



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE - FEAC**

# **PREVISÃO DE CURTO PRAZO DA RECEITA ORÇAMENTÁRIA DO ESTADO DO CEARÁ**

**FABRICIO CARNEIRO LINHARES**

**FORTALEZA, JULHO DE 1997 - 1**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE - FEAAC

**PREVISÃO DE CURTO PRAZO DA RECEITA  
ORÇAMENTÁRIA DO ESTADO DO CEARÁ**

**FABRICIO CARNEIRO LINHARES**

Monografia submetida à coordenação do curso de Economia da UFC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

**FORTALEZA, JULHO DE 1997**

Essa Monografia foi submetida à coordenação do curso de Graduação em Economia da UFC, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará.

~~\_\_\_\_\_  
Fabricio Carneiro Linhares~~

Fabricio Carneiro Linhares

Monografia aprovada em 14 de julho de 1997

---

Prof. Luiz Ivan de Melo Castelar  
Orientador da Monografia

---

Prof. Marcos Costa Holanda  
Membro da Banca Examinadora

---

Prof. Paulo de Melo Jorge Neto  
Membro da Banca Examinadora

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que compartilharam do meu ideal e o alimentaram, incentivando-me a prosseguir nos estudos, fossem quais fossem os obstáculos.

Ao Prof. Ivan Castelar pelas lições de saber e pela orientação constante, que de forma especial contribuíram tanto para minha formação acadêmica como pessoal.

Aos professores Marcos Costa Holanda e Paulo de Melo Jorge Neto, membros da Banca Examinadora, pelas sugestões e contribuições à este estudo.

Da mesma forma agradeço a todos professores do curso de Ciências Econômicas da UFC pelos ensinamentos teóricos e práticos que tanto contribuíram em minha graduação.

A todos os colegas que compartilharam este período de estudo e expectativas no cotidiano da vida universitária, sabendo cultivar uma amizade que o tempo amadureceu.

Enfim, a todos as demais pessoas e instituições que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta pesquisa.

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>i</b>
<b>CAPÍTULO 1: RECEITA ESTADUAL</b>	<b>1</b>
1.1. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE	1
1.2. MODELOS DE PREVISÃO APLICADOS ÀS FINANÇAS ESTADUAIS: ASPECTOS INSTITUCIONAIS E PROPOSTAS ATUAIS DO ESTADO	18
<b>CAPÍTULO 2: MODELOS DE SÉRIES TEMPORAIS</b>	<b>22</b>
2.1. MÉTODO DE ALISAMENTO EXPONENCIAL	23
2.1.1. ALISAMENTO EXPONENCIAL SIMPLES	24
2.1.2. O MÉTODO DE HOLT-WINTER	27
A) Método de Holt-Winter com tendência	28
B) Método de Holt-Winter com sazonalidade	29
2.2. MODELOS ARIMA	32
<b>CAPÍTULO 3: AVALIAÇÃO E COMBINAÇÃO DE PREVISÕES</b>	<b>47</b>
3.1. SELEÇÃO DOS MODELOS E MEDIDAS DE EFICIÊNCIA	47
3.2. TÉCNICA DE COMBINAÇÃO	50
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS EMPÍRICOS</b>	<b>53</b>
4.1. RECEITA TOTAL	54
4.2. RECEITA PRÓPRIA	60
4.3. ARRECADAÇÃO DE ICMS	65
4.4. TRANSFERÊNCIAS CORRENTES	70
4.5. FUNDO DE PARTICIPAÇÃO ESTADUAL	74
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES</b>	<b>78</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO 1 - CORRELOGRAMAS DAS SÉRIES E DOS RESÍDUOS DAS ESTIMAÇÕES DOS MODELOS ARIMA</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO 2 - GRÁFICOS DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DAS FINANÇAS PÚBLICAS DO ESTADO DO CEARÁ</b>	<b>94</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	Participação Percentual das Receitas Correntes e de Capital na Composição da Receita Total - valores bimestrais de 1991.1 a 1997.2	<b>6</b>
<b>TABELA 2</b>	Participação Percentual das Receitas Tributária e Patrimonial e Transferências Correntes na Composição das Receitas Correntes - valores bimestrais de 1991.1 a 1997.2	<b>8</b>
<b>TABELA 3</b>	Relações Percentuais entre a Arrecadação de ICMS e as Receitas Total, Própria e Tributária - valores bimestrais de 1991.1 a 1997.2	<b>12</b>
<b>TABELA 4</b>	Participação Percentual do Fundo de Participação Estadual na Composição das Transferências Correntes - valores bimestrais de 1991.1 a 1997.2	<b>14</b>
<b>TABELA 5</b>	Relação Percentual entre a Arrecadação do ICMS e FPE - valores bimestrais de 1991.1 a 1997.2	<b>15</b>
<b>TABELA 6</b>	Resultados para Receita Total (1996.2-1997.1)	<b>56</b>
<b>TABELA 7</b>	Previsões para o Bimestre 1997.2 - Receita Total	<b>59</b>
<b>TABELA 8</b>	Resultados para Receita Própria (1996.2-1997.1)	<b>62</b>
<b>TABELA 9</b>	Previsões para o Bimestre 1997.2 - Receita Própria	<b>64</b>
<b>TABELA 10</b>	Resultados para o ICMS (1996.2-1997.1)	<b>67</b>
<b>TABELA 11</b>	Previsões para o Bimestre 1997.2 - ICMS	<b>69</b>
<b>TABELA 12</b>	Resultados para as Transferências Correntes (1996.2-1997.1)	<b>72</b>
<b>TABELA 13</b>	Previsões para o Bimestre 1997.2 - Transferências Correntes	<b>73</b>
<b>TABELA 14</b>	Resultados para o Fundo de Participação Estadual (1996.2-1991.1)	<b>76</b>
<b>TABELA 15</b>	Previsões para o Bimestre 1997.2 - FPE	<b>77</b>
<b>TABELA 16</b>	Correlograma da Série Receita Total (1997.1-1997.2)	<b>84</b>
<b>TABELA 17</b>	Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para a Receita Total (1997.1-1997.2)	<b>85</b>
<b>TABELA 18</b>	Correlograma da Série Receita Própria (1997.1-1997.2)	<b>86</b>
<b>TABELA 19</b>	Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para a Receita Própria (1997.1-1997.2)	<b>87</b>

<b>TABELA 20</b>	<b>Correlograma da Série ICMS (1997.1-1997.2)</b>	<b>88</b>
<b>TABELA 21</b>	<b>Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para o ICMS (1997.1-1997.2)</b>	<b>89</b>
<b>TABELA 22</b>	<b>Correlograma da Série Transferências Correntes (1997.1-1997.2)</b>	<b>90</b>
<b>TABELA 23</b>	<b>Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para as Transferências Correntes (1997.1-1997.2)</b>	<b>91</b>
<b>TABELA 24</b>	<b>Correlograma da Série Fundo de Participação Estadual (1997.1-1997.2)</b>	<b>92</b>
<b>TABELA 25</b>	<b>Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para o Fundo de Participação Estadual (1997.1-1997.2)</b>	<b>93</b>

## LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

<b>QUADRO 1 - Classificação Geral da Receita</b>	<b>2</b>
<b>QUADRO 2 - Principais Componentes da Receita do Estado do Ceará</b>	<b>4</b>
<b>QUADRO 3 - Procedimentos de Estimação do Modelo ARIMA</b>	<b>33</b>
<b>QUADRO 4 - Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões dos Modelos ARIMA e A. Exponencial - Receita Total</b>	<b>55</b>
<b>QUADRO 5 - Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões dos Modelos ARIMA e A. Exponencial - Receita Própria</b>	<b>61</b>
<b>QUADRO 6 - Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões dos Modelos ARIMA e A. Exponencial - ICMS</b>	<b>66</b>
<b>QUADRO 7 - Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões dos Modelos ARIMA e A. Exponencial - Transferências Correntes</b>	<b>71</b>
<b>QUADRO 8 - Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões dos Modelos ARIMA e A. Exponencial - FPE</b>	<b>75</b>
<b>QUADRO 8 - Modelos de Melhor Performance Preditiva</b>	<b>80</b>
<b>GRÁFICO 1 - PREVISÕES PARA RECEITA TOTAL</b>	<b>58</b>
<b>GRÁFICO 2 - PREVISÕES PARA RECEITA PRÓPRIA</b>	<b>63</b>
<b>GRÁFICO 3 - PREVISÕES PARA A ARRECADAÇÃO DE ICMS</b>	<b>68</b>
<b>GRÁFICO 4 - PREVISÕES PARA AS TRANSFERÊNCIAS CORRENTES</b>	<b>73</b>
<b>GRÁFICO 5 - PREVISÕES PARA O FPE</b>	<b>77</b>
<b>GRÁFICO 6 - RECEITA TOTAL (SÉRIE BIMESTRAL DE 1991.1 A 1997.2)</b>	<b>95</b>
<b>GRÁFICO 7 - RECEITAS CORRENTES (SÉRIE BIMESTRAL DE 1991.1 A 1997.2)</b>	<b>95</b>
<b>GRÁFICO 8 - RECEITA PRÓPRIA (SÉRIE BIMESTRAL DE 1991.1 A 1997.2)</b>	<b>96</b>
<b>GRÁFICO 9 - RECEITA TRIBUTÁRIA (SÉRIE BIMESTRAL DE 1991.1 A 1997.2)</b>	<b>96</b>
<b>GRÁFICO 10 - RECEITA PATRIMONIAL (SÉRIE BIMESTRAL DE 1991.1 A 1997.2)</b>	<b>97</b>
<b>GRÁFICO 11 - ARRECADAÇÃO DE ICMS (SÉRIE BIMESTRAL DE 1991.1 A 1997.2)</b>	<b>97</b>
<b>GRÁFICO 12 - TRANSFERÊNCIAS CORRENTES (SÉRIE BIMESTRAL DE 1991.1 A 1997.2)</b>	<b>98</b>
<b>GRÁFICO 13 - FUNDO DE PARTICIPAÇÃO ESTADUAL (SÉRIE BIMESTRAL DE 1991.1 A 1997.2)</b>	<b>98</b>
<b>GRÁFICO 14 - RECEITAS DE CAPITAL (SÉRIE BIMESTRAL DE 1991.1 A 1997.2)</b>	<b>99</b>

## INTRODUÇÃO

Apesar de sua economia nos últimos anos ter apresentado crescimento superior a do Nordeste e a do Brasil, alguns problemas cruciais ainda persistem no quadro sócio-econômico do Ceará. A restrita diversificação do setor industrial; a ausência de mudanças significativas no meio rural, persistindo a forte presença de latifúndios e a vulnerabilidade à seca, assim como a desigualdade social e pobreza quase generalizada, são fatores marcantes na caracterização sócio-econômica do Estado.

Diante desta situação, o poder público deve eleger como prioridade para suas ações a reversão desse quadro. Ou seja, além de engendrar o crescimento econômico regional, o governo do estado deve atuar como o principal agente promotor de uma melhor distribuição dos benefícios provenientes desse crescimento.

Indubitavelmente, o correto entendimento da dinâmica das receitas governamentais é de extrema importância para o desempenho eficiente das ações públicas no combate aos obstáculos de ordem estrutural e conjuntural para o desenvolvimento do Estado.

Daí decorre a necessidade, para o planejamento regional, de um estudo que explique a dinâmica dos principais componentes das finanças públicas. O emprego de modelos preditores das receitas governamentais, gerando previsões de curto e médio prazos, possibilitaria o planejamento estratégico estadual de atuar mais eficientemente tanto no campo econômico-

social, como também na organização prévia da administração fazendária, na tentativa de amenizar as discrepâncias entre suas despesas e receitas.

Dentro da perspectiva de curto prazo, a construção de modelos preditores para as receitas estaduais depara-se com um problema crucial; ou seja, a inexistência ou descontinuidade de séries econômicas que possam explicar sua dinâmica<sup>1</sup>. Na tentativa de contornar esta deficiência estatística tem-se usualmente recorrido à metodologia de séries temporais, que identifica a evolução da série sem necessitar da introdução de variáveis exógenas.

A questão central com relação ao uso da técnica de Séries Temporais para previsão das contas estaduais é quanto a adequação de sua estrutura analítica às características reais existentes deste tipo de série, quando parece não existir relação consistente entre os valores presentes e passados da série. Neste caso, a aplicação destes modelos para previsão dos valores futuros da série mostrar-se-ia ineficiente.

Uma forma de comprovar o correto ajustamento desta metodologia nos itens das finanças públicas seria verificar, após os modelos terem sido devidamente estimados, sua performance preditiva.

Portanto, o objetivo deste estudo é, além de fornecer um conjunto de modelos preditores para os principais itens da receita do estado do Ceará, avaliar a eficiência preditiva desses modelos com o intuito de examinar sua consistência explicativa em séries desta categoria.

---

<sup>1</sup> Este fato limita principalmente o emprego de regressões econométricas.

São propostos inicialmente dois modelos para previsão bimestral dos maiores agregados da receita estadual: Receita Total, Receita Própria, arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, Transferências Correntes e Fundo de Participação Estadual. Um modelo derivado da metodologia ARIMA, e outro da técnica de Alisamento Exponencial. Adicionalmente constrói-se um terceiro modelo, a partir de uma técnica que combina as previsões dos dois modelos anteriores de acordo com o desempenho preditivo das mesmas. Por fim, as previsões dos três modelos são comparadas e avaliadas fundamentando-se basicamente na amplitude e variação de seus erros, verificando-se assim a adequação dos modelos à série em questão.

