	45
Tabela 4.6 - Modelando DLicms por OLS	47
Tabela 4.7 – ICMS valores realizados e previstos para o ano de 2001.	51
Tabela 4.8 – ICMS valores realizados e previstos para o ano de 2002.	52

NOMENCLATURA

ADF – Teste Dickey Fuller Aumentado

ARCH – Heterocedasticidade Condicional Autoregressiva

ARIMA – Modelo Integrado Auto-Regressivo Médias Móveis

ARMA – Modelo Auto-Regressivo Médias Móveis

CIME – Variável usada para designar consumo aparente de cimento

DF – Teste Dickey Fuller

DGP – Processo Gerador dos Dados

DW – Teste de Durbin-Watson

ECM – Variável usada para designar o mecanismo de correção de erros

ELET – Variável usada para designar consumo de energia elétrica

EPAM – Erro Percentual Absoluto Médio

GASO – Variável usada para designar consumo de gasolina automotiva

HQ – Critério de Hannan-Quinn

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

INDU – Variável usada para designar faturamento da indústria

INA – Indicador Nacional de Atividade

LRF – Lei de Responsabilidade Fiscal

LSE – *London School of Economics*

MCE – Mecanismo de Correção de Erros

NBM – Nomenclatura Brasileira de Mercadorias

OLEO – Variável usada para designar consumo de óleo diesel

OLS – Método de estimação por mínimos quadrados ordinários

RESET – Teste para verificar má especificação na forma funcional

RLS – Método dos mínimos quadrados recursivos

SC – Critério de Schwarz

SPC – Serviço de Proteção ao Crediário

SEF-SC – Secretaria de Estado da Fazenda de Santa Catarina

UF - Unidade da Federação

“Because of the things we don’t know (that) we don’t know, the future is largely unpredictable. But some developments can be anticipated or at least imagined, on the basis of existing knowledge”.

Maxime Singer, “Thoughts of a Nonmillenarian” (*Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 1997, 51, 2, p. 39).

CAPÍTULO I:

1 INTRODUÇÃO

1.1 Aspectos Gerais do Trabalho

Criado em 1967, o ICM (Imposto de Circulação de Mercadorias) apresentava-se como um imposto nacional com alíquotas intra e interestaduais fixadas pelo Senado Federal. Com a reforma constitucional de 1988, o ICM teve sua base de incidência ampliada, com a incorporação dos impostos únicos preexistentes e dos tributos sobre serviços, passando a ser denominado ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), atribuiu-se competência a cada Estado para fixar autonomamente as alíquotas do seu principal imposto, representando praticamente 90% da arrecadação estadual.

Nesse contexto a utilização de previsões faz parte do processo de tomada de decisão em qualquer organização. Quanto mais acertadas forem estas previsões melhor será a administração dos recursos disponíveis. No caso da administração pública estadual, a melhoria no planejamento da arrecadação terá reflexos na elaboração orçamentária, que é desenvolvida nos meses de junho e julho para realizar-se no ano seguinte.

Durante muitos anos, as previsões elaboradas pela Secretaria de Estado da Fazenda de Santa Catarina (SEF-SC), basearam-se em métodos simples

de médias móveis, gerando estimativas com elevada margem de erro¹ nas previsões². Visando melhorar os valores previstos e formalizar um método com bases estatísticas, foi elaborada uma pesquisa comparando-se o método de previsão empregado com outros modelos uni-variados extrapolativos. Corvalão (1999), sugere como uma opção mais viável o emprego do modelo auto-regressivo e de médias móveis, ou seja um ARMA(1,1). Sendo este o modelo utilizado desde o final de 1999.

O emprego de modelos econométricos, visando à elaboração de previsões, tem sido alvo de muitas pesquisas nas últimas duas décadas. Fildes (1985, p. 28), traz uma extensa exposição do tema e comenta as conclusões dos trabalhos de Armstrong (1985), que compara a performance das previsões dos modelos econométricos e dos modelos extrapolativos: “colocados juntos, seus resultados mostram que os métodos econométricos são mais acurados que os métodos extrapolativos, seja para o curto prazo quanto para o longo prazo”.

É importante notar a importância dos modelos econométricos para uma análise mais ampla do problema em estudo. “A utilização de um modelo macroeconômico não se restringe à geração de previsões. Pode ser utilizado, também, para compreender o funcionamento da economia, ou seja, como as diferentes variáveis se inter-relacionam, ilustrando quantitativamente as suas influências”. (Meurer, 1999).

¹ Para efeitos de comparação, neste trabalho empregamos o EPAM (erro percentual absoluto médio), cuja formulação matemática encontra-se no anexo I.

² O valor do EPAM ultrapassava 12% para previsões anuais conforme Corvalão (1999).

1.2 A Importância do Trabalho

Após a aplicação dos procedimentos univariados, citados anteriormente, na previsão da arrecadação do ICMS em Santa Catarina obtendo com isso bons resultados, esta pesquisa busca elaborar um modelo mais abrangente que permita melhorar as previsões do referido imposto. Conforme Hendry *et al.* (1984 p. 1043): "modelos econométricos que não ajustam melhor que processos univariados de séries temporais têm ao menos má especificação dinâmica, e se não prevêm melhor, devem ser altamente suspeitos para simulações política".

Outra questão que esta pesquisa contempla é a exigência de se efetuar previsão de receitas pela Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) por parte dos poderes federal, estadual e municipal. Em seu artigo 12 a LRF exige a apresentação de relatórios específicos com previsão de receitas bem como a descrição do método empregado para sua confecção, mas a referida Lei não indica um método para este fim, limitando-se a sugerir o uso dos dados de arrecadação dos últimos três anos.

Além dos benefícios para o planejamento financeiro que advêm de boas previsões de receitas, outro ponto importante a salientar é o provável ganho que o Estado terá em futuras compras. Devido ao fato de freqüentemente ocorrer atraso nos pagamentos por parte do Estado a seus fornecedores, motivado por erros nas previsões da arrecadação. Os técnicos da secretaria da administração estimam que os preços cotados nas licitações públicas são majorados em até 10%. Com um melhor planejamento, baseado

em previsões mais acertadas, e conseqüente melhoria na capacidade de honrar seus compromissos, espera-se que diminua este custo associado ao risco de não pagamento. Somente os valores relativos a licitações envolvendo compra de materiais nos últimos dois anos ultrapassam a quantia de três milhões de reais por ano.³

Após as constatações anteriores, pode-se então justificar o tema da pesquisa, procurando responder à seguinte indagação:

“É POSSÍVEL COM O EMPREGO DE MODELOS DINÂMICOS MELHORAR A PREVISÃO DA ARRECADAÇÃO DO ICMS EM SANTA CATARINA?”.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Propor um modelo dinâmico para a previsão da arrecadação do ICMS em Santa Catarina, empregando a abordagem geral para específico, também conhecida como LSE (*London School of Economy*) que tem sido largamente empregada em trabalhos empíricos nas duas últimas décadas.

³ Ver Anexo I para dados de compras por licitação nos últimos três anos em Santa Catarina.

1.3.2 Específicos

- ◆ Analisar o relacionamento do ICMS com os dados de diversos setores da economia catarinense;
- ◆ Revisar a literatura referente aos modelos dinâmicos com o emprego da abordagem geral para específico;
- ◆ Correlacionar a evolução da arrecadação do ICMS com fatos marcantes ocorridos no período.

1.4 Estrutura do Trabalho

A pesquisa proposta está estruturada em cinco capítulos, os quais descritos a seguir:

- ◆ Capítulo I: é apresentado o tema abordado, as justificativas para a escolha do mesmo, os objetivos a serem alcançados e as limitações destes;
- ◆ Capítulo II: apresentado a revisão bibliográfica dos assuntos pertinentes ao tema principal da dissertação. Através desta revisão procura-se apresentar as características do ICMS, seu desenvolvimento histórico e outros estudos acerca de previsão do referido imposto;
- ◆ Capítulo III: Apresenta a revisão bibliográfica da abordagem geral para específico em modelos econométricos dinâmicos;

- ◆ Capítulo IV: traz a análise empírica da modelagem;
- ◆ Capítulo V: é reservado para as conclusões e para a proposição de possíveis extensões a este trabalho.

1.5 As Limitações do Trabalho

- ◆ Inexistência de um indicador de produtividade econômica para o Estado de Santa Catarina com periodicidade mensal, uma vez que o Estado não dispõem de tal indicador;
- ◆ Poucas fontes de dados representativos dos setores comercial e de serviços, já que no universo pesquisado não foram encontrados dados relativos a tal setor;

CAPÍTULO II

2 O IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS

Neste capítulo são apresentadas as características gerais do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), um breve histórico, os itens que incide a tributação, os casos de não-incidência, valores de alíquotas e benefícios fiscais que podem ser aplicados ao referido imposto. Por fim são revistos diversos trabalhos envolvendo previsão do ICMS no Brasil.

2.1 Introdução

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) apresenta-se no Brasil como um tributo compulsório, atinente ao consumo que os Estados arrecadam para o custeio de suas atividades visando o bem comum: saúde pública, higiene, segurança, ordem, entre outras.

2.2 Histórico

Com a Primeira Grande Guerra, a história presenciou o início de uma revolução na estrutura da tributação, que até então era constituída quase que em sua totalidade por impostos incidentes sobre o patrimônio. Nesse período foram instituídos os primeiros tributos incidentes sobre o consumo, na França e na Alemanha.

O Brasil foi também um dos primeiros países a tributar o consumo, mediante o “Imposto sobre Vendas Mercantis”, instituído pela lei federal nº 4.625, de 31 de dezembro de 1922, de competência da União, era imposto federal. A Constituição de 1934 estendeu a incidência do “Imposto sobre Vendas Mercantis” às operações de consignações mercantis. Estava criado, então, o “*Imposto sobre Vendas e Consignações - IVC*”, que passou a ser cobrado a partir de 1936, quando entrou em execução a discriminação de rendas da Lei Maior de 1934. Pela constituição de 1937, a arrecadação passou a ser de competência dos Estados.

Em 1965, o IVC foi substituído pelo *Imposto sobre a Circulação de Mercadorias - ICM*, incorporando a não cumulatividade das incidências, através da possibilidade jurídica de abater-se em cada operação mercantil o valor do tributo pago na operação anterior apurado pela confrontação de débitos e créditos. Débitos quando da saída de mercadorias e créditos relativos a sua entrada no estabelecimento do contribuinte.

Na atual Constituição, o ICM sofreu alterações substanciais: “com uma importante ampliação do limite material deste imposto, passando a incidir sobre minerais, lubrificantes, combustíveis líquidos e gasosos e energia elétrica” (ICHIHARA, 1997), e mudou o nome do imposto de ICM para ICMS, ou seja, Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

O ICMS apresenta-se como principal fonte de receita dos Estados. O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, que é competência dos Estados e do Distrito Federal, tem sua base legal no art. 155, I, b, da

Constituição Federal de 1988, que também estabeleceu limitações a essa competência, fixando os princípios norteadores da atividade tributária.

2.3 Incidência

O imposto incide no momento da saída da mercadoria do estabelecimento ou no ato da prestação do serviço, sendo não cumulativo, isto é, podendo ser compensado através do crédito obtido quando da entrada de bens de produção e/ou produtos destinados à comercialização.

O princípio da não-cumulatividade consiste em, para efeito de apuração do tributo devido, deduzir-se do imposto incidente sobre a saída de mercadorias o imposto já cobrado nas operações anteriores relativamente à circulação daquelas mesmas mercadorias ou às matérias-primas necessárias à sua industrialização.

A Lei Complementar 87, de 13 de setembro de 1996, que dispõe sobre as normas gerais do ICMS, considera que qualquer movimentação de bens, independentemente da relação comercial que exista, implica na ocorrência de um fato gerador, desde que o agente possa ser considerado contribuinte do imposto. Assim, várias operações realizadas por estes contribuintes podem ser tributadas, mesmo que não estejam vinculadas a transações comerciais.

O art. 2º, da referida Lei, trata de explicitar as situações necessárias e suficientes para autorizar a cobrança do imposto, enquadrando nos tipos legais previsto. O princípio da tipicidade cerrada no Direito Tributário exige não só a descrição legal do fato, mas também a subsunção do fato, do seu conceito, ao

conceito legal previsto na norma de incidência para que possa surgir a obrigação jurídica concreta.

As principais incidências são:

- ◆ operações relativas à circulação de mercadorias;
- ◆ recebimento de mercadorias, destinadas ao consumo ou integração ao ativo permanente, oriundas de outra Unidade da Federação;
- ◆ sobre mercadorias importadas do exterior;
- ◆ sobre a entrada, no território do Estado destinatário, de petróleo, inclusive lubrificantes e combustíveis líquidos e gasosos dele derivados, e energia elétrica, quando não destinados à comercialização ou a industrialização, decorrentes de operações interestaduais, cabendo o imposto ao Estado onde estiver localizado o adquirente;
- ◆ no caso de serviços ele incide: “prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal [...] na prestação onerosa de serviços de comunicação [...] e no fornecimento de energia elétrica” (VIANA NETO, 1997).

2.4 Base de cálculo e alíquotas

As alíquotas apresentam-se como o percentual de carga específica que se lançará sobre o valor (base de cálculo); que tem relação com o ato/fato que gerou a obrigação tributária.

O ICMS é um tributo que possui uma razoável diferenciação de alíquotas. No antigo ICM, existia um sistema de alíquotas que variavam de

acordo com a destinação dos bens, relativamente aos Estados da Federação. A operação sofria incidência diversa, se fosse realizada dentro do mesmo Estado ou efetuada com contribuinte localizado em outra Unidade da Federação (UF).

Com o novo tributo, redefinido pelas novas regras constitucionais, foi acrescentada a seletividade, isto é, a possibilidade de onerar diferencialmente os produtos e serviços, em função de sua essencialidade.

Existe um grupo de produtos e serviços que suporta uma alíquota mais elevada, e tomando alguns exemplos pode-se verificar que se tratam de situações onde os bens são considerados como supérfluos ou de serviços concedidos para consumidores finais: jóias, perfumes, bebidas, serviços de telecomunicação, entre outros. De outro lado, encontram-se produtos e serviços de primeira necessidade (cesta básica), energia elétrica rural, e, ainda outros casos, onde por interesse político se busca incentivar setores ou produtos - informática, biotecnologia.

Algumas outras situações merecem destaque - as operações e prestações provenientes do exterior são oneradas com a alíquota interna. O mesmo ocorre quando o destinatário dos bens ou serviços se localiza em outra UF e pode ser classificado como consumidor final não contribuinte do ICMS.

A parcela do imposto a ser paga terá como base o valor da operação comercial ou o preço da prestação do serviço. Conforme Viana Neto (1997): “A base de cálculo do imposto corresponde à totalidade dos elementos econômicos ínsitos à operação de circulação de mercadoria ou prestação de serviços e representáveis em moeda”.

A alíquota será de:

17 % - para operações internas e prestação de serviços de comunicação realizadas no Estado, energia elétrica, urbana e rural;

13% - nas operações ou prestações que destinem mercadorias ao exterior;

12% - nas operações interestaduais, transportes interestaduais e intermunicipais, energia elétrica a produtor rural e outros, e nas operações com produtos da cesta básica;

25% - Operações com energia elétrica, prestação de serviço de comunicação, operações com gasolina automotiva e álcool carburante. Operações internas, inclusive importações e outros materiais classificados na NBM (Nomenclatura Brasileira de Mercadorias), como armas e munições, bebidas alcoólicas, fumo, jóias, entre outros.

2.5 Não incidência

Existem diversas situações nas quais mesmo ocorrendo comercialização de mercadorias ou prestação de serviços, não haverá incidência do imposto. Viana Neto (1997), distingue a não-incidência em duas espécies: “uma constitucional e outra legal. A constitucional conhecida como imunidade tem sentido amplo [...] com casos previstos na constituição. A não-incidência legal compreende aquelas criadas através de normas infraconstitucionais”. O autor ainda coloca que:

As não-incidências explicitadas nas leis tributárias devem ser entendidas necessariamente como meramente exemplificativas em razão do princípio tributário da tipicidade cerrada (art. 150, I, da CF). Não havendo previsão legal de todos os elementos de incidência da norma tributária sobre determinado fato ou situação, este, configura-se como uma não-incidência cuja explicitação na norma tributária é dispensável.

As principais não-incidências:

- ◆ operações com livros, jornais, periódicos e o papel destinado a sua impressão;
- ◆ operações e prestações que destinem mercadorias ao exterior;
- ◆ operações com ouro, quando definido em Lei como ativo financeiro;
- ◆ operações interestaduais relativas a energia elétrica e petróleo;
- ◆ operações relativas a mercadorias que tenham sido ou que se destinem a serem utilizadas na prestação, pelo próprio autor da saída;
- ◆ operações de qualquer natureza que decorra a transferência de propriedade de estabelecimento industrial, comercial ou de outra espécie;
- ◆ operações de arrendamento mercantil.

2.6 Benefícios fiscais no ICMS

Os benefícios fiscais no ICMS são concedidos de acordo com acertos realizados entre as unidades federativas. São situações onde o pagamento do

imposto fica dispensado, diminuído, postergado ou suspenso. Para cada respectivo caso apresentam-se as figuras tributárias das isenções, das reduções da base de cálculo, dos diferimentos e das suspensões. Os setores beneficiados são muitos, destacando-se o setor primário e outros que se tornam objeto de políticas econômicas e sociais.

A figura tributária da isenção apresenta-se como o tratamento mais benéfico e em sua maioria se destinam aos setores e mercadorias de cunho social. Geralmente são vigentes apenas para as operações que ocorram dentro do próprio Estado e são concedidas para as operações de consumo final ou para toda a cadeia de comercialização, de forma a evitar que a tributação normal em etapas posteriores anule o tratamento isencional.

O benefício da suspensão é uma simples dispensa de pagamento do imposto numa operação intermediária. Neste tratamento se pressupõe sempre que a mercadoria ou bem retornará ao local de saída, para ser posteriormente comercializada efetivamente. As suspensões, ao contrário dos demais benefícios, ocorrem muitas vezes também no caso de operações interestaduais.

No caso do diferimento, o pagamento do imposto apenas fica postergado para o momento em que ocorrer uma saída posterior da mercadoria beneficiada. O imposto é então recolhido integralmente de forma englobada com o da operação seguinte.

2.7 Estudos de previsão do ICMS

Para efeitos de previsão do ICMS, além do trabalho citado anteriormente (CORVALÃO, 1999), para o Estado de Santa Catarina, baseado em modelos unidimensionais extrapolativos, encontram-se os seguintes:

- ◆ Arraes e Chumvichitra (1996), fizeram uma aplicação de modelos unidimensionais autoregressivos para o Estado do Ceará, utilizando dados trimestrais, obtendo um erro percentual absoluto médio de 3,5%;
- ◆ Ferreira (1996), em sua dissertação de mestrado, emprega além de modelos unidimensionais, função de transferência para a previsão do ICMS no Estado do Ceará no período de 1970 a 1995. Apresentou um erro percentual absoluto médio de 4,8%;
- ◆ Coccaro (2000), faz comparação das previsões usando redes neurais, modelo estrutural e modelo unidimensional ARIMA no Estado do Rio Grande do Sul, usando dados mensais de janeiro de 1981 a junho de 1999. Na melhor situação obteve um erro percentual absoluto médio de 3,85% com redes neurais;
- ◆ Silveira (2000), utilizou modelo unidimensional ARIMA na previsão do ICMS em Goiás, valendo-se de dados mensais de janeiro de 1995 a dezembro de 1999. Apresentou previsões fora da amostra para um período de três meses nos setores ação fiscal (EPAM = 5,65%) e dívida ativa (EPAM = 25,36%);

- ◆ Bernardo (2001) empregou técnicas econométricas para previsão do ICMS no Estado de Roraima, não reportou o critério de acurácia para as previsões efetuadas.

Exceto o trabalho de Silveira (2000), que apresenta valores de previsão fora da amostra, os demais mostraram seus resultados de adequação do modelo com previsões feitas dentro do período amostral¹, tomando o último ano para as comparações.

Após esta visão geral sobre o ICMS e das propostas para formulação de um modelo de previsão da arrecadação deve-se analisar a viabilidade do emprego de modelos multivariados para melhorar a eficiência das previsões. O próximo capítulo apresenta as características dos modelos dinâmicos bem como os passos envolvidos na sua utilização.

¹ Nas previsões dentro do período da amostra, todos os valores das variáveis dependentes e independentes são conhecidos e participam da avaliação do modelo previsto (ajustamento econométrico). Previsão fora do período amostral prediz valores da variável dependente baseado no período da estimação, usando valores para as variáveis explanatórias que podem ou não ser conhecidas.

CAPÍTULO III

3 MODELOS DINÂMICOS E A ABORDAGEM GERAL PARA ESPECÍFICO

Neste capítulo é efetuada uma revisão dos modelos dinâmicos e a sua utilização na análise econométrica. Na seqüência é apresentada a abordagem geral para específico com ênfase nos procedimentos para sua utilização. O capítulo é encerrado com uma síntese da respectiva abordagem.

3.1 Análise econométrica e modelos dinâmicos

De acordo com o trabalho de Fildes (1985), citado anteriormente, que recomenda o uso de modelos econométricos para elaboração de previsões mais ajustadas. Estes modelos, usualmente, compreendem sistemas de relacionamento entre variáveis de interesse, onde os relacionamentos são estimados a partir dos dados disponíveis. “Modelos econométricos são apenas uma das diferentes formas de caracterizar a economia ou um sistema comportamental” (FILDES, 1985).

O que é necessário para realizar uma análise econométrica?

- ◆ Teoria econômica;
- ◆ Dados estatísticos;
- ◆ Algum método que permita expressar a teoria econômica a partir dos dados estatísticos;

- ◆ Uma *metodologia* que diga como aplicar os métodos de estimação aos dados estatísticos, e como avaliar se tal procedimento foi bem sucedido.

A metodologia econométrica pode ser definida como um conjunto de métodos ou práticas que definem o que é um bom modelo e como encontrá-lo. Uma classe muito importante na análise econométrica são os modelos dinâmicos, de acordo com Gujarati (2000, p. 488): “estes modelos consideram explicitamente o comportamento de uma variável no decorrer do tempo”, e se apresentam no seguinte formato:

$$Y_t = \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_m X_{t-m} + \delta_1 Y_{t-1} + \delta_2 Y_{t-2} + \dots + \delta_m Y_{t-m} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

Onde Y representa a variável independente e X o conjunto das variáveis que ajudam a explicar o comportamento da variável Y e o operador m indica a quantidade defasagens empregadas no modelo.

3.2 Abordagem Geral para Específico

Desenvolvida de acordo com a tradição econométrica da LSE (*London School of Economics*), a partir das pesquisas de Sargan na década de 60, e Davidson, Mizon e principalmente pelos inúmeros ensaios publicados por

Hendry a partir dos anos 70, tem obtido enorme influência na econometria aplicada¹.

É uma abordagem baseada num processo de redução sucessiva de um modelo econométrico geral, começando de um modelo estatístico dinâmico geral, que captura as características essenciais do conjunto de dados. O ponto de partida deve ser um modelo dinâmico com uma ordem de defasagem grande o suficiente para incluir a defasagem verdadeira das variáveis e deve-se tentar evitar durante as reduções, a perda de informações importantes. Testes são usados para reduzir a complexidade do modelo, eliminando-se variáveis estatisticamente não significantes, checando a validade da redução a cada estágio para garantir a congruência do modelo selecionado. As simplificações do modelo geral são conduzidas através de uma série de transformações e reduções.

Durante as simplificações, os modelos estimados devem atender aos seguintes critérios, conforme assinalados por Gilbert (1996):

- a) coerência dos dados, observando se o modelo cumpre com as suposições básicas como não autocorrelação nos resíduos, homocedasticidade, etc.;
- b) validade do condicionamento, durante as simplificações das variáveis explicativas que devem apresentar características exógenas;
- c) exibir constância dos parâmetros;
- d) critério de admissibilidade, já que os valores estimados devem ter sentido, ;por exemplo, que não se obtenham valores extremos para as elasticidades;

¹ Para mais detalhes do método verificar Hendry et al. (1984) e Charemza e Deadman (1997).

- e) consistência com a teoria, revisar os sinais, a magnitude dos coeficientes, observando se os valores estimados são congruentes com a teoria postulada e, em geral, com a teoria econômica;
- f) um modelo só será considerado adequado se abranger (*encompassing*) os resultados dos modelos rivais.

O enfoque de Hendry está baseado no conceito do processo gerador de dados (DGP), “que representa uma sentença totalmente geral da distribuição de probabilidade conjunta de todas as variáveis” (CUTHBERTSON et al., 1992). Se X_t é o vetor de observações de todas as variáveis no período t , e se $X_{t-1} = x_1, \dots, x_{t-1}$, então, a probabilidade conjunta da amostra x_t , ou seja o DGP, pode ser escrita da seguinte forma:

$$\prod_{t=1}^T D(x_t / X_{t-1}; \Theta) \quad (3.2)$$

onde Θ é um vetor dos parâmetros desconhecidos. Esta função abrange tudo que as variáveis podem explicar, mas ao mesmo tempo é demasiadamente genérico.

A modelagem em econometria para Hendry consiste então em simplificar este DGP, de tal maneira que se tenha uma forma estimável. Hendry e Richard (1982), descrevem o processo de simplificação nos seguintes passos: Marginalização, condicionamento, reparametrização, estimação e diagnóstico; posteriormente Pagan (1990), sugere que os passos da

abordagem devam ser precedidos pela análise da ordem de integração (e de co-integração) das variáveis estudadas.