Este trabalho divide-se basicamente em três partes distintas. A primeira parte, constituída pelo capítulo 1, sintetiza alguns dos principais aspectos referentes à receita estadual e sua evolução recente no caso do estado do Ceará. Neste mesmo capítulo também é feita uma breve discussão sobre os métodos usualmente empregados pela administração fazendária nas estimativas das receitas futuras.

A segunda parte da pesquisa é composta pelos capítulos 2 e 3, nos quais é discutido o instrumental metodológico empregado para a estruturação e avaliação dos modelos preditores. No segundo capítulo é descrita a metodologia relativa às duas abordagens de Séries Temporais aplicadas às séries em estudo. Já o terceiro capítulo é dedicado à parte metodológica utilizada para combinar e avaliar os modelos estimados.

A última parte do trabalho, que trata dos resultados empíricos, é formada pelos capítulos 4 e 5. Os modelos estimados para cada série e o desempenho de suas previsões no período compreendendo o 2ºbimestre/1996 ao 2ºbimestre/1997, são os assuntos discutidos no quarto capítulo. No quinto capítulo, são sumarizadas as principais conclusões com relação à eficiência e adequação preditiva dos modelos de séries temporais aplicados às receitas públicas do estado do Ceará.

## CAPÍTULO 1

### RECEITA ESTADUAL

Este capítulo pretende esclarecer de forma sucinta alguns aspectos relativos à receita estadual, tais como sua composição e a descrição de suas componentes. Vale lembrar que não é objetivo deste estudo tratar ou discutir sobre matéria tributária, nem mesmo aprofundar suas definições e seus aspectos legais, ficando limitado, portanto, a abordar algumas de suas peculiaridades.

Nesta mesma seção, ao passo que os componentes da receita estadual vão sendo definidos, também serão sintetizadas as principais características de sua evolução no período de janeiro de 1991 a 1997 para o estado do Ceará.

#### **1.1. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE**

Na administração pública, mais precisamente no que diz respeito às entidades de Direito Público interno<sup>2</sup>, a receita se origina tanto em decorrência do seu poder de império como do poder de gerir seu patrimônio econômico - administrativo, entendido este como um conjunto de valores e também de transferências de outras entidades, quer sejam de Direito público, quer sejam de Direito privado<sup>3</sup>. A caracterização da origem da receita aplica-se; como

---

<sup>2</sup> As Entidades de Direito Público interno são a União, Estados e Distrito Federal, Municípios e suas respectivas Autarquias.

<sup>3</sup> Ferreira e Reis. Lei 4.320 Comentada. 1996.

descrito, tanto às receitas da União, como dos Estados, dos Municípios, do Distrito Federal e Autarquias. Partindo dessa caracterização, pode-se então definir a receita estadual como um conjunto de recursos financeiros oriundos de fontes diversificadas, próprias ou de transferência, que compõem o patrimônio do estado, e que produz-lhe acréscimos financeiros.

A classificação geral da Receita Estadual, que também pode ser aplicada às outras entidades de Direito público interno, é tratada no Art. 11 da Lei 4.320, hoje instituída pelo Decreto-lei Nº 1.939, de 20 de maio de 1982, e é apresentada de acordo com o quadro abaixo:

**QUADRO 1**  
**Classificação Geral da Receita Estadual**

**1. Receitas Correntes**

*1.1. Receita Tributária*

1.1.1. Impostos

1.1.2. Taxas

1.1.3. Contribuições de Melhoria

*1.2. Receita Patrimonial*

1.2.1. Receitas Imobiliárias

1.2.2. Receitas de Valores Mobiliários

1.2.3. Participações e Dividendos

1.2.4. Outras Receitas Patrimoniais

*1.3. Receita Industrial*

1.3.1. Receita de Serviços Industriais

1.3.2. Outras Receitas Industriais

*1.4. Transferências Correntes*

*1.5. Receitas Diversas*

1.5.1. Multas

1.5.2. Contribuições

1.5.3. Cobrança da Dívida Ativa

1.5.4. Outras Receitas Diversas

**2. Receitas de Capital**

2.1. Operações de Créditos

2.2. Alienação de Bens e Imóveis

2.3. Amortização de Empréstimos Concedidos

2.4. Transferência de Capital

2.5. Outras Receitas de Capital

O quadro acima trata apenas de uma classificação geral, podendo ainda seus itens serem desagregados em níveis que melhor especifiquem a origem da receita, o que daria características mais definidas ao tipo da entidade pública referida. Por exemplo, no caso do estado do Ceará, alguns dos itens citados não são economicamente significantes na composição de sua receita orçamentária, sendo alguns deles inclusive, como no caso da Receita Industrial, nulos durante o exercício de arrecadação.

Como este estudo tem como objetivo analisar os componentes de maior importância econômica dentro da receita estadual do Ceará, elaborou-se um novo quadro de classificação da receita (Quadro 2), contendo apenas os itens que podem ser considerados de peso econômico relevante em sua formação (5% em média da receita total). Vale observar que os itens são desagregados em mais um nível além do descrito no Quadro 1, permitindo melhor visualização da real origem dos recursos do Estado.

## QUADRO 2

### Principais Componentes da Receita Estadual do Ceará

Código <sup>4</sup>	
1.000.00.00	Receitas Correntes
1.100.00.00	Receita Tributária
1.110.00.00	Impostos <sup>5</sup>
1.113.00.00	Imposto sobre a Produção e Circulação de mercadorias
1.300.00.00	Receita Patrimonial
1.700.00.00	Transferências Correntes <sup>6</sup>
1.720.00.00	Transferências Intergovernamentais
1.721.00.00	Transferências da União
1.721.01.00	Participação na Receita da União
1.721.01.01	Cota Parte do Fundo de Participação dos Estados e do DF
2.000.00.00	Receitas de Capital
2.100.00.00	Operações de Crédito

Receitas Correntes são os recursos financeiros provenientes de outras pessoas de direito público ou privado, que não resultem em acréscimos em seu patrimônio e que são destinados a atender as despesas classificáveis em Despesas Correntes. Para melhor compreensão pode-se afirmar que todas as operações correntes<sup>7</sup>, tanto receitas como despesas, são assim classificadas quando suas especificações estão de acordo com os critérios abaixo:

- a) Não prover da alienação de um bem de capital;

<sup>4</sup> Códigos especificados pela Portaria SOF/SEPLAN n 472, de 21 de julho de 1993 - atualizada pela Portaria n° 3, de 05 de agosto de 1994

<sup>5</sup> O Imposto sobre o Patrimônio e Renda - composto pelo Adicional Imposto sobre a Renda e Provento de qualquer Natureza, Imposto sobre a propriedade de Veículo Automotores e Imposto sobre Transmissão Causa Mortis, Doação de Bens e Direitos - e as Taxas apesar de apresentarem participação, estas não são significantes sobre as Receitas Correntes (respondendo cerca 2% do seu valor total )

<sup>6</sup> A mesma justificativa pela omissão de itens, relatados na nota anterior, aplicam-se a estes

<sup>7</sup> As operações correntes podem ser realizadas diretamente pelo governo ou através de seus órgãos de Administração Indireta

- b) Não gerar como resultado um bem de capital;
- c) Não estar, na lei, definidas como de capital;
- d) Não estar vinculada à manutenção e ao funcionamento de serviços públicos (pagamento de funcionários, etc.).

As operações de capital, por sua vez, são todas as demais que, seguindo a ótica contábil, resultam numa movimentação de registro no ativo e no passivo da entidade. Neste caso, por exemplo, se o estado comprasse ou vendesse um prédio, esta operação seria classificada como de capital.

Para o estado do Ceará as Receitas Correntes representam quase que a totalidade dos recursos arrecadados. Observando a tabela abaixo verifica-se que a média de participação das Receitas Correntes na composição da Receita Total em todo período foi de 93,50% e mais recentemente, nos dois últimos anos, foi de 92,82%. Esta queda de participação, -2,97% (coluna 6), foi principalmente devido à conta de Receita Patrimonial, que após o Plano Real teve seus valores reduzidos.

Para ambos os períodos, apenas a Receita de Capital apresentou taxa de crescimento superior à da Receita Total; no primeiro período 20,96%, 136,62% e 24,67%, e nos últimos dois anos, -1,92%, 72,20% e 0,72% para os três itens respectivos - Receitas Total, Corrente e de Capital.

Devido à pequena contribuição da Receita de Capital na formação da Receita Total e, principalmente, à extrema variabilidade de seus valores, como pode ser visto em sua variação percentual (TABELA 1, coluna 8), preferiu-se

não utilizá-la para aplicação de modelos preditores, já que provavelmente seus resultados seriam de pouca relevância prática.

**TABELA 1**

**Participação Percentual das Receitas Correntes e de Capital na composição da Receita Total - valores bimestrais\* de 1991.1 a 1997.2**

BIMESTRE	Receita Total	Varição percentual	Receitas Correntes	Varição percentual	Relação R. Total	Receita de Capital	Varição percentual	Relação R. Total
1991.1	277.044.384,00	-	268.169.076,87	-	96,80%	8.875.307,13	-	3,20%
1991.2	267.844.376,00	-3,28	259.819.601,72	-3,11	96,97%	8.124.774,28	-8,46	3,03%
1991.3	303.511.568,00	13,27	302.475.615,17	16,42	99,66%	1.035.952,83	-87,25	0,34%
1991.4	325.408.720,00	7,21	313.305.888,12	3,58	96,28%	12.102.831,88	1088,28	3,72%
1991.5	304.105.264,00	-6,55	294.231.639,30	-6,09	96,75%	9.873.624,70	-18,42	3,25%
1991.6	366.228.208,00	20,43	329.078.581,12	11,84	89,86%	37.149.626,88	276,25	10,14%
1992.1	262.596.728,00	-28,30	246.426.496,16	-25,12	93,84%	16.170.231,84	-56,47	6,16%
1992.2	249.834.056,00	-4,86	226.208.461,93	-8,20	90,54%	23.625.594,07	46,11	9,46%
1992.3	325.912.384,00	30,45	296.278.340,68	30,98	90,91%	29.634.043,32	25,43	9,09%
1992.4	301.044.048,00	-7,63	282.292.544,89	-4,72	93,77%	18.751.503,11	-36,72	6,23%
1992.5	255.456.256,00	-15,14	243.603.943,52	-13,71	95,36%	11.852.312,48	-38,79	4,64%
1992.6	319.080.144,00	24,91	308.700.293,14	26,72	96,75%	10.379.850,86	-12,42	3,25%
1993.1	281.632.384,00	-11,74	272.944.896,76	-11,58	96,92%	8.687.487,24	-16,30	3,08%
1993.2	291.669.632,00	3,56	272.290.768,89	-0,24	93,36%	19.378.863,11	123,07	6,64%
1993.3	270.912.336,00	-7,12	260.314.788,07	-4,40	96,09%	10.597.547,93	-45,31	3,91%
1993.4	309.244.064,00	14,15	250.302.314,70	-3,85	80,94%	58.941.749,30	456,18	19,03%
1993.5	314.277.920,00	1,63	267.868.798,86	7,02	85,23%	46.409.121,14	-21,26	14,77%
1993.6	409.278.208,00	30,23	361.301.370,47	34,88	88,28%	47.976.837,53	3,38	11,72%
1994.1	579.957.056,00	41,70	558.043.344,80	54,45	96,22%	21.913.711,20	-54,32	3,78%
1994.2	348.015.248,00	-39,99	313.244.910,37	-43,87	90,01%	34.770.337,63	58,67	9,99%
1994.3	338.718.832,00	-2,67	316.171.334,04	0,93	93,34%	22.547.497,96	-35,15	6,66%
1994.4	260.277.952,00	-23,16	250.991.752,26	-20,62	96,43%	9.286.199,74	-58,81	3,57%
1994.5	306.339.648,00	17,70	294.684.475,84	17,41	96,20%	11.655.172,16	25,51	3,80%
1994.6	352.905.728,00	15,20	336.233.997,71	14,10	95,28%	16.671.730,29	43,04	4,72%
1995.1	372.271.120,00	5,49	352.591.396,25	4,98	94,82%	19.279.723,75	15,64	5,16%
1995.2	319.590.048,00	-14,15	315.372.704,03	-10,66	98,68%	4.217.343,97	-78,13	1,32%
1995.3	342.917.136,00	7,30	330.721.538,21	4,87	96,44%	12.195.597,79	189,18	3,56%
1995.4	322.583.328,00	-5,93	307.569.112,36	-7,00	95,35%	15.014.215,64	23,11	4,65%
1995.5	403.614.752,00	25,12	324.139.553,17	5,39	80,31%	79.475.198,63	429,33	19,69%
1995.6	385.389.280,00	-4,52	340.884.292,96	5,17	88,45%	44.504.987,04	-44,00	11,55%
1996.1	391.713.072,00	1,64	372.598.683,45	9,30	95,12%	19.114.388,55	-57,05	4,88%
1996.2	379.716.000,00	-3,06	361.594.532,04	-2,95	95,23%	18.121.467,96	-5,19	4,77%
1996.3	352.263.040,00	-7,23	330.908.432,52	-8,49	93,94%	21.354.607,48	17,84	6,06%
1996.4	346.048.448,00	-1,76	329.506.156,45	-0,42	95,22%	16.542.291,55	-22,54	4,76%
1996.5	374.424.700,00	8,20	356.813.421,51	8,29	95,30%	17.611.278,49	6,46	4,70%
1996.6	404.973.100,00	8,16	363.225.294,42	1,80	89,69%	41.747.805,58	137,05	10,31%
1997.1	422.089.202,30	4,23	400.537.715,81	10,27	94,89%	21.551.486,49	-48,38	5,11%
1997.2	345.377.800,00	-18,17	324.376.871,91	-19,01	93,92%	21.000.928,09	-2,55	6,08%
Média Período	336.430.688,69	2,04	314.111.130,01	2,01	93,50%	22.319.556,68	59,43	6,50%
Média 2 últimos anos	372.592.488,19	1,16	345.239.633,73	0,60	92,82%	27.352.854,46	51,94	7,18%
Crescimento no período (%)	-	24,67	-	20,96	-2,97	-	136,62	89,61
crescimento nos últimos 2 anos (%)	-	0,72	-	-1,92	-2,62	-	72,20	70,97

\* Valores constantes a preços de agosto de 1996 - deflacionados pelo IGP-DI  
Fonte: DIFIN-SEFAZ

As Receitas Correntes são compostas pelas Receitas Tributária e Patrimonial, cujo conjunto é usualmente denominado de Receita Própria, e as Transferências Correntes. Para o Ceará, é a Receita Tributária somada às Transferências Correntes o agregado que mais contribui para a formação total dos recursos arrecadados pelo estado.