3.3 Marginalização

Envolve o processo de selecionar um sub-conjunto dentre as “variáveis de interesse” que compõem o conjunto de dados disponíveis para o problema em estudo, ou seja, separar do DGP as variáveis que não interessam, de acordo a teoria econômica. A intenção é obter sub-modelos condicionais sugeridos pela teoria econômica. Portanto, particionando-se x_t' em $(y_t' z_t')$ e fatorando as densidades de dados $D(x_t / X_{t-1}; \Theta)$ e a função de verossimilhança, resulta em:

$$D(x_t | X_{t-1}; \Theta) = A(W_t | X_t : \alpha) B(Y_t | Y_{t-1}, Z_t : \beta) \times C(Z_t | Y_{t-1}, Z_{t-1} : \gamma) \quad (3.3)$$

o primeiro componente, A , especifica a partir da determinação de W quais as variáveis que não interessam, como uma função de todas as variáveis X_t . O segundo termo B dá as variáveis endógenas de interesse. Y_t , como uma função de valores defasados de Y e as variáveis exógenas Z_t . O termo final C , dá a determinação das variáveis Z_t , como uma função das variáveis exógenas e endógenas defasadas.

3.4 Condicionamento

Das variáveis de interesse, deve-se selecionar aquelas que serão endógenas, isto é, “condicionadas” ou determinadas pelas variáveis restantes de interesse, as exógenas. Para isto, se definem três tipos de exogeneidade, fraca, forte e super exogeneidade, para que o condicionamento seja válido as variáveis independentes devem ser ao menos fracamente exógenas, Ericsson et al. (1990) conceituam:

As variáveis Z_t são exógenas fracas para determinados parâmetros de interesse se: a) tais parâmetros dependem exclusivamente dos parâmetros do modelo condicional e b) os parâmetros dos modelos condicional e marginal não estão sujeitos a restrições conjuntas.

Em econometria a exogeneidade fraca é o suficiente para realização de análises estruturais. Para a elaboração de previsões válidas de Y_t do modelo condicional, exige-se que as variáveis envolvidas apresentem mais que a exogeneidade fraca.

No mesmo texto de Ericsson et al. (op. cit.), reporta as pesquisas de Engle, Hendry e Richard em 1983, onde apresenta também as formas de exogeneidade forte e super exogeneidade. No caso da primeira, as variáveis já devem ser exógenas fracas, o que leva Y_t não causar Z_t , no sentido de Granger. “Em geral, exogeneidade fraca é tudo que se necessita para a estimação e os testes, exogeneidade forte é necessário para previsões e super exogeneidade para simulações políticas” (CUTHBERTSON et al., 1992).

3.5 Análise da ordem de integração

3.5.1 Estacionaridade

Uma série temporal é dita estacionária quando sua média, variância e covariância são independentes no decorrer do tempo. O conceito de estacionaridade é de particular importância para o pesquisador empírico porque, em geral, os resultados da teoria econométrica clássica são derivadas do pressuposto de que as variáveis de interesse são estacionárias.

Como a maioria das séries econômicas são não-estacionárias, é preciso que as séries, por meio de transformações, tornem-se estacionárias. “Contudo, elas podem ser transformadas e induzidas à estacionaridade por meio do procedimento padrão, que é o de tomar suas diferenças de ordem n ” (DA SILVA et al., 2000). Um processo discreto é integrado de ordem d [ou $I(d)$] se ele deve ser diferenciado d vezes para tornar-se estacionário.

3.5.2 Raízes unitárias

Modelos autoregressivos ajudam a caracterizar a ordem de integração de séries temporais para serem usadas posteriormente na análise de co-integração. Nesta dissertação foram utilizados os testes de Dickey-Fuller (DF) e Dickey-Fuller aumentado (ADF) [Dickey e Fuller (1979 e 1981)], para testar a presença ou não de raiz unitária na série. O objetivo do teste é determinar se na seguinte regressão:

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

o parâmetro b_1 é igual a um (raiz unitária) ou menor que um (série estacionária), sendo ε_t erros aleatórios, independentes e identicamente distribuídos. A hipótese a ser testada é: $H_0: b_1 = 1$ contra a $H_1: b_1 < 1$.

Se o termo de erro ε_t é auto-correlacionado, então (3.4) é modificado pela adição de defasagens e o teste é conhecido como teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

sendo ε_t erros aleatórios, independentes e identicamente distribuídos. A hipótese a ser testada é: $H_0: \beta_1 = 1$ contra $H_1: \beta_1 < 1$. O propósito das defasagens é tornar os resíduos uma variável que tenha comportamento de um ruído branco.

3.6 Reparametrização

Selecionadas as variáveis de interesse, é necessário reparametrizar o modelo para obter variáveis explicativas que sejam interpretáveis em relação ao equilíbrio final, isto implica buscar representações simples do DGP marginalizado e condicionado. Testa-se inicialmente a existência de co-integração entre as variáveis e, caso afirmativo, é possível empregar o Mecanismo de Correção de Erros (MCE) para elaboração de modelos envolvendo expectativas de curto prazo.

3.6.1 Co-integração e Mecanismo de Correção de Erros

A co-integração entre duas variáveis indica que suas médias se movem juntas, se mantendo em equilíbrio ao longo prazo. Se as variáveis que formam o modelo são co-integradas, descrevem uma relação de longo prazo estável.

Um conjunto de variáveis está em equilíbrio de longo prazo quando:

$$\beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_n X_{nt} = 0 \quad (3.6)$$

ou na forma de vetor:

$$\beta' X_t = 0 \quad (3.7)$$

o desvio do equilíbrio de longo prazo pode ser visto como:

$$\varepsilon_t = \beta' X_t \quad (3.8)$$

Se o equilíbrio é significativo, o erro deve ser estacionário. Os componentes do vetor X_t são ditos co-integrados de ordem d , b , expressos por $X_t \sim CI(d, b)$, se:

1. Todos os componentes de X_t são integrados de ordem d .
2. Existe um vetor β tal que a combinação linear $\beta' X_t$ é integrada de ordem $(d - b)$, onde $b > 0$. O vetor β é conhecido como vetor de co-integração.

Se a co-integração pode ser determinada para séries estocásticas, a perda de informação no equilíbrio de longo prazo pode ser capturada no procedimento de correção de erro em nível. O Mecanismo de Correção de

Erros (MCE), expressa que uma proporção do desequilíbrio de um período é corrigida no próximo período.

A existência de um vetor de co-integração permite estimar o MCE para ser utilizado na equação de curto prazo, o que possibilita produzir previsões de curto prazo que são consistentes com as equações de longo prazo derivadas da teoria econômica. Engle e Granger (1987), mostraram que se duas séries de tempo são $I(1)$ e são co-integradas, existe entre elas um MCE tal que:

$$\Delta Y_t = \beta \Delta X_t - \gamma(Y_t - AX_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (3.9)$$

onde ε_t é $N(0, \sigma^2)$. Engle e Granger (op. cit.) têm sugerido um procedimento de dois estágios para a estimação da equação de co-integração e o modelo de correção de erros. No primeiro estágio, é testada a ordem de integração das séries, bem como é estimada a relação de equilíbrio de longo prazo, e também é testada a co-integração entre as variáveis. No segundo estágio, confirmada a existência de uma relação de co-integração entre as séries, os resíduos da regressão de co-integração, que por definição serão estacionários ou $I(0)$, são usados como parte do modelo de correção de erros. Todas as variáveis em que entram MCE são estacionárias ou $I(0)$. Dadas estas condições, o modelo de correção de erros representa uma descrição válida da dinâmica de curto prazo.

De acordo com Engle, Granger e Hallman (1989): “A incorporação de MCE tem sido um fator que melhorou significativamente as propriedades de previsão”.

3.6.2 Processo de redução

Após a seleção do modelo mais geral (com muitas defasagens) procede-se uma pesquisa por um modelo apropriado (parcimonioso), deve-se efetuar uma simplificação do modelo geral baseada nas evidências contidas nos dados através de testes apropriados. Deve-se, portanto, tratar da quantidade de defasagens a serem incorporadas no modelo. A estratégia empregada segue os passos de Samohyl (2000).

A princípio utiliza-se uma grande quantidade de defasagens que possa incluir a dinâmica que representa as variáveis, em seguida vai-se reduzindo o modelo gradualmente através de um processo de teste de restrições nos parâmetros no modelo geral, e impondo as restrições que não podem ser rejeitadas em termos estatísticos.

Para restrição simples de exclusão podemos utilizar o teste t-student padrão. No caso de uma combinação de restrições ou um conjunto de restrições lineares envolvendo mais de um parâmetro deve-se utilizar um procedimento mais geral, o teste mais comumente usado é o teste F-Snedecor CUTHBERTSON (1992).

No processo de redução gradativa utilizam-se os critérios de Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ). Estas medidas escalares servem para escolher entre modelos alternativos no processo de redução o mais indicado.

Os critérios de Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ) são calculados da seguinte forma:

$$SC = \log \sigma^2 + k(\log n) / n \quad (3.10)$$

$$HQ = \log \sigma^2 + 2k(\log(\log n)) / n \quad (3.11)$$

onde:

$$\sigma^2 = 1/n \sum_{j=1}^n \varepsilon_j^2, \quad n = \text{tamanho da amostra e } k = \text{numero de variáveis}$$

explicativas.

3.6.3 Testar a má-especificação do modelo

Após cada redução, diversos testes são empregados para verificar problemas na especificação. No presente trabalho foi utilizado o *software* econométrico PcGive em sua versão 8.0 que provê os seguintes testes:

- ◆ Autocorrelação (AR 1-5) – teste para correlação serial, através de uma regressão auxiliar dos resíduos nas variáveis originais e resíduos defasados. A hipótese nula é de não autocorrelação, que pode ser aceita quando o valor $F_{\text{calculado}} < F_{\text{crítico}}$, em níveis de significância usuais, ou quando p-nível for maior que o nível de significância utilizado;
- ◆ Heterocedasticidade condicional autoregressiva (ARCH) – verifica se os resíduos ε_t^2 do modelo 3.1, são dependentes dos resíduos $\varepsilon_{t-1}^2, \varepsilon_{t-2}^2, \dots, \varepsilon_{t-k}^2$. A hipótese de resíduos quadrados, independentes do modelo 3.1 não será rejeitada quando o valor $F_{\text{calculado}} < F_{\text{crítico}}$, em níveis de significância usuais, ou quando p-nível for maior que o nível de significância utilizado;

- ◆ Normalidade na distribuição dos resíduos, verifica se os resíduos são normalmente distribuídos. Emprega um teste Qui-Quadrado com dois graus de liberdade. A hipótese nula é de normalidade, que não pode ser rejeitada quando valor $\chi^2_{\text{calculado}} < \chi^2_{\text{crítico}}$, em níveis de significância usuais, ou quando p-nível for maior que o nível de significância utilizado;
- ◆ Má-especificação na forma funcional (RESET) – devido à omissão de variáveis pode ocorrer que a forma funcional esteja incorreta. Este teste implica que os resíduos não tenham média zero. A hipótese nula é que não há erro na especificação da forma funcional, que não pode ser rejeitada se o valor $F_{\text{calculado}} < F_{\text{crítico}}$, em níveis de significância usuais, ou quando p-nível for maior que o nível de significância utilizado;

Para mais detalhes dos testes envolvidos e seu funcionamento no software, verificar Doornik e Hendry (1996).

De acordo com De Bem (1998), citando Lütkepohl: “esses critérios baseiam-se em um compromisso entre acurácia e a parcimônia, isto é, procura-se estimar 'bem' a variância residual, porém sem gerar modelos mau especificados”.

3.6.4 Verificar a constância dos parâmetros

O teste para constância dos parâmetros, desenvolvido por Chow (1960), verifica a hipótese de que os coeficientes e a variância residual do modelo permanecem constantes no período de estimação, dado que eles foram

estimados com erro. De acordo com Cuthbertson et al. (1992), a idéia geral do testes de estabilidade dos parâmetros é que nós temos alguns dados conhecidos T_1 , e acredita-se que uma quebra estrutural possa ter ocorrido no modelo. Então, existe a possibilidade que o modelo geral tenha a forma

$$Y_t = B_1' X_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_1^2): t < T \quad (3.12)$$

e

$$Y_t = B_2' X_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_2^2): t < T \quad (3.13)$$

A hipótese nula de que o modelo é estruturalmente estável é $H_0: B_1 = B_2$ e $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$. Isto envolve duas hipóteses separadas $H_0^1: B_1 = B_2$ e $H_0^2: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$.

3.7 Estimação

Efetuada as reduções, os parâmetros desconhecidos na forma funcional assumida devem ser ajustados por um conjunto de valores numéricos estimados.