De acordo com a Tabela 2 verifica-se que para o período analisado a Receita Tributária juntamente com as Transferências Correntes corresponderam em média por 82,84% da Receita Total do estado, sendo que para os últimos dois anos este valor aumentou para 89,31%.

Vale destacar que para o período analisado, tanto a contribuição relativa da Receita Tributária como das Transferências Correntes aumentaram, sendo a primeira em 2,01% e a segunda em 16,87%, enquanto que a participação da Receita Patrimonial caiu em 90,84%. Pode-se inferir então destes resultados que os recursos arrecadados pelo estado, com a queda da Receita Patrimonial, vem sendo compensada pelo aumento das Transferências Correntes, enquanto que a contribuição da Receita Tributária permaneceu quase inalterada.

Analisando apenas os dois últimos anos, a Receita Patrimonial ainda apresentou redução de sua participação relativa, mas o quadro descrito acima se inverte. Ou seja, a participação relativa da Receita Tributária aumento em 12,16%, enquanto que os recursos gerados pela Transferências reduziram sua participação em 11,54%, ficando, portanto, a compensação da redução dos recursos gerados pela Receita Patrimonial atribuída aos Tributos Estaduais.

**TABELA 2**

**Participação Percentual das Receitas Tributária e Patrimonial e Transferências Correntes na composição das Receitas Correntes - valores bimestrais\* de 1991.1 a 1997.2**

BIMESTRE	Receita Total	Receita Tributária	Relação R. Total	Receita Patrimonial	Relação R. Total	Transferências Correntes	Relação R. Total
1991.1	277.044.384,00	153.657.736,00	55,46%	27.010.423,00	9,75%	82.368.540,00	29,73%
1991.2	267.944.376,00	139.195.344,00	51,95%	9.691.912,00	3,69%	108.433.904,00	39,72%
1991.3	303.511.568,00	159.826.872,00	52,66%	23.663.417,00	7,80%	113.414.856,00	37,37%
1991.4	325.408.720,00	154.279.448,00	47,41%	31.458.028,00	9,67%	123.198.224,00	37,86%
1991.5	304.105.264,00	159.893.048,00	52,58%	20.641.514,00	6,79%	91.299.320,00	30,02%
1991.6	366.228.208,00	136.856.620,00	37,37%	79.744.598,00	21,77%	108.651.888,00	29,67%
1992.1	262.596.728,00	143.667.256,00	54,71%	25.384.642,00	9,67%	69.670.160,00	26,53%
1992.2	249.634.056,00	128.130.596,00	51,29%	12.718.190,00	5,09%	81.432.004,00	32,59%
1992.3	325.912.384,00	132.207.488,00	40,57%	46.829.440,91	14,37%	112.827.384,00	34,62%
1992.4	301.044.048,00	142.190.176,00	47,23%	38.471.348,00	12,78%	96.791.200,00	32,15%
1992.5	255.456.256,00	128.572.724,00	50,33%	17.211.755,00	6,74%	93.198.556,00	36,48%
1992.6	319.080.144,00	141.958.464,00	44,49%	54.205.688,50	16,99%	106.033.992,00	33,23%
1993.1	281.832.384,00	144.083.544,00	51,16%	17.468.073,00	6,20%	103.952.580,00	36,91%
1993.2	291.669.632,00	147.529.272,00	50,58%	21.360.305,50	7,32%	97.242.448,00	33,34%
1993.3	270.912.336,00	125.725.628,00	46,41%	14.396.363,50	5,31%	115.211.912,00	42,53%
1993.4	309.244.064,00	129.751.788,00	41,96%	12.743.206,00	4,12%	99.418.336,00	32,15%
1993.5	314.277.920,00	126.244.984,00	40,17%	47.918.859,50	15,25%	88.438.436,00	28,14%
1993.6	409.278.208,00	132.986.684,00	32,49%	92.913.920,00	22,70%	123.009.688,00	30,06%
1994.1	579.957.056,00	147.336.592,00	25,40%	106.780.218,00	18,41%	100.179.384,00	17,27%
1994.2	348.015.248,00	119.831.572,00	34,43%	91.094.258,00	26,18%	97.141.544,00	27,91%
1994.3	338.718.832,00	136.508.824,00	40,30%	77.633.124,00	22,92%	94.571.068,00	27,92%
1994.4	260.277.952,00	141.710.644,00	54,45%	12.810.944,75	4,92%	90.280.596,00	34,68%
1994.5	306.339.648,00	186.688.872,00	60,94%	4.559.679,00	1,49%	92.863.672,00	30,31%
1994.6	352.905.728,00	191.557.704,00	54,28%	22.460.919,50	6,36%	115.074.672,00	32,61%
1995.1	372.271.120,00	209.245.664,00	56,21%	6.604.882,00	1,77%	128.930.084,00	34,63%
1995.2	319.590.048,00	186.948.800,00	58,50%	11.107.875,00	3,48%	109.912.752,00	34,39%
1995.3	342.917.136,00	172.865.560,00	50,45%	15.227.620,00	4,44%	134.691.772,00	39,28%
1995.4	322.583.328,00	167.754.584,00	52,00%	12.765.444,50	3,96%	117.071.212,00	36,29%
1995.5	403.614.752,00	188.256.368,00	46,64%	10.001.474,00	2,48%	118.500.052,00	29,36%
1995.6	385.389.280,00	189.555.704,00	49,19%	8.146.930,00	2,11%	134.385.300,00	34,87%
1996.1	391.713.072,00	233.712.576,00	59,66%	3.183.319,13	0,81%	125.783.032,00	32,11%
1996.2	379.718.000,00	196.723.368,00	51,81%	2.092.544,98	0,55%	153.834.328,00	40,51%
1996.3	352.263.040,00	188.091.632,00	53,40%	4.837.224,13	1,37%	125.521.780,00	35,63%
1996.4	346.048.448,00	197.054.816,00	56,94%	2.089.884,44	0,60%	120.574.888,00	34,84%
1996.5	374.424.700,00	210.609.700,00	56,25%	2.039.903,00	0,54%	130.904.324,00	34,96%
1996.6	404.973.100,00	221.311.300,00	54,65%	4.074.117,00	1,01%	155.678.880,00	38,44%
1997.1	422.089.202,30	246.883.656,20	58,49%	2.623.300,75	0,62%	146.241.615,69	34,65%
1997.2	345.377.800,00	195.407.500,00	56,58%	2.473.154,70	0,72%	120.005.250,00	34,75%
Média Período	336.430.688,69	164.603.502,32	49,46%	26.227.328,92	7,65%	111.176.780,04	33,36%
Média 2 últimos anos	372.592.488,19	200.695.563,68	53,84%	5.796.243,05	1,60%	131.932.702,81	35,47%
Crescimento no período (%)	24,67	27,17	2,01	-90,84	-92,66	45,69	16,87
Crescimento nos últimos 2 anos (%)	0,72	12,96	12,16	-83,76	-83,87	-10,90	-11,54

\* Valores constantes a preços de agosto de 1996 - deflacionados pelo IGP-di  
Fonte: DIFIN-SEFAZ

Com relação aos Tributos, de acordo com o art. 9 da Lei 4.320, estes são resultados de "prestação pecuniária compulsória, que não consista sanção de um ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada". Numa perspectiva simplificada, trata-se do objeto de uma relação jurídica, apoiada em lei, o qual o Estado tem o direito e o contribuinte a obrigação, dada em dinheiro ou bens de valor pecuniário.

Os tributos são classificados conforme o vínculo que se estabeleça entre sua obrigatoriedade e alguma atividade estatal. A classificação<sup>8</sup> geral dos tributos é dada em três grupos:

- a) Impostos - cuja obrigação tem como fato gerador<sup>9</sup> uma situação independente de qualquer atividade estatal específica (relativa ao contribuinte);
- b) Taxas - nesse conjunto a obrigação pressupõem uma atividade estatal, tal como a prestação efetiva de um serviço público ao usuário;
- c) Contribuição de Melhoria - aqui a obrigação decorre de obras públicas;

Dentro da Receita Tributária, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços é a componente de maior arrecadação, sendo responsável pela quase totalidade dos recursos próprios do estado.

O ICMS surgiu com a Constituição Federal de 1988, cuja preocupação básica das reformas no campo tributário visava principalmente uma maior descentralização financeira a favor dos Estados. O que ocorreu, foi na verdade uma ampliação do antigo ICM, Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, que além de taxar as operações relativa à circulação de mercadoria, passava a incidir sobre a prestação de serviços de Transporte Interestadual,

---

<sup>8</sup> Conforme as disposições do art. 5º do Código Tributário Nacional

<sup>9</sup> Acontecimento(s) ou ação(ões), a que o legislador vincula o nascimento da obrigação prevista em lei de pagar determinado Tributo.

Intermunicipal e de comunicação; serviços prestados ao exterior e sobre a entrada de mercadoria importada do exterior.

Já o ICM, que foi a base institucional para o surgimento do ICMS, apareceu de reformas mais profundas no sistema tributário, instituídos com a Emenda Constitucional N° 18, em 1 de dezembro de 1965. Sua criação objetiva principalmente a substituição do Imposto sobre Venda e Consignações, o IVC, que na época já mostrava-se ultrapassado e prejudicial ao crescimento econômico. Dentre os principais problemas que afetavam a eficiência econômica tanto do setor público como do privado (Bernado Ribeiro de Moraes<sup>10</sup>) aponta as seguintes:

- a) Limitação no campo da Incidência Fiscal;
- b) Crescimento excessivo e desordenado da competência fiscal dos Estados;
- c) Incidência Cumulativa em Cascata;
- d) Aumento da Integração Vertical.

O advento do ICM, e conseqüentemente do ICMS, vieram de certa forma solucionar parte deste entrave fiscal. No campo de incidência, o novo imposto estava vinculado apenas ao valor adicionado (dos múltiplos estágios de comercialização), calculado através do método de crédito fiscal e cobrado por dentro seguindo o princípio de origem, e, no caso do ICMS, incorporou a seletividade em função do grau de essencialidade do produto, Ou seja,

---

<sup>10</sup> Rebouças, O. **Imposto sobre Circulação de Mercadorias: Diagnóstico e Alternativas**. 1977.

eliminou-se a uniformidade estabelecendo-se alíquotas interestaduais, internas e de exportação<sup>11</sup>.

O ICMS, um pouco mais avançado do que impostos anteriores, deu prosseguimento a tentativa do Governo estabelecer um imposto sobre o valor adicionado da produção de bens de maior eficiência. Dentre suas características podemos citar como principais as seguintes:

1. Uniformidade de alíquotas para todas as mercadorias, salvo exceções determinadas em lei;
2. Competência impositiva exclusiva dos Estados e do DF;
3. Hipótese de incidência<sup>12</sup> definida por meio de bases econômicas, ou seja, definidas através de conceito econômico associado à circulação de mercadoria;
4. Caráter não cumulativo;
5. Tem como fato gerador as operações relativas à circulação de mercadorias e as prestações de serviços;

A tabela 3 demonstra o comportamento da participação percentual da arrecadação de ICMS nas Receitas Total, Própria e Tributária do estado. De acordo com os resultados pode-se concluir que, para todo período analisado, a participação do ICMS aumentou dentro dos três agregados referidos, 2,32% na Receita total, 16,46% na Receita Própria e 0,30% na Receita Tributária. No entanto, para os últimos dois anos, o mesmo resultado só se repete para os

---

<sup>11</sup> Tais fatos implicam em maior autonomia do poder estadual sobre sua arrecadação.

<sup>12</sup> É o fato gerador em abstrato, antes de ser realizado (apenas uma previsão legal do fato)

dois primeiros itens, 7,72% e 3,20% respectivamente, sendo que para a Receita Tributária houve uma redução de 3,95% em sua participação.

Contudo, com base nos resultados referentes as participação média do ICMS nos dois períodos (linhas 40 e 41, colunas 4, 6 e 8) verifica-se que em todas as relações seus valores aumentaram, passando no caso da Receita total de 47,35% para 51,67%, de 82,95% para 93,28% na Receita Própria e de 95,81% para 96,15% na Receita Tributária. Sintetizando estes resultados, pode-se inferir que para o período analisado houve uma melhoria no sistema de arrecadação do estado do Ceará.