3.7.1 Abrangência (*Encompassing*)

Abranger modelos rivais, significa dizer que estes não contenham nenhuma informação que poderia ser útil para melhorar o modelo escolhido. Cada modelo empírico que for adequado (congruente) deve ser uma redução

do DGP, isto implica de acordo com Chao (2001), “que pode existir vários modelos que são todos congruentes com o DGP”.

Para selecionar o mais adequado entre os modelos congruentes, os econométristas deverão executar testes de *encompassing* para encontrar o modelo mais parcimonioso. “Um modelo *M1* pode ser dito que abrange outro modelo *M2* se ele pode explicar os resultados do último modelo” (CUTHBERTSON, 1992).

O conceito de “*encompassing*” provê uma base para uma estratégia progressiva, onde qualquer novo modelo abrangente contribui com algo novo para a explicação do fenômeno. “*Encompassing* garante não somente que um modelo baseado em novas percepções melhora o conhecimento existente sobre o fenômeno que está sendo modelado, mas também, que ele não negligencia o conhecimento existente” (ERICSSON et al., 1990).

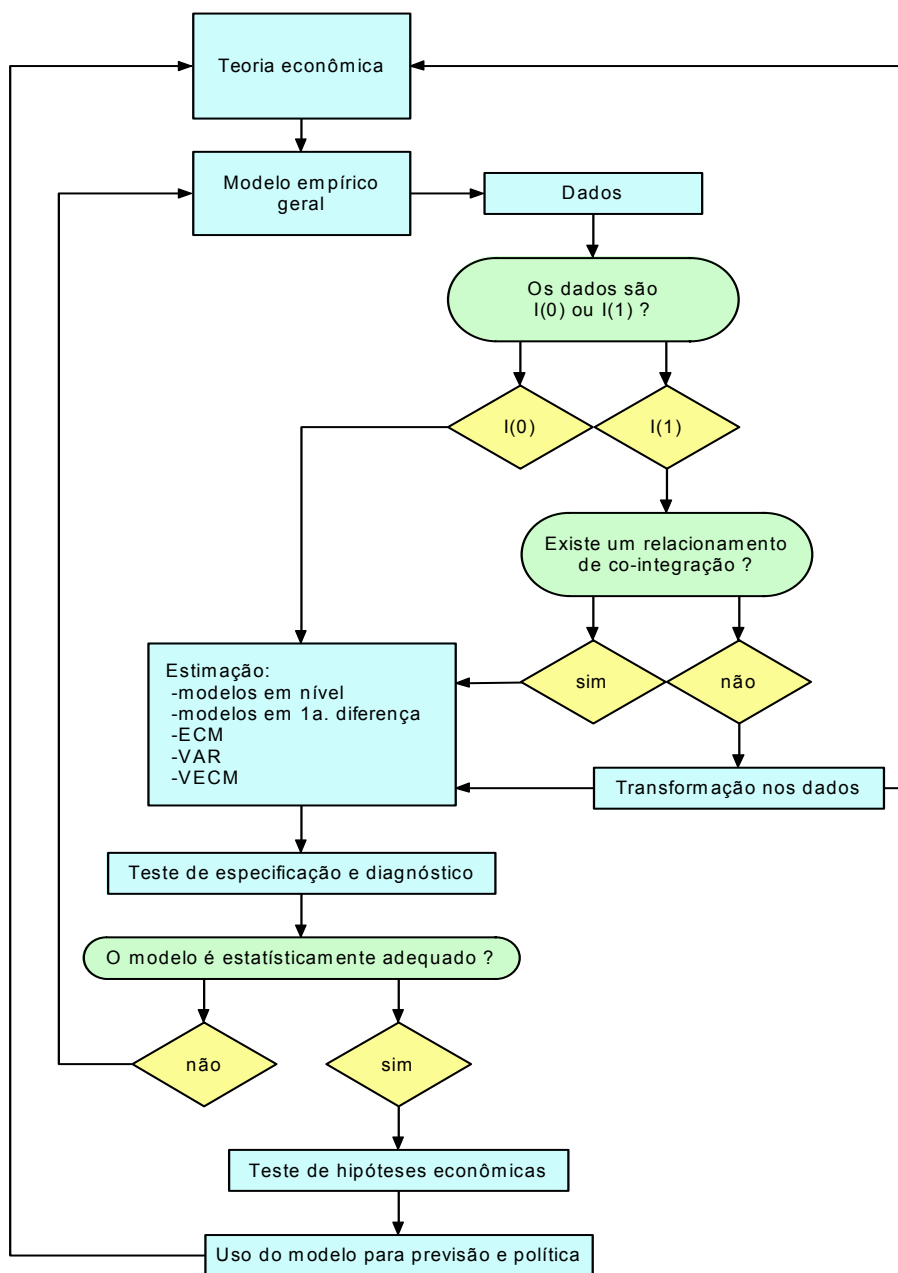
3.8 Síntese de abordagem

O diagrama da Figura 3.1, transcrito de Paquet (2001), apresenta um resumo da abordagem geral para específico e os passos envolvidos. A teoria econômica é empregada para formular de modo correto um modelo empírico dinâmico geral. Então, os dados são examinados para a presença de raízes unitárias.

Se a evidencia sugerir que as variáveis são estacionárias, isto pode influenciar a formulação da especificação a ser estimada. Se alguma ou todas as variáveis são integradas, deve-se testar a presença de co-integração entre

as variáveis. Tal relacionamento de co-integração deve ser levado em conta de um modo ou de outro, na especificação a ser considerada. A ausência de co-integração levará ou a transformar as variáveis numa forma estacionária antes de estimar uma especificação apropriada, ou retornar e pensar seriamente sobre a teoria econômica.

Figura 3.1 – Síntese da abordagem (extraído de PAQUET, 2001)



Os próximos estágios envolvem a aplicação de uma bateria de testes de má especificação para avaliar a adequação estatística do modelo empírico. Se o pesquisador puder confortavelmente argumentar que o modelo tem validade estatística, ele pode prosseguir com a análise econômica do modelo empírico e, se apropriado, usá-lo para previsão ou propósitos políticos. Ou ainda, conforme Ericsson et al. (1990):

Resumindo, a estratégia de modelagem Geral para específico [...] começando com um modelo ADL e simplificando onde for estatisticamente possível e de uma maneira economicamente interpretável. A conjunção entre modelos autoregressivos defasados, MCE's e co-integração ajudam a interpretabilidade econômica, testes estatísticos guiam as simplificações. *Encompassing*, junto com o esboço do modelo explícito, contribuem para garantir a progressividade.

Finalmente, este capítulo apresentou de forma genérica a metodologia dinâmica com ênfase na abordagem geral para específico, que será empregada no próximo capítulo para elaboração do modelo de previsão para o ICMS.

CAPÍTULO IV

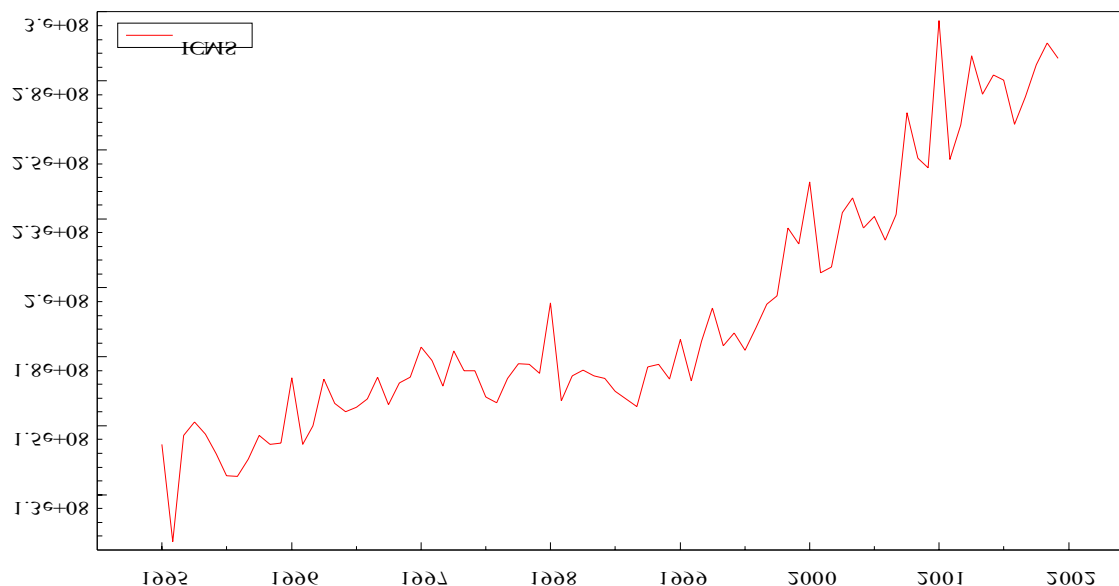
4 ANÁLISE EMPÍRICA

Este capítulo mostra os resultados empíricos obtidos das estimativas do modelo dinâmico para a previsão da arrecadação do ICMS em Santa Catarina. Inicialmente é feita uma análise dos valores arrecadados no período estudado, e os respectivos benefícios fiscais que ocorreram neste período. Em seguida, descrevem-se as variáveis escolhidas *a priori* para participarem do modelo como explanatórias do ICMS. São relatados todos os passos percorridos até a formulação do modelo final (mais específico), partindo-se de um modelo suficientemente geral.

4.1 Os dados

4.1.1 Arrecadação do ICMS

Os dados da arrecadação do ICMS em Santa Catarina foram obtidos junto a Secretaria de Estado da Fazenda (SEF-SC). A Figura 4.1 apresenta o comportamento da arrecadação no período de janeiro de 1995 a dezembro de 2001.

Figura 4.1 - Comportamento da arrecadação do ICMS em SC

Pode-se observar um comportamento sazonal e com forte tendência de elevação nos valores arrecadados. Como possíveis motivos para as oscilações apresentadas, além dos desvios normais na economia regional e nacional, verifica-se neste período os seguintes benefícios fiscais que foram aplicados pela SEF-SC:

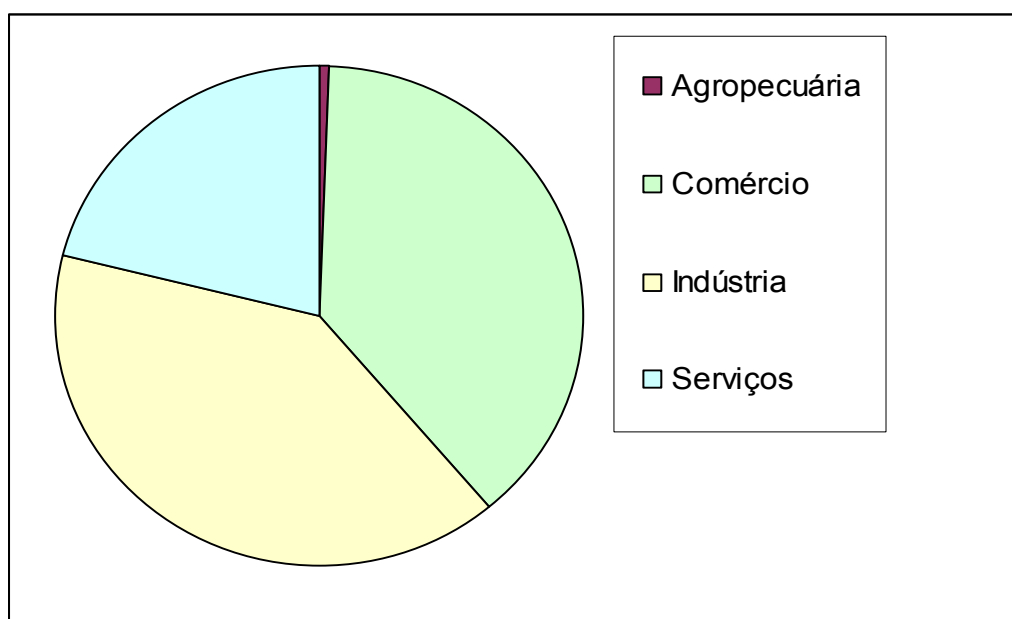
- ◆ Lei Estadual 10.789 de 07 de março de 1998 – Prazo para benefício: 20 de outubro de 1998;
- ◆ Lei Estadual 11.072 de 11 de janeiro de 1999 – Prazo para benefício: 31 de março de 1999;
- ◆ Lei Estadual 11.398 de 08 de maio de 2000 – Prazo para benefício: 09 de junho de 2000;
- ◆ Lei Estadual 11.481 de 17 de julho de 2000 – Prazo para benefício: 30 de outubro de 2000.

De particular interesse, devido ao comportamento verificado na Figura 4.1 no segundo semestre de 1999, o último benefício foi direcionado para o pagamento integral e parcelado das dívidas com o ICMS. No caso do pagamento integral até a data limite, o benefício era representado por redução de 100% da multa e 100% dos juros; para pagamento parcelado todos os débitos de um estabelecimento poderiam ser consolidados e parcelados em até 120 meses com redução de 80% da multa e 50% dos juros.