**TABELA 3**  
Relações Percentuais entre a Arrecadação de ICMS e as Receitas Total, Própria e Tributária - valores bimestrais\* de 1991.1 a 1997.2

BIMESTRE	Arrecadação ICMS	Receita Total	Relação ICMS	Receita Própria	Relação ICMS	Receita Tributária	Relação ICMS
1991.1	143.730.168,00	277.044.384,00	51,88%	180.668.160,00	79,55%	153.657.736,00	93,54%
1991.2	131.063.616,00	267.944.376,00	48,91%	149.087.256,00	87,91%	139.195.344,00	94,16%
1991.3	156.168.904,00	303.511.568,00	51,45%	183.490.288,00	85,11%	159.826.872,00	97,71%
1991.4	151.507.864,00	325.408.720,00	46,56%	185.737.472,00	81,57%	154.279.448,00	98,20%
1991.5	158.036.480,00	304.105.264,00	51,97%	180.534.560,00	87,54%	159.893.048,00	98,84%
1991.6	134.997.152,00	366.228.208,00	36,86%	216.601.216,00	62,33%	136.856.620,00	98,64%
1992.1	132.732.964,00	262.586.728,00	50,55%	169.051.896,00	78,52%	143.667.256,00	92,39%
1992.2	114.796.192,00	249.834.056,00	45,95%	140.848.788,00	81,50%	128.130.596,00	89,59%
1992.3	128.615.724,00	325.912.384,00	39,46%	179.096.924,00	71,84%	132.207.488,00	97,23%
1992.4	138.897.976,00	301.044.048,00	46,14%	180.661.520,00	76,88%	142.190.176,00	97,63%
1992.5	126.056.656,00	255.456.256,00	49,35%	145.784.480,00	86,47%	128.572.724,00	98,04%
1992.6	139.440.752,00	319.080.144,00	43,70%	196.164.152,00	71,08%	141.958.464,00	98,23%
1993.1	129.535.416,00	281.632.384,00	45,99%	161.551.616,00	80,18%	144.083.544,00	89,90%
1993.2	128.581.784,00	291.669.632,00	44,08%	168.889.576,00	76,13%	147.529.272,00	87,16%
1993.3	122.040.344,00	270.912.336,00	45,05%	140.121.992,00	87,10%	125.725.628,00	97,07%
1993.4	126.385.528,00	309.244.064,00	40,87%	142.494.992,00	88,69%	129.751.788,00	97,41%
1993.5	123.805.332,00	314.277.920,00	39,39%	174.163.840,00	71,09%	126.244.984,00	98,07%
1993.6	131.208.452,00	409.278.208,00	32,06%	225.900.584,00	58,08%	132.986.664,00	98,66%
1994.1	131.030.340,00	579.957.056,00	22,59%	254.116.808,00	51,56%	147.336.592,00	88,93%
1994.2	114.423.724,00	348.015.248,00	32,88%	210.925.632,00	54,25%	119.831.572,00	95,49%
1994.3	133.607.352,00	338.718.832,00	39,44%	214.141.944,00	62,39%	136.508.824,00	97,87%
1994.4	139.274.720,00	260.277.952,00	53,51%	154.521.584,00	90,13%	141.710.644,00	98,23%
1994.5	184.727.296,00	306.339.648,00	60,30%	191.248.552,00	96,59%	186.688.872,00	96,95%
1994.6	189.320.536,00	352.905.728,00	53,65%	214.018.624,00	88,46%	191.557.704,00	98,83%
1995.1	190.974.624,00	372.271.120,00	51,30%	215.850.552,00	88,48%	209.245.664,00	91,27%
1995.2	176.986.672,00	319.590.048,00	55,38%	198.056.672,00	89,36%	186.948.800,00	94,67%
1995.3	168.975.456,00	342.917.136,00	49,28%	188.213.184,00	89,78%	172.985.560,00	97,63%
1995.4	164.020.528,00	322.583.328,00	50,85%	180.520.024,00	90,86%	167.754.584,00	97,77%
1995.5	185.780.504,00	403.614.752,00	46,03%	198.257.840,00	93,71%	188.256.368,00	95,63%
1995.6	187.432.768,00	385.389.280,00	48,63%	197.702.640,00	94,81%	189.555.704,00	98,88%
1996.1	208.858.680,00	391.713.072,00	53,32%	236.895.896,00	88,16%	233.712.576,00	89,37%
1996.2	189.532.760,00	379.716.000,00	49,91%	198.815.920,00	95,33%	196.723.368,00	96,34%
1996.3	184.231.240,00	352.263.040,00	52,30%	192.928.856,00	95,49%	188.091.632,00	97,95%
1996.4	193.085.984,00	346.048.448,00	55,80%	199.144.696,00	96,96%	197.054.816,00	97,99%
1996.5	207.611.340,00	374.424.700,00	55,45%	212.649.700,00	97,63%	210.609.700,00	98,53%
1996.6	218.715.800,00	404.973.100,00	54,01%	225.385.500,00	97,04%	221.311.300,00	98,83%
1997.1	217.027.262,80	422.089.202,30	51,42%	249.506.975,00	86,98%	246.883.656,20	87,91%
1997.2	183.331.000,00	345.377.800,00	53,08%	197.880.650,00	92,65%	195.407.500,00	93,82%
Média Período	157.540.786,60	336.430.688,69	47,35%	190.830.835,82	82,95%	164.603.502,32	95,81%
Média 2 últimos anos	192.383.610,23	372.592.488,19	51,67%	208.491.823,42	93,28%	200.695.563,66	96,15%
Crescimento no período (%)	27,55	24,67	2,32	9,53	16,46	27,17	0,30
crescimento nos últimos 2 anos (%)	8,50	0,72	7,72	5,14	3,20	12,96	-3,95

\* Valores constantes a preços de agosto de 1996 - deflacionados pelo IGP-ai  
Fonte: DIFIN-SEFAZ

Outros Impostos que apresentam pequena significância financeira, se comparados à arrecadação do ICMS, são: o Adicional Imposto sobre a Renda e Proventos de qualquer Natureza, o Imposto sobre a propriedade de veículos automotores e o Imposto sobre a Transmissão Causa Mortis e Doação de Bens e Direitos.

Além do ICMS, o estado pode contar com uma outra importante fonte de recursos que são as Transferências Correntes. Estes são recursos financeiros provenientes de outras pessoas de Direito Público ou Privado, que se destinam a atender as despesas características de uma operação corrente. Tratam-se de recursos complementares às finanças arrecadadas pelo próprio estado, que nesse caso mostram-se insuficientes para atender às suas reais necessidades

Como pode ser verificado na tabela 2, os recursos repassados para o estado, sob forma de Transferências Correntes, representaram em média 33,38% no período todo e, para o período recente, 35,47%. A importância de sua contribuição na receita do estado fica mais clara quando compara-se seus valores com as participações obtidas pela Receita Tributária, 49,465 e 52,84%.

Grande parte das receitas transferidas destinadas aos Estados são representadas unicamente pela Cota Parte do Fundo de Participação dos Estados, usualmente denominado de FPE. De acordo com a Tabela 4, em média 85,49% do total das Transferências correntes é formado pelo repasse do Fundo de Participação Estadual.

**TABELA 4**

**Participação Percentual do FPE nas Transferências Correntes  
valores bimestrais\* de 1991.1 a 1997.2**

BIMESTRE	FPE	Transferências Correntes	Relação R.Total
1991.1	71.845.816,00	82.368.540,00	87,22%
1991.2	80.212.714,00	106.433.904,00	75,36%
1991.3	100.789.424,00	113.414.856,00	88,87%
1991.4	102.204.964,00	123.198.224,00	82,96%
1991.5	76.823.012,00	91.299.320,00	84,14%
1991.6	82.411.516,00	108.651.896,00	75,85%
1992.1	59.540.444,00	69.670.160,00	85,46%
1992.2	67.948.232,00	81.432.004,00	83,44%
1992.3	96.281.852,00	112.827.384,00	85,34%
1992.4	87.262.200,00	96.791.200,00	90,16%
1992.5	82.105.360,00	93.198.556,00	88,10%
1992.6	88.445.496,00	106.033.992,00	83,41%
1993.1	97.312.716,00	103.952.580,00	93,61%
1993.2	89.027.328,00	97.242.448,00	91,55%
1993.3	104.384.920,00	115.211.912,00	90,60%
1993.4	87.829.568,00	99.413.336,00	88,34%
1993.5	77.746.344,00	88.438.436,00	87,91%
1993.6	103.667.736,00	123.009.688,00	84,28%
1994.1	91.809.832,00	100.179.384,00	91,65%
1994.2	72.509.544,00	97.141.544,00	74,64%
1994.3	85.336.896,00	94.571.068,00	90,24%
1994.4	83.284.308,00	90.260.596,00	92,27%
1994.5	84.815.468,00	92.863.672,00	91,33%
1994.6	96.449.216,00	115.074.672,00	83,81%
1995.1	117.172.820,00	128.930.084,00	90,88%
1995.2	98.787.804,00	109.912.752,00	89,88%
1995.3	120.356.588,00	134.691.772,00	89,36%
1995.4	102.997.568,00	117.071.212,00	87,98%
1995.5	98.956.984,00	118.500.052,00	83,51%
1995.6	102.416.488,00	134.385.300,00	76,21%
1996.1	110.097.136,00	125.783.032,00	87,53%
1996.2	131.797.476,00	153.834.328,00	85,67%
1996.3	103.146.336,00	125.521.780,00	82,17%
1996.4	98.045.816,00	120.574.888,00	81,32%
1996.5	95.429.992,00	130.904.324,00	72,90%
1996.6	113.771.688,00	155.678.880,00	73,08%
1997.1	126.191.214,69	146.241.615,69	86,29%
1997.2	109.474.060,00	120.005.250,00	91,22%
Média Período	94.702.285,70	111.173.780,04	85,49%
Média 2 últimos anos	109.390.110,56	131.932.702,81	83,10%
Crescimento no período (%)	52,37	45,69	4,59
crescimento nos últimos 2 anos (%)	-9,04	-10,90	2,09

\* Valores constantes a preços de agosto de 1996 - deflacionados pelo IGP-di  
Fonte: DIFIN-SEFAZ

Em relação ao ICMS, principal fonte própria de captação de recursos do estado, o FPE representou em média 61,11% do seu valor para todo período, entretanto este valor reduz-se para 57,23% quanto analisado apenas os dois últimos anos. Ainda sobre os dados da Tabela 5, reforçando os resultados anteriores, para o primeiro período, a relação FPE/ICM cresceu em 19,46%, enquanto que para o período mais recente decresceu em 16,16%.

**TABELA 5**

**Relação entre a arrecadação de ICMS e FPE no Estado do Ceará  
valores bimestrais\* de 1991.1 a 1997.2**

BIMESTRE	FPE	Arrecadação ICMS	Relação FPE/ICMS	Receita Total	Relação FPE/R.Total
1991.1	71.845.816,00	143.730.168,00	49,99%	277.044.384,00	25,93%
1991.2	80.212.714,00	131.063.616,00	61,20%	267.944.376,00	29,94%
1991.3	100.789.424,00	156.168.904,00	64,54%	303.511.568,00	33,21%
1991.4	102.204.964,00	151.507.864,00	67,46%	325.408.720,00	31,41%
1991.5	76.823.012,00	158.036.480,00	48,61%	304.105.264,00	25,26%
1991.6	82.411.516,00	134.997.152,00	61,05%	366.228.208,00	22,50%
1992.1	59.540.444,00	132.732.964,00	44,86%	262.596.728,00	22,67%
1992.2	67.948.232,00	114.796.192,00	59,19%	249.834.056,00	27,20%
1992.3	96.281.852,00	128.615.724,00	74,86%	325.912.384,00	29,54%
1992.4	87.262.200,00	138.897.976,00	62,82%	301.044.048,00	28,99%
1992.5	82.105.360,00	126.056.656,00	65,13%	255.456.256,00	32,14%
1992.6	68.445.496,00	139.440.752,00	63,43%	319.080.144,00	27,72%
1993.1	97.312.716,00	129.535.416,00	75,12%	281.632.384,00	34,55%
1993.2	89.027.328,00	128.581.784,00	69,24%	291.669.632,00	30,52%
1993.3	104.384.920,00	122.040.344,00	85,53%	270.912.336,00	38,55%
1993.4	87.829.568,00	126.385.528,00	69,49%	309.244.064,00	28,40%
1993.5	77.746.344,00	123.805.332,00	62,80%	314.277.920,00	24,74%
1993.6	103.667.736,00	131.208.452,00	79,01%	409.278.208,00	25,33%
1994.1	91.809.832,00	131.030.340,00	70,07%	579.957.056,00	15,83%
1994.2	72.509.544,00	114.423.724,00	63,37%	348.015.248,00	20,84%
1994.3	85.336.896,00	133.607.352,00	63,87%	338.718.832,00	25,19%
1994.4	83.284.308,00	139.274.720,00	59,80%	260.277.952,00	32,00%
1994.5	84.815.468,00	184.727.296,00	45,91%	306.339.648,00	27,69%
1994.6	96.449.216,00	189.320.536,00	50,94%	352.905.728,00	27,35%
1995.1	117.172.820,00	190.974.624,00	61,36%	372.271.120,00	31,46%
1995.2	98.787.804,00	176.966.672,00	55,82%	319.590.048,00	30,91%
1995.3	120.356.588,00	168.975.456,00	71,23%	342.917.136,00	35,10%
1995.4	102.997.588,00	164.020.528,00	62,80%	322.583.328,00	31,93%
1995.5	98.956.964,00	185.780.504,00	53,27%	403.614.752,00	24,52%
1995.6	102.416.488,00	187.432.768,00	54,64%	385.389.280,00	26,57%
1996.1	110.097.136,00	208.858.680,00	52,71%	391.713.072,00	28,11%
1996.2	131.797.476,00	189.532.760,00	69,54%	379.716.000,00	34,71%
1996.3	103.146.336,00	184.231.240,00	55,99%	352.263.040,00	29,28%
1996.4	98.045.816,00	193.085.984,00	50,78%	346.048.448,00	28,33%
1996.5	95.429.992,00	207.611.340,00	45,97%	374.424.700,00	25,45%
1996.6	113.771.688,00	218.715.800,00	52,02%	404.973.100,00	28,09%
1997.1	126.191.214,69	217.027.262,80	58,15%	422.089.202,30	29,90%
1997.2	109.474.060,00	183.331.000,00	59,71%	345.377.800,00	31,70%
Média Período	94.702.285,70	157.540.786,60	61,11%	338.430.888,69	28,52%
Média 2 últimos anos	109.390.110,56	192.383.610,23	57,23%	372.592.488,19	29,48%
Crescimento no período (%)	52,37	27,55	19,46	24,67	22,23
crescimento nos últimos 2 anos (%)	-9,04	8,50	-16,16	0,72	-9,69

\* Valores constantes a preços de agosto de 1996 - deflacionados pelo IGP-di  
Fonte: DIFIN-SEFAZ

Já para a Receita Total, a contribuição percentual do FPE esteve em torno de 28,52%, apresentando um crescimento no período de 22,23%.