4.1.2 Dados para formação do modelo econométrico

Para escolha das variáveis de interesse, visando a elaboração do modelo econométrico, inicialmente foi analisada a composição dos grandes setores econômicos que participaram na formação do imposto arrecadado no período de 1995 a 1999, a Figura 4.2 representa esta composição.

Figura 4.2 - Participação dos grandes setores econômicos na composição do ICMS



Baseando-se na Figura 4.2, a pesquisa foi direcionada para a obtenção de dados representativos de cada um dos setores envolvidos, levando-se em conta também a disponibilidade e significância estatística de cada série obtida.

Para representar o comportamento econômico em Santa Catarina, as seguintes séries foram coletadas:

- ◆ **INDU** – FATURAMENTO MENSAL DA INDÚSTRIA CATARINENSE. Pesquisa realizada pela Federação das Indústrias de Santa Catarina (FIESC), em 220 indústrias, englobando todos os setores do ramo;
- ◆ **ELET** – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA. Dados de consumo particular e corporativo, disponibilizado pelas Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC);
- ◆ **GASO** – CONSUMO DE COMBUSTÍVEL: GASOLINA AUTOMOTIVA. Dados de consumo de gasolina em Santa Catarina, disponibilizado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP);
- ◆ **OLEO** – CONSUMO DE COMBUSTÍVEL: ÓLEO DIESEL. Dados de consumo de óleo diesel em Santa Catarina, disponibilizado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP);
- ◆ **CIME** – CONSUMO APARENTE DE CIMENTO. Dados de consumo aparente de cimento em Santa Catarina, disponibilizado pelo Sindicato Nacional da Indústria de Cimento (SNIC);
- ◆ **SPC** – CONSULTAS AO SERVIÇO DE PROTEÇÃO AO CREDIÁRIO. Quantidade total de consultas realizadas pelos lojistas para verificarem a solvabilidade dos clientes. Indicam aumento ou diminuição de

vendas potenciais. Dados disponibilizados pelo Serviço de Proteção ao Crediário de Florianópolis.

Utilizou-se como *proxy* representativa do nível de atividade econômica nacional, para esta pesquisa:

- ◆ **INA** – INDICADOR DE NÍVEL DE ATIVIDADE. Reúne dados de produção física da indústria de transformação do estado de São Paulo, de horas trabalhadas e também de vendas Elaborado pela Federação das Indústrias de São Paulo (FIESP).

As Figuras 4.3 e 4.4 apresentam a evolução das séries no período em análise.

Figura 4.3 – Comportamento das séries ICMS, INDU, ELET, GASO
Período: jan/1995 a dez/2001

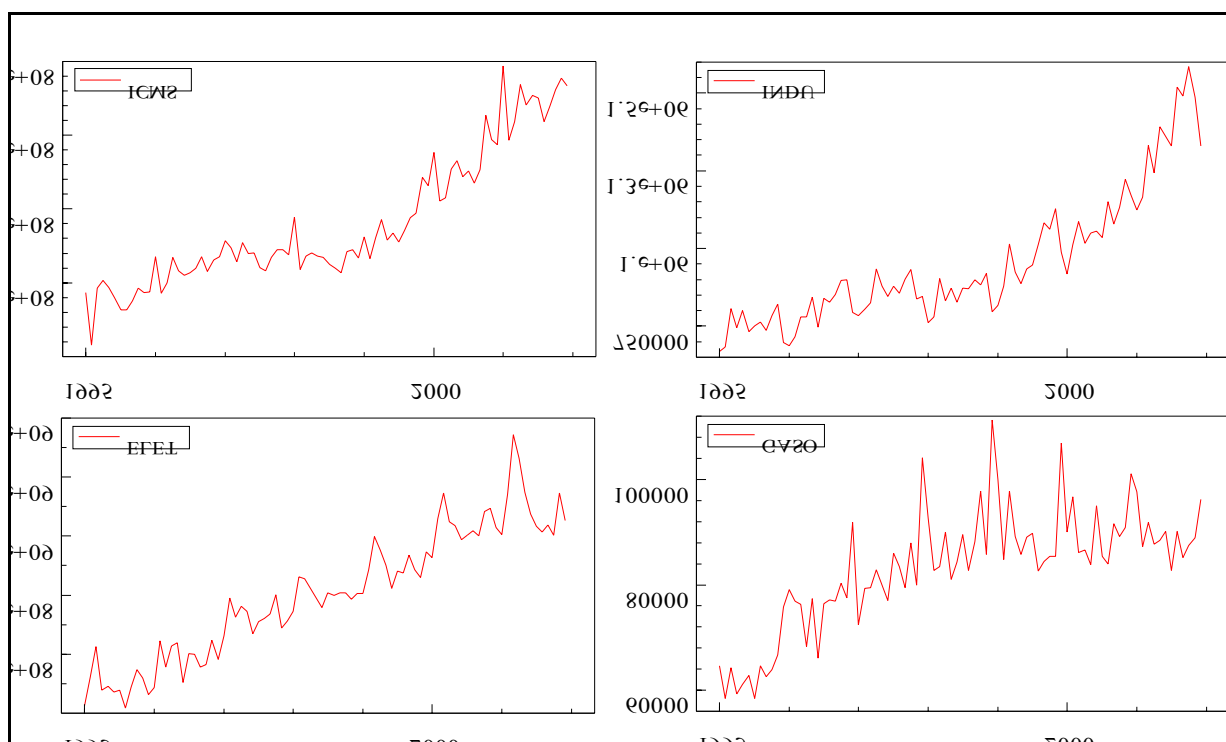
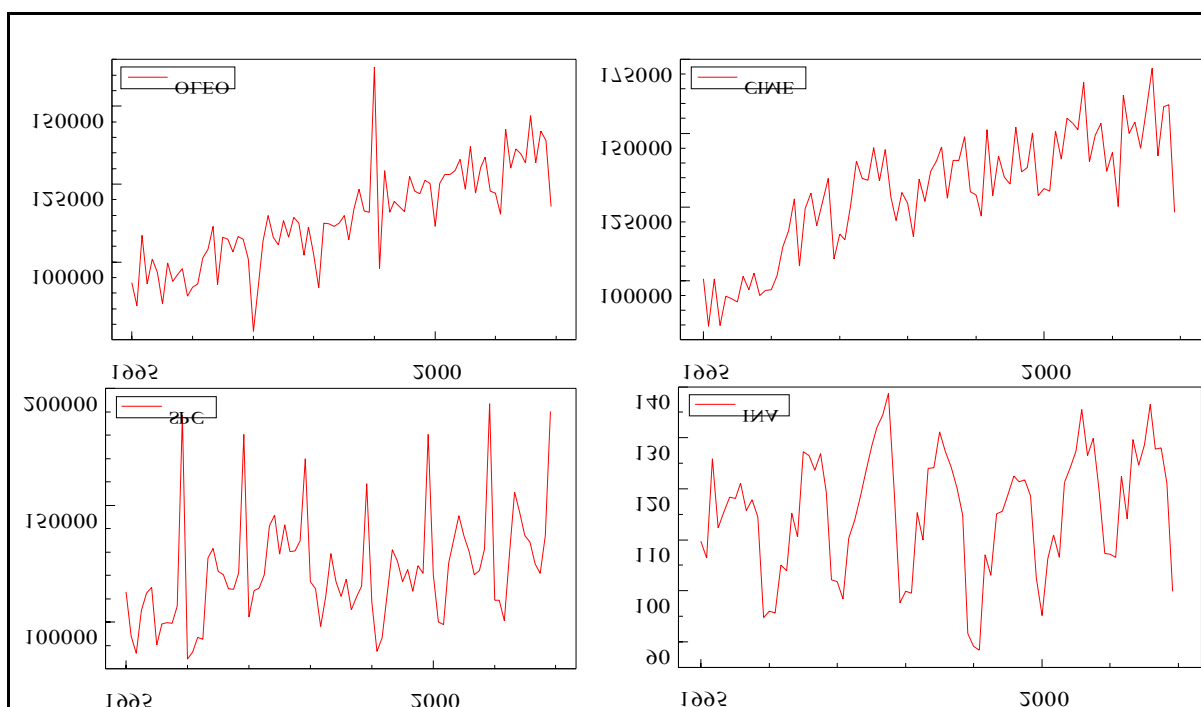


Figura 4.4 – Comportamento das séries OLEO, CIME, SPC, INA
Período: jan/1995 a dez/2001



4.2 Aplicação da abordagem geral para específico

Foram utilizados dados mensais de janeiro de 1995 a dezembro de 2001. Todas as variáveis foram transformadas, tomando-se o seu logaritmo. Quando a denominação de uma variável aparece precedida pela letra “D” indica a primeira diferença da variável. Quando a denominação de uma variável aparece precedida pela letra “L” indica que ela está expressa em logaritmos. A razão para se trabalhar em logaritmos é tornar as séries temporais econômicas mais homogêneas.

A transformação logarítmica é aplicada às séries de tempo com o propósito de estabilizar a tendência crescente da variância das séries originais. Note-se também que, se combinarmos as transformações primeira diferença e logarítmica, o exemplo pode ser interpretado como a taxa de crescimento da serie original. (GUANZIROLI *et al.*, 2001).

4.2.1 Resultados do teste de raízes unitárias

A ordem de integração de cada série individual é identificada com testes de raízes unitárias. Variáveis dependentes defasadas são incluídas para eliminar possibilidade de autocorrelação nos resíduos. A tabela 4.1 mostra os resultados do teste ADF, baseado nos valores críticos tabelados por MacKinnon (1991), estes resultados sugerem a não estacionaridade das variáveis em nível. Dado a aplicação de testes ADF às variáveis em primeiras diferenças apontam em todos os casos, para a rejeição da hipótese nula de raiz unitária, assim, pode-se considerar as variáveis em nível como sendo $I(1)$.

Tabela 4.1 - Teste de Raízes Unitárias (ADF) para as variáveis em nível e primeiras diferenças¹.

Nível	Test Statistic	Lag Order ²	t-Prob
<i>Licms</i>	$T_{adf} = 1,5648$	1	0,0000
<i>Lindu</i>	$T_{adf} = 2,2435$	12	0,0038
<i>Lelet</i>	$T_{adf} = 4,4892$	10	0,0001
<i>Lgaso</i>	$T_{adf} = 0,3865$	1	0,0000
<i>Loleo</i>	$T_{adf} = 0,5679$	1	0,0011
<i>Lcime</i>	$T_{adf} = 0,6257$	1	0,0156
<i>Lspc</i>	$T_{adf} = 1,8637$	11	0,0000
<i>Lina</i>	$T_{adf} = 0,6546$	12	0,0000

valores críticos: 5% = -1.945 1% = -2.595

Primeira diferença	Test Statistic	Lag Order	t-Prob
<i>DLicms</i>	$T_{adf} = -10,781^{**}$	1	0,0005
<i>DLindu</i>	$T_{adf} = -7,0663^{**}$	3	0,0060
<i>DLelet</i>	$T_{adf} = -6,9447^{**}$	10	0,0007
<i>DLgaso</i>	$T_{adf} = -5,8659^{**}$	1	0,0000
<i>DLoleo</i>	$T_{adf} = -9,8902^{**}$	1	0,0069
<i>DLcime</i>	$T_{adf} = -9,2862^{**}$	1	0,0147
<i>DLspc</i>	$T_{adf} = -7,4674^{**}$	10	0,0000

$DLna$ $T_{adf} = -3,6440^{**}$ 11 0,0000

valores críticos: 5% = -2.904 1% = -3.527

Obs: ¹ Teste realizado com presença de uma constante.

² A ordem de defasagens escolhidas foi baseada na estratégia sugerida em Doornik e Hendry (1994).

* Estatisticamente significativo para um nível de 5%

** Estatisticamente significativo para um nível de 1%.

As figuras 4.5 e 4.6 mostram as variáveis após as diferenciações, onde se tornaram estacionárias ou integradas de primeira ordem $I(1)$, para um nível de significância de 1%.

Figura 4.5 – Comportamento da primeira diferença das séries DLicms, DLindu, DLelet, DLgaso
Período: jan/1995 a dez/2001

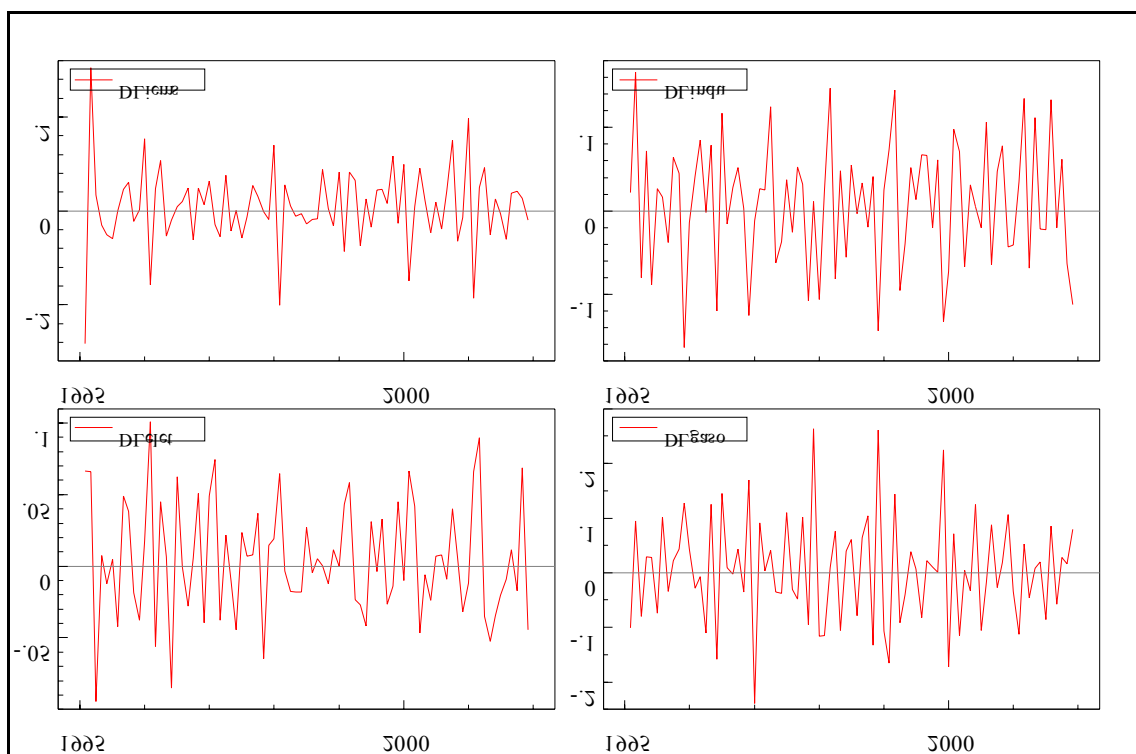
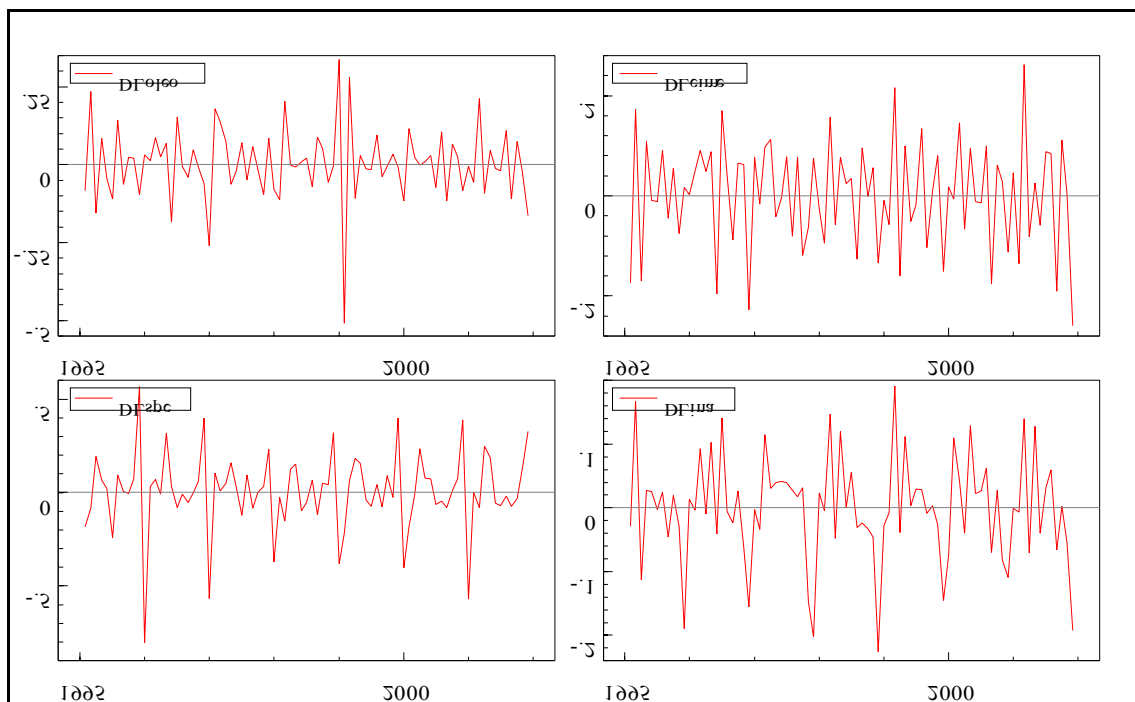


Figura 4.6 – Comportamento da primeira diferença das séries DLoleo, DLcime, DLspc, DLina
Período: jan/1995 a dez/2001



4.2.2 Marginalização e condicionamento

No processo de marginalização deve-se avaliar dentre as variáveis em estudo aquelas que vão participar do modelo, verificando a significância dos parâmetros estimados e a magnitude dos coeficientes. Estima-se, inicialmente, a equação de longo prazo com todas as variáveis.

A tabela 4.2 sugere que as variáveis consumo de gasolina (Lgasol), consumo de óleo diesel (Loleo) e o indicador do nível de atividade (Lina) não apresentam os sinais esperados nos seus coeficientes, dado que era de se esperar que todas as variáveis participassem positivamente no aumento da arrecadação do ICMS.

Tabela 4.2 - Modelando Licms por OLS

Variáveis	Coefficiente	Erro-padrão	t-value	t-prob	Part-R ²
Constante	-0,49790	2,7055	-0,184	0,8545	0,0004
Lindu	0,83019	0,10615	7,821	0,0000	0,4459
Lelet	0,44283	0,19750	2,242	0,0279	0,0620
Lgaso	-0,042742	0,14109	0,303	0,7628	0,0012
Loleo	-0,067584	0,13623	-0,496	0,6212	0,0032
Lcime	0,072383	0,13885	0,521	0,6037	0,0036
Lspc	0,11539	0,058898	1,959	0,0538	0,0481
Lina	-0,40849	0,13075	-3,124	0,0025	0,1138

Obs.: Os dados da tabela foram obtidos por intermédio do software PcGive

Antes de se descartar alguma das variáveis, pode-se utilizar o teste de causalidade no sentido de Granger que assegura que todas as variáveis explanatórias que participam do modelo são pelo menos fortemente exógenas, condição necessária para que o modelo possa ser utilizado para previsões. A tabela 4.3 apresenta os resultados do teste.

Tabela 4.3 - Resultados do teste de causalidade de Granger

Variáveis	Lags	Estatística
Lindu => Licms	7	$F(8, 62) = 3.625 [0.0016]$ **
Lelet => Licms	8	$F(9, 60) = 2.6783 [0.0110]$ *
Lgaso => Licms	8	$F(9, 60) = 2.3639 [0.0233]$ *
Loleo => Licms	7	$F(8, 62) = 0.99272 [0.4506]$
Lcime => Licms	8	$F(9, 60) = 0.64462 [0.7544]$
Lspc => Licms	8	$F(9, 60) = 6.4237 [0.0000]$ **
Lina => Licms	7	$F(8, 62) = 3.4561 [0.0024]$ **

^a Os números em parênteses são estatística F, mostra a direção da causalidade.

Baseando-se na estimação da equação inicial e no teste de causalidade de Granger será estimada a equação de equilíbrio de longo prazo, descartando-se as variáveis: Lgaso, Loleo, Lcime e Lina. Neste caso, aceitou a hipótese nula de não causalidade das variáveis Loleo e Lcime no sentido de Granger ao nível de significância estatística de 1%. Já as variáveis Lgaso e Lina não apresentaram sinais dos coeficientes estimados a priori, tal como era de se esperar, após a formulação da equação inicial.

4.2.3 Resultados do teste de co-integração

Como a análise anterior dos testes de integração indica que as séries são todas integradas de ordem $I(1)$, seguindo o procedimento de dois estágios de Engle e Granger para verificar existência de co-integração entre as séries, deve-se estimar a equação de equilíbrio (longo prazo). Inicialmente estima-se a equação de longo prazo nas variáveis em nível, tal como evidencia a tabela 4.4, que apresenta o modelo.

Tabela 4.4 - Modelando Licms por OLS

Variáveis	Coefficiente	Erro-padrão	t-value	t-prob	Part-R ²
Constante	-4,6918	2,1035	-2,230	0,0285	0,0585
Lindu	0,62677	0,086562	7,241	0,0000	0,3959
Lelet	0,66237	0,14218	4,659	0,0000	0,2134
Lspc	0,12463	0,053665	2,322	0,0228	0,0632

Obs.: Os dados da tabela foram obtidos por intermédio do software PcGive

À luz da tabela 4.4, verifica-se que todos os coeficientes da equação de longo prazo foram estatisticamente significativos, sem que a magnitude nos

parâmetros estimados fossem explosivos, ou seja, os valores variam entre 0 e 1.

A seguir verificam-se os resíduos da equação de longo prazo para detectar a presença de um processo estacionário aplicando-se testes ADF. Os resultados são exibidos na tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Teste de Raízes Unitárias (ADF) nos resíduos da equação de longo prazo

	Test Statistic	Lag Order ¹	t-Prob
<i>MCE</i>	$T_{adf} = -3,4162^{**}$	2	0,0181
	valores críticos: 5% = -1.944 1% = -2.593		

Obs: ¹ A ordem de defasagens escolhidas foi baseada na estratégia sugerida em Doornik e Hendry (1994, pg. 41).

* Estatisticamente significativo para um nível de 5%

** Estatisticamente significativo para um nível de 1%.

Como as variáveis que participam da equação de longo prazo são da mesma ordem de integração, ou seja, $I(1)$ e seus resíduos são estacionários, as variáveis da equação 4.1, co-integram.

$$Licms_t = - 4,6918 + 0,62677 Lindu_t + 0,66237 Lelet_t + 0,12463 Lspc_t \quad (4.1)$$

Logo a equação 4.1 evidencia o vetor de longo prazo. É possível formular uma equação de curto prazo incorporando-se o mecanismo de correção de erros.

4.2.4 Reparametrização e estimação

De acordo com Engler e Granger (1987), se as séries estão co-integradas, então será possível reparametrizar o modelo anterior (4.1) para o modelo de curto prazo incorporando-se um mecanismo de correção de erros. Para a estimação do modelo de curto prazo foram usadas as variáveis em primeiras diferenças e adicionado os resíduos da equação de co-integração, aqui denotados por ECM. Inicialmente, por serem dados mensais, foram empregadas 12 defasagens às variáveis explanatórias e 3 defasagens para o mecanismo de correção de erros.

No processo de redução foi empregado o método de eliminação de variáveis baseado na significância das estatísticas t e F , visando minimizar os critérios de Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ). O Anexo 3 apresenta seqüencialmente todas as reduções efetuadas. O modelo mais parcimonioso escolhido tem seus resultados exibidos na tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Modelando DLicms por OLS

Variáveis	Coefficiente	Erro-padrão	t-value	t-prob	Part-R ²
Constante	0,014874	0,005800	2,970	0,0043	0,1263
DLicms_2	-0,35478	0,087623	-4,049	0,0001	0,2118
DLicms_7	0,15467	0,070090	2,207	0,0311	0,0739
DLindu_12	-0,27831	0,083545	-3,331	0,0015	0,1539
DLelet_6	-0,68609	0,16380	-4,189	0,0001	0,2234
DLelet_10	0,34484	0,15499	2,225	0,0298	0,0751
DLspc_5	0,087971	0,024927	3,529	0,0008	0,1696
DLspc_12	-0,20338	0,030047	-6,769	0,0000	0,4289
ECM_1	-0,62955	0,062480	-10,076	0,0000	0,6247
ECM_2	0,46128	0,079157	5,827	0,0000	0,3576
DW = 2,24 R ² = 0,723425 RESET F(1,60) = 12198 [0,2738] ARCH 5 F(5,51) = 0,1544 [0,9778] AR 1-5 F(5,56) = 1,5467 [0,1903] NORM $\chi^2_{(1)}$ F(18,42) = 0,43708 [0,9699]					

Obs.: Os dados da tabela foram obtidos por intermédio do software PcGive 8.0.

1) O teste de normalidade dos resíduos é baseado em Doornik e Hansen (1994), o qual testa a hipótese nula de que os resíduos do modelo 4.2 são normais. A sua estatística tem uma distribuição assintótica qui-quadrado com dois graus de liberdade e é uma função do excesso de curtose e da assimetria em relação à distribuição normal padrão.