Os recursos repassados com o FPE, assim como os do FPM (destinados aos Municípios), são originados da aplicação de um percentual, estabelecido em lei, sobre a arrecadação total dos Impostos IR, Imposto de Renda, e IPI, Imposto sobre Produtos Industrializados, em todo território nacional menos a porcentagem destinada à União.

O repasse do FPE tem como objetivo complementar a receita estadual conforme as necessidades da população em relação aos serviços públicos. Sua distribuição é dada de acordo com um critério de compensação, que envolve o espaço geográfico do Estado, sua população e sua renda per capita. Isto é, através desse conjunto de variáveis, o qual supõe-se ser uma aproximação da demanda por serviços públicos, é que se determina a parte de recursos repassados competentes a cada estado. A equação estabelecida como critério de repartição tem a seguinte formulação:

$$Q_{i,t} = (0,05Fe) \frac{a_i}{\sum a_i} + (-0,05Fe) \frac{k_i}{\sum k_i}$$

onde :

$$k_i = f_i \times J_i ;$$

$Q_{i,t}$  = quota do estado  $i$  no período  $t$ ;

$a_i$  = superfície do estado  $i$ ;

$k_i$  = coeficiente individual de participação;

$f_i$  = fator representativo da população calculado com base na participação da população do estado  $i$  na população total do país;

$J_i$  = fator representativo da renda per capita do estado  $i$ , calculada com base no inverso do índice relativo à renda per capita de cada entidade, tomando-se como 100 a renda per capita média mensal do Brasil.

Atribuí-se, dessa forma, peso igual à população e à renda per capita, sendo estas variáveis as que expressam de melhor forma as necessidades da população quando se analisa a demanda por serviços públicos.

As receitas de capital, Tratadas no parágrafo 2 do artigo 11 da lei 4.320, são caracterizadas por:

- a) serem provenientes da realização de recursos financeiros oriundos de constituição de dívidas - todo empréstimo;
- b) serem provenientes da conversão em espécie de bens e direitos - em se tratando de imóveis é exigida autorização legislativa;
- c) serem recursos recebidos de outras pessoas de Direito Público ou Privado, destinados a atender as despesas classificáveis em Despesas de Capital<sup>13</sup>;
- d) serem o resultado de um superávit do Orçamento Corrente, que também é destinado ao atendimento de despesas de capital.

O fraco desempenho da participação das Receitas de Capital na Receita Total, em média de 6,5% (Tabela 1) ao ano e, principalmente, sua variância desordenada - como podemos ver suas contribuições estiveram num intervalo de 0,34% a 19,69% da Receita Total - contribuíram para sua exclusão do conjunto de modelos preditores.

---

<sup>13</sup> As despesas e receitas de capital são caracterizadas por serem operações de capital. Estas por vez são as operações que:

- a) Provenham da alienação de um bem de capital (receita);
- b) Dêem em resultado um bem de capital (receita);
- c) Estejam, na lei, definidas como operações de capital (obtenção de empréstimos - receita, concessão de empréstimos - despesas, etc.);

## 1.2. MODELOS DE PREVISÃO APLICADOS ÀS FINANÇAS ESTADUAIS: ASPECTOS INSTITUCIONAIS E PROPOSTAS ATUAIS DO ESTADO

Apesar das previsões constituírem-se em instrumento essencial para o planejamento, auxiliando a administração fazendária na definição de metas e estratégias a se seguir, a matéria legislativa que trata deste assunto específico, não delineou claramente uma metodologia de predição para a Receita Orçamentária.

As normas estabelecidas pela Lei 4.320 que tratam da estimativa da Receita Orçamentária são citadas nos Artigos 29 e 30 e dizem o seguinte:

⇒ Art. 29 - Caberá aos Órgãos de contabilidade ou arrecadação organizar demonstrações mensais da receita arrecadada, segundo as rubricas, para servirem de base à estimativa da receita, na proposta orçamentária.

Parágrafo único - quando houver órgão central de orçamento, essas demonstrações ser-lhe-ão remetidas mensalmente.

⇒ Art. 30 - A estimativa da receita terá por base as demonstrações a que se refere o artigo anterior, a arrecadação dos últimos exercícios, pelo menos, bem como as circunstâncias de ordem conjuntural e outras, que possam afetar a produtividade de cada fonte de receita.

Vê-se então, que a idéia sobre previsão de receita proposta pela Lei é extremamente vaga, não determinando um rigor técnico a ser empregado.

---

d) Estejam, por ato do poder Público, vinculadas à constituição ou à aquisição de bens de capital (transferências de capital - que esta vinculada a um bem de capital - despesas)

Historicamente as receitas são estimadas com base na regra do último ano, ou seja, as receitas para o ano orçamentário subsequente são previstas como idênticas as do ano anterior. Uma segunda técnica para predição das receitas, também teve origem em práticas orçamentárias do último século. Trata-se do método das médias, que consiste nas estimativas da *receita preparadas com base numa média de acréscimos ou decréscimos de três ou cinco anos anteriores ao exercício a ser previsto* (Burkhead, 1971). Entretanto estes métodos tradicionais quando utilizados, ao passar do tempo, caíram no descrédito.

Atualmente, no caso do estado do Ceará, para previsão das finanças públicas são utilizados diversos modelos, de curto e longo prazos, baseados na metodologia de Séries Temporais. Trata-se de modelos ARIMA, de Alisamento Exponencial e Funções de Transferências<sup>14</sup> aplicados aos principais componentes das contas estaduais; tanto para os itens da Receita, a arrecadação do ICMS e do FPE por exemplo, como também para itens da Despesa, Investimento, Gasto com Pessoal, etc.

Entretanto, em se tratando dos modelos de curto prazo, a SEFAZ limitou-se a operar apenas com modelos para previsão do ICMS e FPE. Apesar de serem os componentes de maior importância para suas finanças, a previsão da receita estadual como um todo fica presa unicamente aos seus resultados.

---

<sup>14</sup> Funções de Transferências é o resultado da inclusão de termos estruturais da metodologia ARIMA em Equações Econométricas, no intuito de modelar os resíduos gerados pelo modelo inicial. Para mais informações sobre esta metodologia consultar Castelar, Ferreira e Linhares 1996 e Costa 1994.

Um dos objetivos deste estudo é tentar fornecer um número maior de variáveis previstas, com a mesma metodologia empregada anteriormente, no intuito de suprir esta deficiência, ou seja, apresentar modelos preditores para os demais itens não abrangidos pelos modelos aplicados na SEFAZ/CE. Vale lembrar que além de estimá-los também é feita uma análise sobre a qualificação da técnica empregada na geração de previsões.

Para isso procurou-se estimar somente os agregados de maior importância financeira para o estado do Ceará, descritos na seção anterior. São eles: Receita Total, Receita Própria, arrecadação de ICMS, Transferências Correntes e FPE.

Com a introdução de um conjunto de modelos preditores, o planejamento das finanças estaduais pode basear-se em um novo quadro técnico onde várias previsões podem ser analisadas e contrastadas, obtendo assim melhores resultados.

Uma observação a ser feita é com relação a freqüência dos dados aqui utilizados para estimação do modelo. Preferiu-se a freqüência bimestral<sup>15</sup> porque os modelos bimestrais apresentam um caráter mais prático quando se leva em consideração a necessidade da administração fazendária de elaborar metas e planejamento antecipadamente. Os modelos mensais, como por exemplo o do ICMS, tinham a geração de sua previsão para o mês seguinte limitada a se realizar apenas depois do 15º. dia do mês atual, quando o valor

---

<sup>15</sup> O valor bimestral aqui trabalhado é a soma dos valores de qualquer conta para os dois meses subsequentes. Neste caso o 1º bimestre de 1991, 1991.I, é a soma dos valores para janeiro e fevereiro de 1991.

presente do ICMS era disponível, restando poucos dias para se traçar uma estratégia prévia<sup>16</sup>. Os modelos bimestrais aparecem então como os mais viáveis para a organização prévia do Estado, desde que a administração fazendária irá dispor de aproximadamente 45 dias para tomar decisões quanto a melhor forma de alocar os recursos arrecadados.

---

<sup>16</sup> Os modelos são empregados para prever apenas um período a frente, sendo portanto necessário o valor mais recente da variável a ser prevista.

## CAPÍTULO 2

### MODELOS DE SÉRIES TEMPORAIS

A metodologia subjacente aos modelos propostos neste trabalho tem como principal característica fornecer previsões a partir das informações contidas nos dados passados da série. Seu método *envolve a construção de equações lineares e estocásticas capazes de descrever o comportamento das séries temporais*<sup>17</sup>, sem necessitar da inclusão de variáveis exógenas

Primeiramente, foram aplicadas às variáveis em estudo, dois diferentes tipos de abordagem de séries temporais, a metodologia ARIMA e o processo de Alisamento Exponencial. Ambas as técnicas diferem das regressões econométricas por serem fundamentadas unicamente no comportamento passado da variável em questão.

Numa segunda etapa, já definido os modelos, foi elaborado um terceiro modelo tendo por base a combinação ponderadas das previsões dos modelos anteriores. As ponderações são estabelecidas de acordo com o grau de desempenho obtido pelas previsões de cada modelo no período ex-post<sup>18</sup>. Por fim um processo de avaliação semelhante ao aplicado na definição dos pesos da combinação, foi empregado na seleção dos melhores modelos.

---

<sup>17</sup> Ferreira, 1996.

<sup>18</sup> Período ex-post é o período previsto onde ainda se dispõe do valores reais da séries estudada. A principal função é a comparação dos valores previstos com os reais

## 2.1. MÉTODO DE ALISAMENTO EXPONENCIAL

Os métodos de Alisamento Exponencial são na verdade algoritmos que operam através da decomposição das informações contidas em uma única série temporal, tais como tendência e sazonalidade, com base no princípio de que os dados mais recentes exercem maior influência no comportamento presente da série. Desta forma, o processo de alisamento Exponencial identifica os componentes da série e atribui pesos exponencialmente declinantes conforme seus valores ficam defasados.

Diferente dos modelos ARIMA, que também são baseados unicamente no comportamento passado da série, o método de alisamento exponencial não possibilita a inclusão de variáveis explicativas, ou exógenas, nas suas funções de previsão. Tal impossibilidade não permite a elaboração de modelos teóricos de análise, limitando a técnica de alisamento a apenas atuar no campo da previsão.

Para um melhor entendimento da técnica de alisamento utilizado neste estudo - Holt Winters - apresenta-se inicialmente uma concepção simplificada de alisamento exponencial, o Alisamento Exponencial Simples.

### 2.1.1. ALISAMENTO EXPONENCIAL SIMPLES

A Técnica mais simples de alisamento exponencial, constitui-se na elaboração de uma média móvel fundamentada na ponderação dos valores passados da série alisada. Como já foi mencionado, esta ponderação é dada de forma que maiores pesos sejam fixados as informações mais recentes, declinando exponencialmente com a defasagem no tempo. Através deste processo, as previsões gerados por modelos alisados atribuem na sua formação graus de maior importância ao comportamento recente da série.

Suponha a série do ICMS<sup>19</sup> no período de 1 a t, ausente de tendência e sazonalidade.<sup>20</sup>

$$ICMS_1, ICMS_2, \dots, ICMS_{t-1}, ICMS_t$$

Aplicando o processo de alisamento exponencial sobre a série, podemos determinar o valor alisado do ICMS no tempo t+1 através da equação:

$$(S1) \quad PICMS_{t+1} = \alpha ICMS_t + \alpha(1-\alpha)ICMS_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 ICMS_{t-2} + \dots + \alpha(1-\alpha)^t ICMS_1$$

De forma mais simplificada, a equação acima pode ser representada por meio de uma combinação linear entre a última observação do ICMS e a última previsão (o valor alisado para o ICMS<sub>t</sub>). Refazendo a equação S1 podemos obtêm-se:

$$(S2) \quad PICMS_{t+1} = \alpha ICMS_t + (1-\alpha)[\alpha ICMS_{t-1} + \alpha(1-\alpha)ICMS_{t-2} + \dots]$$

<sup>19</sup> Todos exemplos nesta seção e na seção subsequente utilizam a série do ICMS

<sup>20</sup> Pressuposto para este método mais simples

Com base na equação S1 pode-se entender o valor alisado do ICMS no tempo (t) como sendo representado pela equação abaixo:

$$(S3) \quad PICMS_t = \alpha ICMS_{t-1} + \alpha(1-\alpha)ICMS_{t-2} + \dots$$

Substituindo S3 em S2 encontra-se o que pode ser denominado de equação de alisamento para o nível da série.

$$(S4) \quad PICMS_{t+1} = \alpha ICMS_t + (1-\alpha)PICMS_t$$

O parâmetro  $\alpha$  é denominado de constante de alisamento e seu valor varia entre 0 e 1. Como pode ser observado na equação acima quão mais próximo de 1 estiver  $\alpha$  maior será a importância da observação passada na previsão de um período à frente.