Os resultados do modelo exibido na Tabela 4.6 mostram que, no curto prazo, as variáveis: faturamento da indústria, consumo de energia elétrica e número de consultas ao SPC explicam 72 % das variações na arrecadação do ICMS em Santa Catarina ($R^2 = 0,72$). Por outro lado, o valor encontrado para o coeficiente de correção de erros foi $-0,16827^1$, sendo significativo ao nível de 1%, e apresentando sinal compatível com a teoria econômica. Tal parâmetro indica que, em média, 16,827% das mudanças na arrecadação do ICMS no período corrente são devidas às alterações nas expectativas de elevação do ICMS no período subsequente.

¹ Quando mais de uma defasagem do mecanismo de correção de erro participa do modelo final o coeficiente de correção de erros é o resultado da soma aritmética dos coeficientes das defasagens (neste caso: $-0,62955$ e $+0,46128$).

Os valores dos parâmetros das variáveis explicativas são estatisticamente significativos e o valor do teste de Durbin-Watson (DW) descarta a presença de correlação dos resíduos.

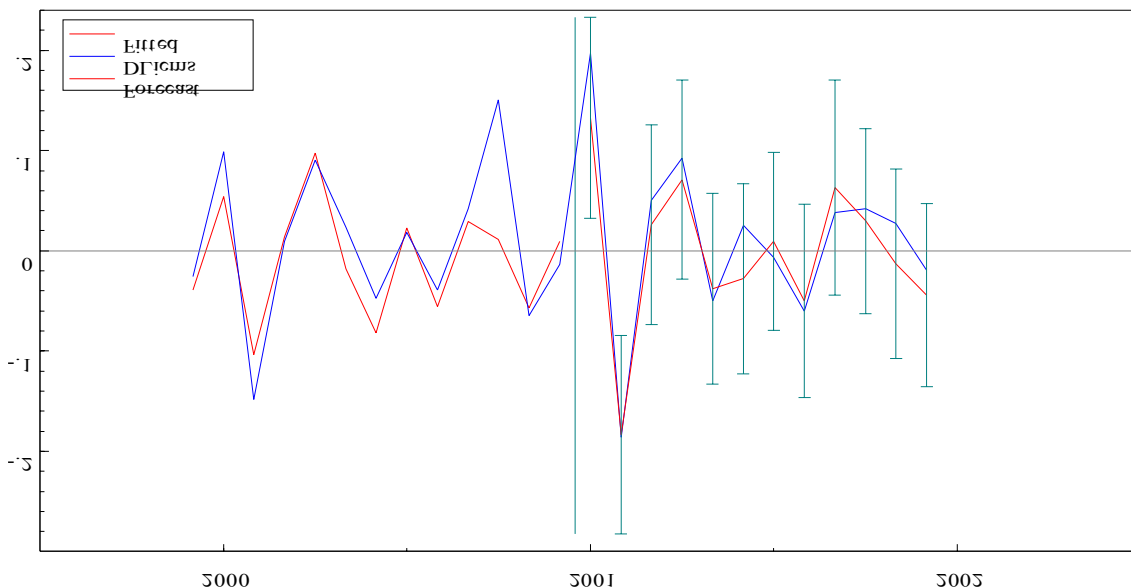
4.2.5 Testes de especificação

Como requerido pelo mecanismo de correção de erros, se a equação 4.1 é um vetor de co-integração válido, o coeficiente do termo de correção de erro (ECM_{t-1} e ECM_{t-2}) é negativo e significativo. Para efeitos de previsão a equação de curto prazo 4.2 será empregada.

$$\begin{aligned}
 DLicms_t = & 0,014874 - 0,35478DLicms_{t-2} + 0,15467DLicms_{t-7} - & (4.2) \\
 & 0,27831DLindu_{t-12} - 0,68609DLelet_{t-6} + 0,34484DLelet_{t-10} \\
 & + 0,087971DLspc_{t-5} - 0,20338DLspc_{t-12} - \\
 & 0,62955ECM_{t-1} + 0,46128ECM_{t-2}
 \end{aligned}$$

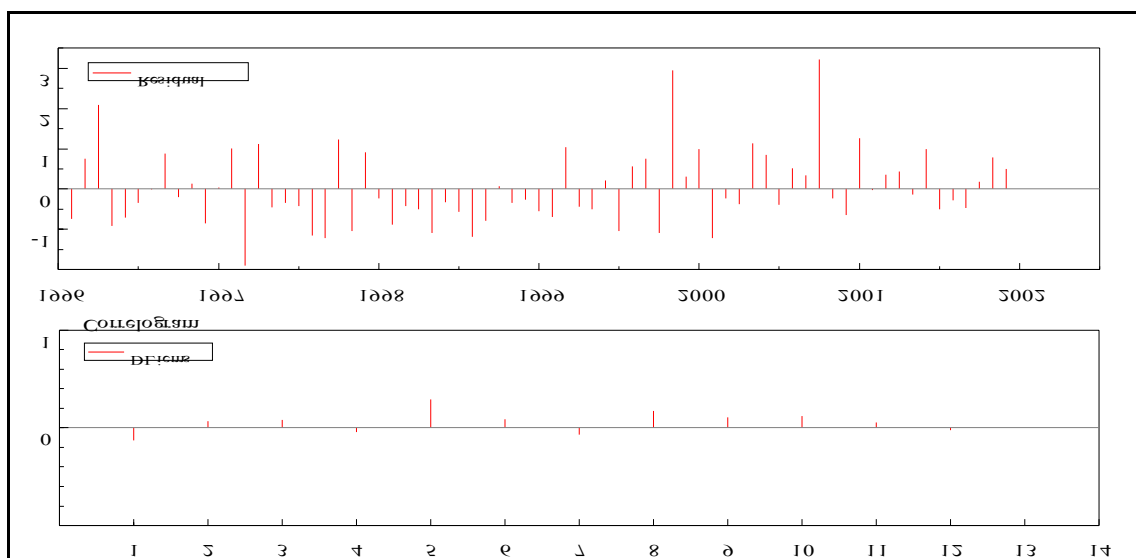
O modelo parece ser bem especificado e apresenta coeficientes constantes ao longo das unidades amostrais a julgar pelos testes de diagnósticos, que não indicam qualquer problema. Pela Figura 4.7, onde os coeficientes estimados parecem estar sempre dentro do intervalo de confiança (a 95%).

Figura 4.7 – Ajustamento da série DLicms e previsões para o ano de 2001



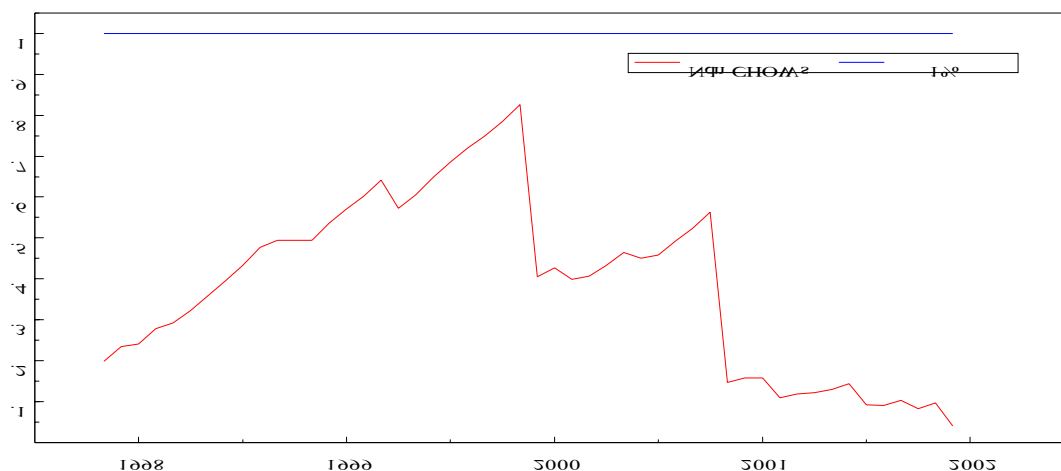
O modelo 4.2 apresenta todos os regressores estatisticamente significativos aos níveis de 1% ou 5%. A Figura 4.8 mostra os resíduos em função do tempo e o correlograma dos resíduos até a 13ª, defasagem, ambos os gráficos e testes apontam para uma boa especificação do modelo.

Figura 4.8 – Análise dos resíduos



A estabilidade do modelo 4.2 é adequadamente analisada, implementando o método dos mínimos quadrados recursivos (RLS), incorporado ao software PcGive. Pode-se perceber pela Figura 4.9 com o gráfico do teste de Chow que avalia pontos de quebra, que a constância do modelo não pode ser rejeitada ao nível de significância de 1%.

Figura 4.9 – Teste de Chow, ponto de quebra



4.3 Previsões e comparativo com o modelo atual

4.3.1 Previsão dentro do intervalo da amostra

Para efeitos de comparação do modelo analisado, utilizou-se os valores do ano de 2001. Foi empregado o Erro Percentual Absoluto Médio (EPAM) como critério de acurácia dos modelos. A tabela 4.7 apresenta os valores ocorridos para a arrecadação do ICMS bem como as previsões com o modelo usado atualmente, ARIMA(1, 0, 2) e as previsões com o modelo 4.2.

Tabela 4.7 – ICMS valores realizados e previstos para o ano de 2001.

Meses	ICMS	Arima(1, 0, 2) ¹	Modelo 4.2
Janeiro	296.779.501,00	249,443,082.00	278.158.874,70
Fevereiro	246.408.183,20	251,634,140.53	247.045.725,30
Março	259.093.614,40	254,175,231.24	252.886.669,60
Abril	284.117.942,40	256,741,982.79	278.146.135,30
Maió	270.207.300,00	259,334,654.30	273.633.314,50
Junho	277.075.336,50	261,953,507.53	262.798.280,10
Julho	275.307.716,70	264,598,806.87	279.624.002,40
Agosto	259.249.117,20	267,270,819.38	261.957.359,90
Setembro	269.344.018,60	269,969,814.82	276.180.749,80
Outubro	280.925.481,00	272,696,065.66	277.493.758,80
Novembro	288.671.522,70	275,449,847.16	277.288.128,90
Dezembro	283.210.218,10	278,231,437.32	276.223.754,50
EPAM²		4,630	2,519

Obs: ¹ Valores obtidos no software eViews

² Cálculos efetuados no MS-Excel

Os valores obtidos pelo modelo dinâmico com incorporação do MCE para previsão dentro do intervalo da amostra tiveram um melhor ajustamento, segundo o critério escolhido do que os valores obtidos com a utilização do modelo atual empregado pela SEF-SC, sendo que o valor de 2,519% de EPAM, é significativamente melhor que os resultados obtidos nos demais trabalhos reportados na seção 2.7 desta pesquisa.

4.3.2 Previsão fora do intervalo da amostra

Para verificar a eficácia do modelo 4.2 e a sua eventual aplicabilidade na SEF-SC para elaboração de previsões da arrecadação, foram efetuadas

estimativas das arrecadações do ICMS para um período de 4 meses além do período amostral pesquisado, meses de janeiro a abril do ano de 2002.

Uma das vantagens do modelo 4.2 é o fato de que nenhuma das variáveis explanatórias utiliza-se dos valores em defasagens, facilitando a obtenção das previsões um passo a frente. Para os meses de fevereiro, março e abril que o modelo exigiu defasagens no ano de 2002 (fora do intervalo da pesquisa) para as variáveis ECM_{t-1} e ECM_{t-2} , empregou-se o modelo ARIMA para obtenção dos valores respectivos². No caso da variável $DLicms_{t-2}$ para os meses de março e abril foram utilizadas as próprias previsões geradas nesta estimativa.

A tabela 4.8 apresenta os valores realizados e previstos pelo modelo 4.2 para os quatro primeiros meses do ano de 2002:

Tabela 4.8 – ICMS valores realizados e previstos para o ano de 2002.

Meses	ICMS	Modelo 4.2
Janeiro	330.183.237,09	329.608.859,10
Fevereiro	289.134.774,00	279.510.515,53
Março	277.327.570,99	282.169.664,21
Abril	329.107.569,98	312.735.007,10
EPAM¹		2,555

Obs: ¹ Cálculos efetuados no MS-Excel

Pelos resultados obtidos nos primeiros 4 meses do ano de 2002, pode-se verificar a boa qualidade do modelo elaborado neste trabalho. Deve-se ressaltar que a previsão para o mês de janeiro de 2002, quando se conhecem

² O Anexo IV apresenta os valores estimados por ARIMA para a variável $DLeqm$.

os valores de todas as variáveis exógenas para o modelo foi de apenas 0,17%, aliado ao fato de termos apenas 3 variáveis explanatórias (consumo de energia elétrica, faturamento da indústria e consultas ao SPC), fortemente recomenda o uso do modelo pela SEF-SC, bem como a devida atualização das variáveis envolvidas e do próprio modelo dinâmico.

Por fim, no próximo capítulo, apresentam-se as considerações finais e recomendações para futuros trabalhos.

CAPÍTULO V

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seguindo a metodologia econometria desenvolvida pela LSE, também conhecida como abordagem geral para específico, neste trabalho foi construído um modelo de longo prazo e posteriormente foi estimado um modelo de curto prazo com a incorporação do MCE, para ser empregado na previsão da arrecadação do ICMS em Santa Catarina.

5.1 Conclusões gerais

Nesta dissertação procurou-se formular um modelo dinâmico para previsão da arrecadação do ICMS no Estado de Santa Catarina. Este tema é de fundamental importância para as diretorias financeiras e de planejamento da Secretaria de Estado da Fazenda, dado que este imposto representa 90% de toda a arrecadação estadual.

Nos primeiros capítulos, foram apresentadas as características do imposto, e os detalhes da abordagem geral para específico em modelos dinâmicos. Estes modelos tem sido amplamente utilizados na literatura econométrica nas últimas duas décadas tanto para análise estrutural quanto para previsão.

As previsões para o ICMS de Santa Catarina feitas pelo modelo formulado neste trabalho apresentaram no ano de 2001 resultados

significativamente melhores que aqueles obtidos com o modelo atualmente empregado (ARIMA), segundo o critério estabelecido (EPAM), com percentuais de 2,59% contra 4,63% do modelo atual.

Para as previsões de curto prazo, até um ano, sugere-se a criação de um aplicativo nos moldes de uma planilha eletrônica com os dados históricos empregados nesta dissertação, bem como os valores calculados para o mecanismo de correção de erros e uma área para entrada dos valores atualizados das variáveis explanatórias. É recomendável, também, que o modelo dinâmico seja revisto periodicamente, visando incorporar novos efeitos de benefícios fiscais e mudanças nas atividades de fiscalização tributária ocorridas no Estado.

Por fim, a qualidade das previsões recomenda o uso do modelo dinâmico para um melhor planejamento orçamentário e financeiro na Secretaria de Estado da Fazenda do Estado de Santa Catarina.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

- ◆ Utilizando-se a abordagem aqui apresentada, desenvolver um aplicativo informático que facilite a elaboração do modelo dinâmico a ser usado nas previsões do ICMS pela SEF-SC;
- ◆ Re-estimar o modelo, aumentando a quantidade de dados em cada série histórica;
- ◆ Obter mais dados externos, principalmente os que contemplem a atividade comercial, como por exemplo, faturamento no setor, bem como informações do setor de serviços que vem aumentando sua

participação na arrecadação total do icms, e elaborar um novo modelo para previsões do imposto;

- ◆ Efetuar análises sobre os efeitos dos benefícios fiscais aplicados ao ICMS na arrecadação estadual ao longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRAES, Ronaldo de Albuquerque; CHUMVICHITRA, Pichai. Modelos Autoregressivos e Poder de Previsão: Uma Aplicação com o ICMS, **Texto para discussão nº 152**, Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Economia, 1996.

BERNARDO, Jordânia Rosa. **Análise da Arrecadação do ICMS do Estado de Roraima: Evolução e perspectiva de potencial**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia, 2001.

CHAO, Hsiang-Ke. **Professor Hendry's Econometric Methodology Reconsidered: Congruence and Structural Empirism**, Amsterdam, 2001, disponível em <www.fee.uva.nl/ae/arg/index.htm>. Acesso em 20 jul 2002.

CHAREMZA, W.W. e DEADMAN, D.F. **New Directions in Econometric Practice**, Edward Elgar, Cheltenham, 1997.

CHOW, G. Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions, *Econometrica*, v. 28, 591-605, 1960.

COCCARO, Suzana Menna Barreto. **A Arrecadação do ICMS-RS: Um Enfoque Econométrico**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia, 2000.

CORVALÃO, Eder Daniel. **Estudo comparativo de modelos de previsão aplicados à arrecadação do ICMS no Estado de Santa Catarina.**

Universidade Federal de Santa Catarina, Trabalho de Conclusão de Estágio, Departamento de Ciências da Administração, 1999.

CUTHBERTSON, Keith; HALL, S. G.; TAYLOR, M.P. **Applied econometric techniques**, Ann Arbor: University of Michigan Press, 1992.

DA SILVA, Wesley Vieira; TAMBOSI FILHO, Elmo; DA COSTA JR., Newton Carneiro Affonso. **Testando a validade da PPC na economia brasileira**, São Paulo Resenha BM&F, n. 145, mai/jun 2001, disponível em

<www.bmf.com.br/pages/Educacional1/publicacoes/Resenha1/PDFs/Res145/arttec03145.pdf>.

Acesso em 17 mai 2002.

DA SILVEIRA, Altair Lizete Queiroz. **Um modelo de Previsão da Arrecadação do ICMS em Goiás.** Fundação Getúlio Vargas, Escola Brasileira de Administração Pública, Monografia submetida ao curso de Administração Pública, Goiânia, 2000.

DE BEM, Amilton Barreto. **A utilização da regressão dinâmica para prever a demanda por matrícula no ensino fundamental em Santa Catarina.** 1998.

Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1998.

DICKEY, D., e FULLER, W. Distribution of Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, **Journal of the American Statistical Association**, 84, 427-431., 1979.

DOORNIK, J. A. e HENDRY, D. F. **PcGive 9.0 Interactive Econometric Modelling of Dynamic Systems**, London, International Thomson Publishing, 1994.

ENGLE, R.F, e GRANGER, C.W.J. Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing, **Econometrica**, v. 55, 251-276., 1987.

ENGLE, R.F; GRANGER, C.W.J; HALLMAN. Merging Short- and Long-Run Forecasts: an Application of Seasonal Cointegration to Monthly Electricity Sales Forecasting, **Journal of Econometrics**, v. 40, 45-62., 1989.

ERICSSON, Neil R.; CAMPOS, Julia; TRAN, Hong-Anh. Pc-Give and David Hendry's econometric methodology, **Revista de Econometria**, 7-117, 1990.

FERREIRA, Roberto Tatiwa. **Modelo de análise de séries temporais para previsão do ICMS mensal do Ceará**. Universidade Federal do Ceará, Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia, 1996.

FILDES, Robert. Quantitative Forecasting – the State fo the Art: Econometric Models, **Journal of the Operational Research Society**, v. 36, n. 7, 549-580., 1985.

GILBERT, C. L. Professor Hendry's econometric methodology. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 48, 283-307., 1986.

GUANZIROLI, Carlos; ROMEIRO, Ademar; REYDON, Bastian, PLATA, Ludwig A. **Impacto do ITR nos preços da terra na concentração fundiária**, Projeto de cooperação técnica INCRA/FAO, 2001, disponível em <www.dataterra.org.br/Documentos/FAO-INCRA/ITR/ITRframe.htm>. Acesso em 02 mar 2002.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**, São Paulo, Makron Books, 3ª edição, 2000.

HENDRY, DAVID .F.; PAGAN, A.R. e SARGAN, J.D. 'Dynamic Specifications', Capítulo 8 em Z. Griliches e M.D. Intrilligator (eds.), **The Handbook of Econometrics**, North Holland, Amsterdam, 1984.

HENDRY, DAVID .F.; RICHARD, J. F. On the Formulation of Empirical Models in Dynamic Econometrics, **Journal of Econometrics**, v. 20, 3-33, 1982.

MACKINNON, J.G. **Critical values for cointegration tests**, in Engle and Granger eds. , Long run Economic Relationships, Oxford university Press, 267-276., 1991

MEURER, Roberto. **Um modelo macroeconômico para o Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina, Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1999.

PAGAN, A. 'Three Econometric Methodologies: A Critical Appraisal", em Granger, C.W.J. (ed.), **Modeling economic series**, Oxford University Press, 1990.

PAQUET, Alain. **A guide to applied modern macroeconometrics**, Montreal, 2001, disponível em

<www.er.uqam.ca/nobel/r20564/cours/Paquet2001ch1_2_7.pdf>. Acesso em 21 abr 2002.

SAMOHYL, Robert Wayne. **Regressão dinâmica**: apostilas de aula. abr. de 2000. 26 f. Notas de Aula. Mimeografado.

VIANNA NETTO, Matteus. **ICMS: a lei complementar n. 87/96 interpretada**. São Paulo: Editora de Direito Ltda., 1997.

ANEXOS

Anexo 1: Gasto com compra de materiais

Ano	Valor (em R\$)
1999	2.047.943,58
2000	3.247.834,92
2001	3.938.339,97

Fonte: Diretoria de Administração de Materiais
Secretaria de Estado da Administração.

Anexo 2: Matriz de correlação das variáveis utilizadas na pesquisa

	DLicms	DLindu	DLelet	DLgaso	DLoleo	DLcime	DLspc	DLina
DLicms	1.0000							
DLindu	-0.0151	1.0000						
DLelet	-0.1251	0.4038	1.0000					
DLgaso	0.0077	0.0235	0.0484	1.0000				
DLoleo	0.2063	0.5290	0.1962	0.4385	1.0000			
DLcime	0.2397	0.6546	0.2721	0.0509	0.6136	1.0000		
DLspc	-0.2337	-0.2596	-0.2733	0.4394	-0.0125	-0.2239	1.0000	
DLina	0.0618	0.7113	0.2385	-0.1385	0.4685	0.6478	-0.3167	1.0000

ANEXO 3 – SEQUENCIA DE REDUÇÕES MODELO CURTO PRAZO

Seq	Variable	Coefficient	Std. Error	t-value	t-prob
01	DLspc_3	-0.010154	0.16403	-0.062	0.9514
02	DLicms_12	-0.017675	0.23469	-0.075	0.9408
03	DLindu_5	0.034006	0.24702	0.138	0.8920
04	DLelet_8	0.14233	0.64581	0.220	0.8279
05	DLspc_7	-0.015218	0.14287	-0.107	0.9162
06	DLindu_11	0.069847	0.19889	0.351	0.7290
07	DLelet_9	0.12196	0.43399	0.281	0.7813
08	DLelet_11	0.14546	0.29464	0.494	0.6262
09	DLspc_10	-0.056559	0.082311	-0.687	0.4986
10	DLelet_4	-0.0037793	0.33414	-0.011	0.9911
11	DLspc_9	-0.019451	0.059743	-0.326	0.7474
12	DLindu_10	0.10687	0.13141	0.813	0.4232
13	DLicms_8	0.12452	0.17851	0.698	0.4912
14	DLindu_9	0.082541	0.11717	0.704	0.4868
15	DLindu_4	-0.12563	0.15507	-0.810	0.4242
16	DLspc_8	-0.030538	0.047407	-0.644	0.5242
17	DLicms_9	0.067597	0.11835	0.571	0.5719
18	DLindu_3	-0.094301	0.13755	-0.686	0.4978
19	DLicms_4	0.088959	0.15530	0.573	0.5705
20	DLindu_6	-0.12467	0.11847	-1.052	0.2999
21	DLspc_11	-0.049684	0.044802	-1.109	0.2748
22	DLelet_12	0.14700	0.19529	0.753	0.4564
23	DLspc_2	-0.032537	0.055054	-0.591	0.5580
24	DLicms_10	0.098264	0.090829	1.082	0.2860
25	ECM1_3	0.078859	0.28185	-0.093	0.9262
26	DLelet	0.14938	0.19496	0.766	0.4479
27	DLindu_1	0.011522	0.13604	0.085	0.9329
28	DLicms_11	0.11172	0.086770	1.288	0.2048
29	DLicms_1	-0.010261	0.21495	0.048	0.9621
30	DLicms_3	0.094552	0.10552	0.896	0.3750
31	DLspc_1	-0.053895	0.048369	-1.114	0.2710
32	DLelet_3	0.22461	0.18202	1.234	0.2233
33	DLspc	-0.052234	0.049395	-1.057	0.2956
34	DLindu_7	-0.14149	0.10176	-1.390	0.1707
35	DLindu_8	-0.11731	0.082699	-1.419	0.1622
36	DLspc_6	0.054565	0.040395	1.351	0.1827
37	DLelet_2	-0.21187	0.14209	-1.491	0.1420
38	DLindu_2	0.11220	0.078801	1.424	0.1604
39	DLindu	0.15312	0.081805	1.872	0.0667
40	DLicms_6	0.17406	0.088370	1.970	0.0539
41	DLicms_5	0.13699	0.073210	1.871	0.0665
42	DLelet_7	-0.26862	0.12916	-2.080	0.0421
43	DLelet_5	-0.29268	0.13625	-2.148	0.0359
44	DLelet_1	-0.29302	0.15145	-1.935	0.0578
45	DLspc_4	0.055881	0.030075	1.858	0.0681

Obs: As reduções foram efetuados com auxilio do software PcGive

Anexo 4: Valores previstos para variável DLecm (ano de 2002)

Meses	Valor (em R\$)
janeiro	0.3016978804
Fevereiro	0.0501961999
Março	-0.0334068801
Abril	0.0940658594

Obs.: Foi utilizado o software Eviews (ARMA 1,1)