Uma terceira alternativa de se escrever a equação alisada é fazer o valor da previsão uma função dos valores previstos e dos erros de previsão no período anterior a t. Modificando a equação S4 obtêm-se:

$$(S5) \quad PICMS_{t+1} = \alpha ICMS_t + PICMS_t - \alpha PICMS_t$$

$$(S6) \quad PICMS_{t+1} = PICMS_t + \alpha(ICMS_t - PICMS_t)$$

Sendo a diferença  $ICMS_t - PICMS_t$  igual ao erro de previsão no tempo t encontramos:

$$(S7) \quad PICMS_{t+1} = PICMS_t + \alpha \varepsilon_t$$

Com base nesta equação podemos então concluir que o valor alisado para o período posterior da série é tão somente a previsão passada corrigida pelo seu erro numa direção oposta ao seu sinal. Ou seja, a técnica de alisamento embute no seu processo uma espécie de auto-ajustamento,

gerando seus valores futuros por meio de uma correção automática das previsões passadas com a ponderação dos próprios erros.

O fator de ponderação  $\alpha$  é estimado através de um método iterativo que minimize a raiz do erro quadrático médio. RMSE, podendo também ser aplicado sobre o erro absoluto médio, MAE, ou o erro absoluto percentual médio, MAPE, usualmente utilizados em trabalhos desta natureza. O processo interage, numa espécie de varredura sobre os dados procurando um valor para  $\alpha$  que torne o RMSE o menor possível.

No entanto, para se inicializar o alisamento da série é necessário o conhecimento da previsão inicial  $PICMS_1$ . Este fato fica visível quando fazemos o valor do  $PICMS_{t+1}$  uma função dos valores reais do ICMS utilizando a equação S4:

$$(S8) \quad PICMS_{t+1} = \alpha ICMS_t + (1 - \alpha) PICMS_t$$

onde,

$$(S9) \quad PICMS_t = \alpha ICMS_{t-1} + (1 - \alpha) PICMS_{t-1}$$

Resolvendo na equação S4 encontramos então:

$$(S10) \quad PICMS_{t+1} = \alpha ICMS_t + \alpha(1 - \alpha) ICMS_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 ICMS_{t-2} + \dots + (1 - \alpha)^t PICMS_1$$

O valor de  $PICMS_1$  não pode ser calculado já que não dispõe-se dos valores  $ICMS_0$  e  $PICMS_0$ . Para solucionar este problema, diversas alternativas podem ser empregadas. Pode-se, por exemplo, fazer o valor da primeira previsão igual ao valor real inicial da série a ser alisada, ou seja,

$$(S11) \text{PICMS}_1 = \text{ICMS}_1$$

Quando escolhido esse caminho deve-se verificar o grau de importância da primeira observação no comportamento apresentando pela série, como em caso de pequenos períodos em que seu valor tem grande representatividade.

Uma segunda opção, quando, por exemplo, as observações da série flutuam em torno de um valor constante, é tornar a primeira previsão igual ao valor médio destas observações.

$$(S12) \text{PICMS}_1 = \frac{\sum_{i=1}^t \text{ICMS}_i}{t}$$

O importante é que, ao se valorar a primeira previsão, o critério utilizado neste cálculo seja o mais coerente possível com as características da série.

### **2.1.2. O MÉTODO DE HOLT-WINTER**

Em alguns casos, as séries econômicas nem sempre condizem com as características exigidas para aplicação do alisamento exponencial simples - como ausência de tendência e sazonalidade. Seu emprego em séries que apresentem tais características implicaria em perda de eficiência e confiabilidade de suas previsões, já que estas não incorporariam as informações relativas a estes dois fatores.

Na tentativa de contornar este problema, uma opção é aplicar o método de Holt-Winter. Tal método aparece como forma complementar ao alisamento exponencial simples, suprimindo seu processo de modelagem com a inclusão de informações a respeito dos fatores de tendência e sazonalidade.

#### A) Método Holt-Winter com Tendência

A técnica mais simples de Holt-winter incorpora o termo de tendência à equação de alisamento exponencial simples de forma que seus valores sejam alisados separadamente, gerando assim uma nova constante de alisamento.

Aplicando o novo método sobre a série do ICMS obtêm-se além de uma nova equação para o nível, S13, uma função de alisamento para tendência, S14.

$$(S13) \quad PICMS_t = \alpha ICMS_t + (1 - \alpha)(PICMS_{t-1} + TEND_{t-1})$$

$$(S14) \quad TEND_t = \beta(PICMS_t - PICMS_{t-1}) + (1 - \beta)TEND_{t-1}$$

onde,

$\beta$  = constante de alisamento para a estimativa da tendência, que também varia de 0 a 1;

$TEND_t$  = estimativa da tendência no tempo t.

Como resultado, o valor da previsão do ICMS para m períodos a frente é dado pela equação S15.

$$(S15) \quad PICMS_{t+m} = PICMS_t + mTEND_t$$

Vale observar que mesmo com a incorporação de um novo termo o processo ainda permanece auto-ajustável, ou seja, utiliza a ponderação dos erros passados no ajuste das previsões futuras. Podemos então, de forma semelhante ao caso anterior, rescrever as equações S13 e S14 como funções do erro de previsão.

$$(S16) \quad PICMS_t = \alpha ICMS_{t-1} + TEND_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$$

$$(S17) \quad TEND_t = TEND_{t-1} + \alpha \beta \varepsilon_t$$

Diferente da equação S7 agora o ajuste da previsão é dada ponderando-se os erros passados com os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ .

#### B) Método Holt-Winter com Tendência e Sazonalidade

Semelhante ao caso anterior, o que o método Holt-Winter faz é incorporar também o termo sazonal, ainda sob a condição de alisar os termos separadamente. O novo método, então, é baseado em três equações: uma para a constante de alisamento, uma para a tendência e outra para sazonalidade

A inclusão do termo sazonal pode ser dada de duas formas: pela versão aditiva, que soma o termo sazonal à equação de previsão S14; e pela versão multiplicativa. Na versão aditiva as equações de alisamento exponencial podem ser apresentadas da seguinte forma:

$$(S18) \quad PICMS_t = \alpha (ICMS_t - SAZ_{t-s}) + (1 - \alpha)(PICMS_{t-1} + TEND_{t-1})$$

$$(S19) \quad TEND_t = \beta(PICMS_t - PICMS_{t-1}) + (1 - \beta)TEND_{t-1}$$

$$(S20) \quad SAZ_t = \gamma(PICMS_t - PICMS_{t-1}) + (1 - \gamma)SAZ_{t-s}$$

onde  $s$  é a periodicidade da sazonalidade e  $\gamma$  é a constante de alisamento para o fator sazonal.

Incluso todos os fatores na equação pode-se agora interpretar de forma mais clara o significados das partes integrantes do modelo de Holt-Winter. A primeira equação propõe que a nível da série do ICMS é obtida através de uma média ponderada entre a série desazonalizada e a soma das estimativas para o nível e tendência da série no período anterior.

Já a equação S19, que permanece inalterada em relação ao método anterior, é derivada de uma outra combinação linear entre a inclinação do nível da série do período  $t-1$  a  $t$  e a tendência estimada para o período anterior.

O mesmo raciocínio se aplica para expressão da componente sazonal. Ou seja, a componente sazonal também resulta da combinação linear entre a estimação mais recente do fator sazonal e a estimação para o fator no tempo imediatamente anterior.

A equação completa de Holt-Winter (versão aditiva) para previsão do ICMS  $m$  períodos a frente pode ser escrita da seguinte forma:

$$(S21) \quad PICMS_{t+m} = PICMS_t + mTEND_t + SAZ_{t+m}$$

Como o coeficiente sazonal para o tempo  $t+m$  não está disponível supõe-se que ele é igual ao obtido no tempo anterior relativo a periodicidade da série. Por exemplo, se a série é bimestral, seis tempos num ano, o

coeficiente de sazonalidade para o 3º bimestre de um ano seguinte seria igual ao do 3º bimestre do ano anterior.

Para a versão multiplicativa, a componente sazonal é incluída na equação S14 multiplicando-a pelos componentes do nível e da tendência. Matematicamente:

$$(S22) \text{PICMS}_{t,m} = (\text{PICMS}_t + m\text{TEND}_t) \cdot \text{SAZ}_{t+m}$$

Consequentemente as equações S18, S19 e S20 têm suas fórmulas alteradas:

$$(S23) \text{PICMS}_t = \alpha \frac{\text{ICMS}_t}{\text{SAZ}_{t-s}} + (1-\alpha)(\text{PICMS}_{t-1} + \text{TEND}_{t-1})$$

$$(S24) \text{TEND}_t = \beta(\text{PICMS}_t - \text{PICMS}_{t-1}) + (1-\beta)\text{TEND}_{t-1}$$

$$(S25) \text{SAZ}_t = \gamma \frac{\text{ICMS}_t}{\text{PICMS}_t} + (1-\gamma)\text{SAZ}_{t-s}$$

Apesar da complexidade que o novo método de alisamento adquire com a incorporação de novas constantes de alisamento, o processo de varredura, sob a condição de minimizar o RMSE, o MAE ou o MAPE, ainda continua válido para estimar os coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Com relação ao valor de  $\text{PICMS}_1$ , o mesmo procedimento referido anteriormente pode ser empregado. Já para os valores iniciais da tendência e da sazonalidade, supõe-se que  $\text{TEND}_1$  seja igual a 0 e que o valor de  $\text{SAZ}_1$  seja igual a diferença  $\text{PICMS}_2 - \text{ICMS}_1$ .

As vantagens de se empregar esta metodologia estão principalmente ligadas à simplicidade da sua elaboração, permitindo sua rápida revisão e atualização em face de mudanças estruturais. Dentre as principais

desvantagens estão, como já citado, a sua rigidez quanto a introdução de variáveis explicativas na equação de previsão e a falta de um apoio estatístico na elaboração de seu processo (COSTA, 1994).

## 2.2. MODELOS ARIMA

A metodologia ARIMA (autoregressive integrated moving average) assume que o comportamento da série original é gerado por um processo estocástico<sup>21</sup>, de acordo com a distribuição de probabilidade dos dados, que pode ter sua estrutura definida e descrita. Ou seja, o movimento da série é influenciado por vários fatores presentes nos próprios dados passados da série, que podem ser identificados e descritos por meio de uma equação. (Pindyck e Rubinfeld, 1981).

O método pressupõe ainda que os mesmos agentes influenciadores ainda continuarão a atuar no futuro, ou seja:

$$(A1) \text{ ICMS}_{t+1} = f(\text{ICMS}_t, \text{ICMS}_{t-1}, \dots, \text{ICMS}_2, \text{ICMS}_1)$$

A questão central da metodologia ARIMA é, portanto, estimar, com base nos dados amostrais de uma série quais os componentes presentes nos próprios dados que agem influenciando em sua evolução no tempo.

Diante desta problemática, Box e Jenkis procuraram sistematizar uma série de etapas que, se seguidas, poderia-se fornecer estimativas de forma

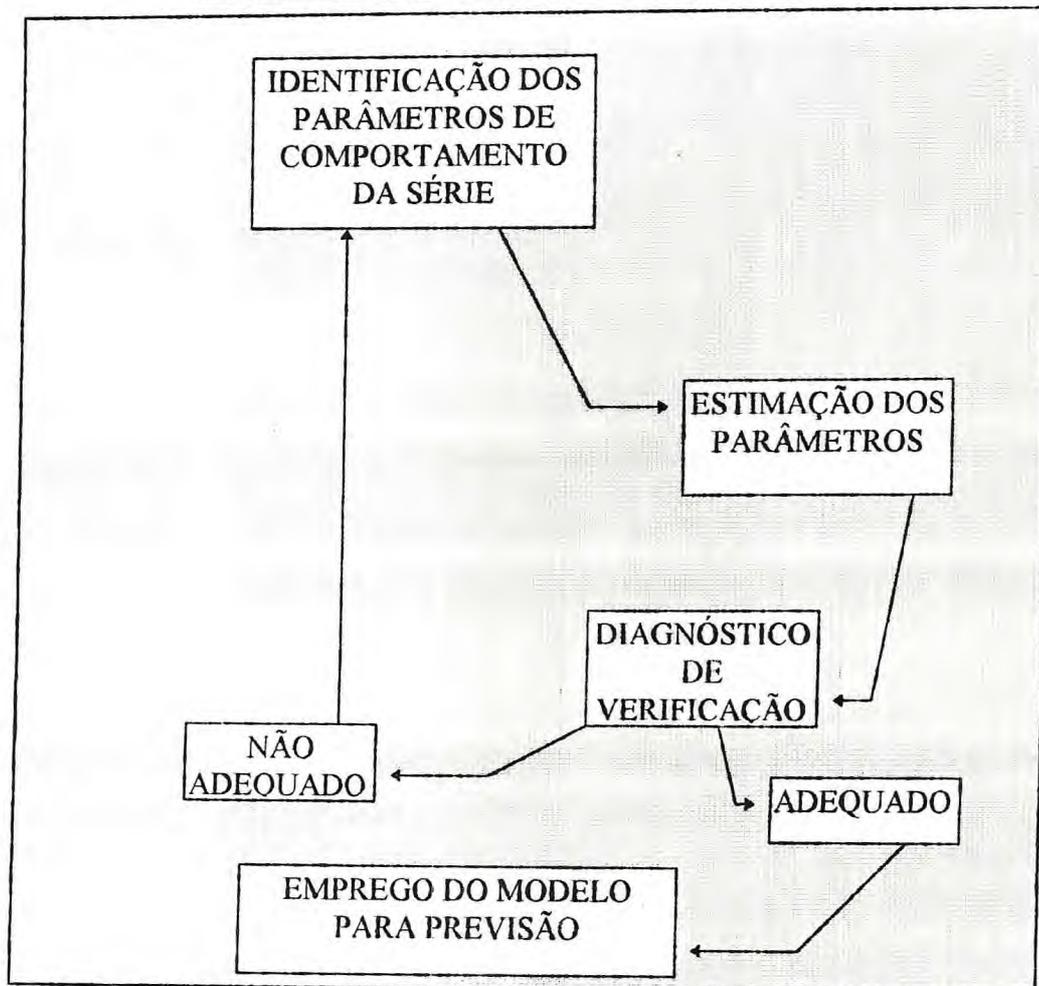
---

<sup>21</sup> Quando se diz que um conjunto de valores observados foi gerado por um processo estocástico está se afirmando que a série temporal é uma e apenas uma das infinitas realizações possíveis que poderiam ter

mais eficiente. O procedimento é composto de três etapas que procura identificar o modelo, estimá-lo e verificar sua adequação à série proposta. A condução dos três estágios é dado de acordo com o diagrama abaixo:

### QUADRO 3

#### Procedimentos de Estimação do Modelo ARIMA



Inicialmente é feita a identificação dos parâmetros estruturais do processo estocástico que governa a série. Tendo estes sido identificados dá-se a fase de estimação dos coeficientes para cada termo estrutural. Na fase

---

side geradas a partir de uma função de distribuição conjunta de probabilidade, representada por  $P(X_1, X_2, \dots, X_t)$ . (Costa 1994)

seguintes são aplicados diversos testes estatísticos, no intuito de verificar se a especificação do modelo está correta. Caso os resultados sejam positivos, o modelo pode ser empregado para previsão; caso contrário, retorna-se para fase de identificação. Este processo é explicado mais detalhadamente nos itens A, B e C a seguir.

#### A) Identificação dos Parâmetros de Comportamento da Série

Na primeira etapa verifica-se se a série analisada é ou não estacionária. A série é considerada estacionária quando seu processo estocástico não apresenta alterações de um período para outro. Ou seja, quando ambas distribuições de probabilidade, para cada período, não variam com relação ao deslocamento no tempo:

$$(A2) f(ICMS_1, \dots, ICMS_i) = f(ICMS_{i+1}, \dots, ICMS_{i+n})$$

Sendo assim, é de extrema importância que a série esteja estacionarizada antes da identificação de seus parâmetros comportamentais, pois, em caso contrário, estes se modificariam a cada passagem de um período para outro onde o processo estocástico apresente variação de sua distribuição de probabilidade que gerou os dados, o que impossibilitaria sua correta descrição.

A estacionaridade da série pode ser caracterizada por fraca, implicando tanto na constância da média da série ao longo do tempo, como também de sua variância (Pindyck e Rubinfeld, 1981). Matematicamente:

$$(A3) E(ICMS_i) = E(ICMS_{i+n}) = \mu_{ICMS}$$

$$(A4) E[(ICMS_i - \mu_{ICMS})^2] = E[(ICMS_{i+n} - \mu_{ICMS})^2] = \sigma_{ICMS}^2$$

Ou por forte, o que resultaria num terceiro resultado além dos dois anteriores: a covariância entre duas observações em períodos diferentes são apenas função da distância temporal entre eles, equações A5 e A6.

$$(A5) COV(ICMS_j, ICMS_k) = COV(ICMS_{i+j}, ICMS_{i+k})$$

$$(A6) E[(ICMS_j - \mu_{ICMS})(ICMS_k - \mu_{ICMS})] = E[(ICMS_{i+j} - \mu_{ICMS})(ICMS_{i+k} - \mu_{ICMS})]$$

sendo  $1 \leq j \leq k \leq i$ .

O que ocorre na prática é na realidade uma aproximação da condição apresentada pela equação A2, usualmente denominada de estacionaridade fraca.

Se a série apresentar estacionária forte, seu processo estocástico pode ser suficientemente caracterizado através de uma única realização, já que definiria sua média, variância e covariância.

Caso a série não seja estacionária, por exemplo apresente tanto tendência como sazonalidade, esta pode ser estacionarizada por meio de diferenciações sucessivas dos dados o número de vezes necessárias para retirar tanto tendência como a sazonalidade. A diferenciação para tendência é dada seguindo a fórmula abaixo:

$$(A7) ICMS'_i = \Delta^d ICMS_i = (1 - B)^d ICMS_i$$

onde  $d$  é o número de diferenças aplicadas na série e  $B$  é o operador de defasagem tal que  $B^d ICMS_i = ICMS_{i-d}$

Por exemplo, se logo na primeira diferença fosse eliminada a tendência<sup>22</sup> teríamos:

$$(A8) \Delta^1 ICMS_t = (1 - B)^1 ICMS_t$$

onde,

$$(A9) B^1 ICMS_t = ICMS_{t-1}$$

Aplicando a equação A9 na equação A8 encontra-se a nova série estacionarizada:

$$(A10) \Delta^1 ICMS_t = ICMS_t - B^1 ICMS_t$$

$$(A11) \Delta^1 ICMS_t = ICMS_t - ICMS_{t-1}$$

Para extração da sazonalidade geralmente se emprega a diferenciação sazonal, onde a série é diferenciada pelos valores passados do período sazonal, isto é,

$$(A12) ICMS_t'' = \Delta_s^Z ICMS_t = (1 - B^S)^Z ICMS_t$$

S = periodicidade sazonal;

Z = número de diferenças sazonais.

No caso de além desses dois fatores a série ainda apresentar variância instável, aplica-se adicionalmente a transformação logarítmica dos dados, a fim de diminuir sua variabilidade. A variabilidade é reduzida através

---

<sup>22</sup> Caso a tendência seja não-linear, talvez uma única diferenciação não seja suficiente para retirá-la. Deve-se então realizar tantas diferenciações quanto necessárias para que a tendência seja realmente eliminada.

da logaritimização dos dados devido à redução relativa da escala de valores da série<sup>23</sup>.

Supondo-se então que a série do ICMS apresenta todas essas características não estacionárias a metodologia ARIMA só seria aplicada sobre uma nova série A13 resultante da aplicação de todo o processo descrito anteriormente (Costa, 1994).

$$(A13) \text{ ICMS}_i^m = \Delta^d \Delta_s^Z \log_n \text{ ICMS}_i$$

A presença desse fatores pode ser identificada tanto pela observação visual do comportamento da série, verificando por exemplo a evolução do seu gráfico, como também pela análise da função de autocorrelação (FAC) de seus dados, equações A10 e A11.

$$(A14) \rho_k = \frac{E[(\text{ICMS}_t - \mu_{\text{ICMS}})(\text{ICMS}_{t-k} - \mu_{\text{ICMS}})]}{\sigma_{\text{ICMS}}^2}$$

$$(A15) \rho_k = \frac{\text{COV}(\text{ICMS}_t, \text{ICMS}_{t-k})}{\sigma_{\text{ICMS}}^2} \quad \text{onde, } 0 < \rho < 1.$$

No caso de dados amostrais do ICMS a equação da F.A.C. poderia ser descrita da seguinte forma:

$$(A16) \hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^n (\text{icms}_t, \text{icms}_{t-k})}{\sum_{t=1}^n \text{icms}_t^2}$$

onde  $\text{icms}_t$  é o desvio de cada dado no tempo  $t$  em relação à média do período ( $\overline{\text{ICMS}}$ ), ou seja,

<sup>23</sup> Para maiores detalhes a respeito da estacionarização de séries temporais pode-se consultar Madalla

$$(A17) \text{ icms}_t = (ICMS_t - \overline{ICMS})$$

O que na verdade a equação faz é estimar o grau de correlação existente entre os dados no tempo  $t$  e  $t + k$ . Neste caso, para série que apresente tendência, os valores de  $\hat{\rho}_k$  decrescem lentamente com a defasagem dos dados. Isto se deve ao fato de que a presença de tendência faz com que os dados mantenham uma forte correlação por um período relativamente longo no decurso da série. Já para sazonalidade este mesmo fato ocorre, sendo que os valores de  $\hat{\rho}_k$  decrescem lentamente em relação aos dados dos períodos sazonais. Ou seja, o efeito de correlação é forte mas caracteriza-se por atuar apenas de tempo em tempo, de acordo com a periodicidade da sazonalidade.

Uma vez a série se apresente estacionária, dá-se a fase de identificação dos termos estruturais que compõem o processo estocástico da série. No caso mais simples, esses termos podem ser classificados em autoregressivos e de média móvel.

Para o processo de média móvel de ordem  $q$  cada observação do ICMS é gerada por uma média ponderada dos erros aleatórios passados defasados em  $q$  períodos. O processo MA ( $q$ ) é descrito da seguinte forma:

$$(A18) ICMS_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

onde,

1.  $\mu = E(ICMS_t)$

$$2. \varepsilon_t \sim (0, \sigma_\varepsilon^2)$$

$$3. E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-k}) = 0$$

As condições 2 e 3 acima são relativas ao pressuposto do modelo (estacionaridade da série), o qual afirma serem as perturbações  $\varepsilon_t$  geradas por um processo de ruído branco. Isto é, cada valor de  $\varepsilon_t$  tem distribuição normal com média 0 e variância  $\sigma_\varepsilon^2$ , e não apresenta correlação com os demais valores (t-k) - condição 3.

A variância do processo MA (q) pode ser descrita conforme as equações A19 e A20.

$$(A19) \text{VAR}(ICMS_t) = E[(ICMS_t - \mu)^2]$$

$$(A20) \text{VAR}(ICMS_t) = E[\varepsilon_t^2 + \theta_1^2 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \theta_q^2 \varepsilon_{t-q}^2 - 2\theta_1 \varepsilon_t \varepsilon_{t-1} - \dots]$$

Aplicando-se a condição 2 e 3 descrita acima e resolvendo as esperanças obtemos:

$$(A21) \text{VAR}(ICMS_t) = \sigma_\varepsilon^2 + \theta_1^2 \sigma_\varepsilon^2 + \dots + \theta_q^2 \sigma_\varepsilon^2$$

$$(A22) \text{VAR}(ICMS_t) = \sigma_\varepsilon^2 (1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2)$$

A restrição imposta para que o processo seja realmente estacionário é

que a variância seja finita. Isto é,  $\sum_{i=1}^q \theta_i^2 < \infty$

A covariância do processo MA (q) é dada pela equação abaixo:

$$(A19) \text{COV}(ICMS_t, ICMS_{t-k}) = \sigma_\varepsilon^2 (-\theta_k + \theta_1 \theta_{k+1} + \dots + \theta_{q-k} \theta_q)$$

A ordem  $q$  do processo de média móvel é identificado na função de autocorrelação dos dados, onde, teoricamente, os valores de  $\rho_k$  para  $k > q$  são iguais a zero. Ou seja, a FAC resultante para uma média móvel de ordem  $q$  seria:

$$(A23) \rho_k = \begin{cases} \frac{-\theta_k + \theta_1\theta_{k+1} + \dots + \theta_{q-k}\theta_q}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2} & k=1, \dots, q \\ = 0 & k > q \end{cases}$$

Na prática, a ordem  $q$  é identificada quando os valores de  $\rho_k$  para  $k > q$  decrescem exponencialmente.

No processo autoregressivo de ordem  $p$ , as observações são geradas pela média ponderada das observações passadas da série defasada em  $p$  períodos. O processo AR ( $p$ ) pode ser descrito pela equação A24.

$$(A24) ICMS_t = \phi_1 ICMS_{t-1} + \phi_2 ICMS_{t-2} + \dots + \phi_p ICMS_{t-p} + \delta + \varepsilon_t$$

onde  $\delta$  é o termo constante.

Se o processo é estacionário podemos inferir que a média  $\mu$  é constante em relação ao tempo. Podemos obter então a condição para estacionariedade da série.

$$(A25.1) E(ICMS_t) = E(\phi_1 ICMS_{t-1}) + E(\phi_2 ICMS_{t-2}) + \dots + E(\phi_p ICMS_{t-p}) + \delta$$

$$(A25.2) \mu_{ICMS} = \phi_1 \mu_{ICMS} + \phi_2 \mu_{ICMS} + \dots + \phi_p \mu_{ICMS} + \delta$$

$$(A25.3) \mu_{ICMS} = \frac{\delta}{1 - (\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \dots + \phi_p)}$$

onde, para média ser finita (condição para estacionariedade da série), o valor de  $\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_p$ , tem que ser menor que 1.

Para identificação do processo AR (p) recorre-se geralmente a função de autocorrelação parcial<sup>24</sup>, equação A26.

$$(A26) \ r_j = \phi_{k1}r_{j-1} + \phi_{k2}r_{j-2} + \phi_{k3}r_{j-3} + \dots + \phi_{kk}r_{j-k}$$

onde  $\phi$  representa os coeficientes dos termos autoregressivos.

O coeficiente de autocorrelação parcial mede a associação entre os valores do  $ICMS_t$  com  $ICMS_{t-k}$ , não considerando os efeitos para as demais defasagens.

Num processo AR(p) todos coeficientes de defasagem onde  $k > p$  são teoricamente iguais a zero. Matematicamente:

$$(A27) \ r_j = \phi_{kp}r_{j-p} + \phi_{kp+1}r_{j-p+1} + \phi_{kp+2}r_{j-p+2} + \dots + \phi_{k(p+k-1)}r_{j-(p-k-1)}$$

onde  $\phi_{k1}=1$  e  $\phi_{kk}=0$  para todo  $k=p+1$

Provavelmente um processo estocástico não se apresentará como puramente autoregressivo ou apenas de média móvel. No caso de estarem presentes os dois tipos de estrutura deve-se empregar a metodologia ARMA, na qual o processo estocástico é caracterizado pela mistura de termos autoregressivos de ordem p e de média móvel de ordem q. O processo ARMA (p,q), como é denominado, pode ser descrito pelo conjunto das equações A17 e A24.

<sup>24</sup> A função de autocorrelação parcial é abordada com mais detalhes em Newbold (1990, p. 239-240) e Pindyck e Rubinfeld, (1981, p. 524-526).

$$(A28) \quad ICMS_t = \phi_1 ICMS_{t-1} + \phi_2 ICMS_{t-2} + \dots + \phi_p ICMS_{t-p} + \delta + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Já que também pressupõe-se estacionaridade no processo, as mesmas condições impostas para os métodos individuais ainda devem ser mantidas.

No entanto, se a série apresentar tendência e esta foi retirada por meio das diferenciações, o processo pode então ser denominado de ARIMA (p,d,q), autoregressive integrated moving average, onde o d refere-se ao número de vezes que a série foi diferenciada. Porém, a série sobre a qual se aplicaria a metodologia ARIMA seria  $ICMS'_t$  (equação A7), gerando a seguinte formulação:

$$(A29) \quad (1 - \phi_1 B^1 - \dots - \phi_p B^p) ICMS'_t = (1 - \theta_1 B^1 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t$$

A mesma técnica utilizada para identificar a ordem dos processos ainda continua válida para a versão mista, sendo que neste caso a análise é feita em conjunto.

### B) Estimação dos Parâmetros

Após os termos estruturais, autoregressivos ou/e de média móvel, terem sido identificados procede-se então a fase de estimação dos seus coeficientes.

Já que os modelos ARIMA, em geral, não são lineares, devido aos termos de média móvel, seus coeficientes não podem ser estimados através do

método dos mínimos quadrados ordinários. A alternativa aplicada na prática é na realidade de um algoritmo que, a partir de um conjunto inicial de valores, lineariza a equação do modelo, para que depois seja aplicado o método dos mínimos quadrados. Diversos valores são então ajustados sucessivamente de forma que minimize a soma dos quadrados dos resíduos e, até que uma nova tentativa de ajuste não cause mudança significativa nos parâmetros<sup>25</sup>.

### C) Diagnóstico de Verificação

Na fase subsequente, com o modelo já definido, são utilizados vários critérios para verificar a validade do modelo. Dentre eles, os testes de significância t de student e F, assim como em regressões simples e múltiplas, também são aplicadas para verificar se realmente os parâmetros estimados influem no comportamento da série. No caso do teste t, se os coeficientes são significativamente diferentes de zero, ou seja, se o parâmetro exerce ou não influência na variável modelada; e no caso do teste F, se a especificação atual do modelo é válida.

Os valores do  $R^2$  usualmente empregado como medida para verificar o ajustamento de regressões lineares, não pode ser empregado com o mesmo objetivo nos modelos ARIMA, já que seu cálculo envolveria parâmetros não lineares. Como alternativa, Madalla sugere a utilização da variância dos resíduos.

---

<sup>25</sup> O processo de estimação dos parâmetros é descrita de forma mais completa em Pindyck e Rubinfeld

O diagnóstico também envolve a observação da função de autocorrelação das duas séries, a original e a gerada pelo modelo estimado. Supondo-se que a estimada é uma aproximação da estrutura real da série, é importante então que as funções de ambas não apresente diferenças consideráveis.

A opção usualmente empregada é a análise quantitativa dos resíduos geradas pelo modelo estimado, com a qual, baseando-se na estatística Q de Box-Pierce (com distribuição em Qui-quadrado), é verificado se a especificação do modelo está correta ou não. A estatística Q é dada pela equação abaixo:

$$(T1) \quad Q = (n - d) \sum_{k=1}^k \hat{\rho}_k^2$$

onde:

n = número de dados da série temporal;

d = grau de diferenciação necessário para tornar a série estacionária (se for o caso);

$\hat{\rho}_k^2$  = função de autocorrelação amostral da série para o k-ésimo termo residual.

O teste baseia-se na hipótese de que os erros aleatórios são normalmente e independentemente distribuídos (condição para estacionariedade da série), o que pressupõe então que os resíduos apresentam comportamento similar aos gerados por um processo de ruído

branco. Neste caso, a estimativa de  $Q$  deve ser menor que o valor teórico correspondente à distribuição Qui-quadrado com  $n-p-q$  graus de liberdade,

$$\chi_{n-p-q}^2.$$

O diagnóstico e a especificação do modelo são etapas que podem se repetir diversas vezes - qualquer falha no diagnóstico implica numa nova especificação - até que os modelos estejam condizentes com a série real e, finalmente, adequados para serem empregados na geração de previsões.

O objetivo da previsão é antecipar o conhecimento dos valores futuros da série de forma que o erro obtido seja mínimo. Assume-se então que a previsão de melhor performance é aquela que apresente o menor resíduo, ou que para um certo período apresente a menor soma dos erros.

O cálculo da previsão é dado de forma que o 1º valor previsto seja utilizado na previsão seguinte. Este processo se repete até que se obtenha o valor previsto do  $k$ -ésimo tempo no período desejado. No caso de um modelo ARMA(1,1) ter-se-ia:

$$(P1.1) \text{ PICMS}_{t+1} = \phi_1 \text{ICMS}_t - \theta_1 \varepsilon_t + \delta$$

$$(P1.2) \text{ PICMS}_{t+2} = \phi_1 \text{PICMS}_{t+1} - \theta_1 \hat{\varepsilon}_{t+1} + \delta$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$(P1.3) \text{ PICMS}_{t+e} = \phi_1 \text{PICMS}_{t+e-1} - \theta_1 \hat{\varepsilon}_{t+e-1} + \delta$$

Como o trabalho tem por objetivo apresentar os melhores modelos preditivos para curto prazo, que atingem a melhor performance para o período imediatamente posterior, foi feita uma pequena modificação com relação ao

processo para gerar previsões, conforme descrito acima. Na medida que as previsões são geradas para um período à frente, os modelos incorporam, no lugar das previsões passadas, os valores já conhecidos da série real. Este sistema de atualização só é possível porque as previsões são geradas *ex-post*. De forma similar ao caso anterior, podemos descrever um novo sistema de previsão para o modelo ARMA(1,1).

$$(P2.1) \text{PICMS}_{t+1} = \phi_1 \text{ICMS}_t - \theta_1 \varepsilon_t + \delta$$

$$(P2.2) \text{PICMS}_{t+2} = \phi_1 \text{ICMS}_{t+1} - \theta_1 \varepsilon_{t+1} + \delta$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$(P2.3) \text{PICMS}_{t+e} = \phi_1 \text{ICMS}_{t+e-1} - \theta_1 \varepsilon_{t+e-1} + \delta$$

## CAPÍTULO 3

### AVALIAÇÃO E COMBINAÇÃO DE PREVISÕES

Este capítulo tem como propósito principal apresentar a metodologia aplicada na seleção e combinação dos modelos propostos no trabalho. Ou seja, serão abordados nesta seção a técnica aqui empregada na construção de um terceiro modelo com base na combinação das previsões dos dois anteriores e, a medida utilizada na seleção do melhor modelo preditor.

#### 3.1. SELEÇÃO DOS MODELOS E MEDIDAS DE EFICIÊNCIA

Quando se pretende comparar dois modelos, fundamentados em técnicas de estimação distintas, a fim de descobrir qual deles é o mais adequado e eficiente, nos deparamos com uma grande dificuldade metodológica. Este fato, por exemplo, dificulta a interpretação dos testes estatísticos aplicados aos modelos, já que eles levam em consideração para seu cálculo e análise todas as características particulares do processo de modelagem.

O único ponto em comum comparável que pode ser obtido de modelos distintos são seus erros de previsão. Destes erros pode-se inferir diversas medidas que nos revele o quão ajustadas estão suas previsões. É importante lembrar que as medidas obtidas dos erros de previsão nada afirmam, pelo menos diretamente, se o modelo está ou não apropriado ao processo

estocástico da série original. Para efeito do estudo, os valores obtidos da aplicação destas medidas de eficiência preditiva, aparecem apenas como um grau de confiança que pode ser depositado no poder de previsão dos modelos.

Para avaliar as previsões ex-post., dispõe-se de algumas medidas de ajustamento que podem ser facilmente encontradas na literatura. Dentre elas medidas simples como o Erro Médio, equação M1, que permite visualizar a média dos erros obtidos na mesma unidade que se encontra a série real, e o Erro Quadrático Médio<sup>26</sup>, equação M2, que ao elevar cada erro ao quadrado penaliza com maior intensidade quão maiores forem os erros de previsão.

$$(M1) EM_j = \frac{\sum_{i=1}^n (ICMS_i - PICMS_{i,j})}{n}$$

$$(M2) EQM_j = \frac{\sum_{i=1}^n (ICMS_i - PICMS_{i,j})^2}{n}$$

onde  $EM_j$  e  $EQM_j$  são as medidas referentes ao modelo  $j$ ;  $PICMS_{i,j}$  é a previsão do modelo  $j$  para o tempo  $i$  e  $n$  é período *ex-post* utilizado para previsão. Assim como medidas mais complexas, no caso por exemplo do coeficiente de inequação de Theil(U) (Costa, 1994)

$$(M3) U_j = \frac{\sqrt{EQM_j}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n PICMS_{i,j}^2}{n}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ICMS_i^2}{n}}}$$

<sup>26</sup> A medida usualmente empregada na literatura sobre o assunto é na realidade a Raiz do Erro Quadrático Médio, ou seja,  $RMSE = \sqrt{EQM_j}$

onde o  $U_j$  varia entre 0 e 1, e quanto menor for seu valor mais ajustado estarão as previsões do modelo.

Para este trabalho a medida aplicada tem por base de referência o erro percentual médio, onde, com o objetivo de penalizar mais intensamente os erros, foram feitas algumas modificações. Primeiro no lugar do erro médio percentual utilizou-se seu complemento. Neste caso a medida está se referindo à percentagem média de acerto obtida pelas previsões.

$$(M4) \text{CEPM}_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |ICMS_i - PICMS_{i,j}|}{\sum_{i=1}^n ICMS_i}$$

Adicionalmente, penalizamos o *CEPM* utilizando a percentagem que o desvio padrão dos erros de previsão representam no valor médio da série. A medida resultante, que aqui denominaremos de Grau de Eficiência Preditora, é descrita da seguinte forma:

$$(M5) \text{GEP}_j = \text{CEPM}_j - \frac{\sigma_{\varepsilon_j}}{\frac{\sum_{i=1}^n ICMS_i}{m}}$$

onde  $\sigma_{\varepsilon}$  é o desvio padrão dos erros de previsão do modelo  $j$  no período  $m$ .

O que se pretende, como pode ser visto na equação acima, é penalizar o ajuste percentual das previsões (representado pelo *CEPM*) reduzindo do seu total o grau de variabilidade que esses erros perfazem em torno de sua média. A alternância das previsões em torno da série real é um bom indicativo para

um melhor ajustamento das mesmas, mas o crescimento desordenado da escala dessa variação implica em menor confiabilidade para uma boa performance preditiva no período posterior, principalmente em se tratando de previsões de curto prazo.

### **3.2. TÉCNICA DE COMBINAÇÃO**

A combinação dos modelos tem como objetivo principal somar as informações contidas nos diversos modelos individuais e incluí-las num único modelo, obtendo-se assim melhores previsões. Tal combinação usualmente processa-se através da postulação de algum critério para escolha das ponderações associadas com cada modelo de forma que se encontre uma estrutura ideal para trabalhar com todas as informações individuais conjuntamente.

Tem-se tornado popular a escolha de ponderações através da regressão dos valores previstos por cada modelo nos valores reais da variável escolhida como alvo da previsão. Obviamente esta regressão deve ser processada num período utilizado para estimação dos modelos. Em geral isto acarreta dois problemas adicionais para o pesquisador: um é a necessidade de um número razoável de dados, o que nem sempre é regra em dados de variáveis econômicas; o segundo refere-se a necessidade da eliminação da multicolinearidade, normalmente presente em regressões desta natureza.

Com o propósito de evitar estes problemas utiliza-se neste estudo um critério simples que pondera as previsões individuais com base no desempenho, avaliado por uma outra medida a qual denominaremos de Fator de Combinação. Sua avaliação tem como fundamento penalizar o inverso do Erro Percentual Médio através da aplicação de um expoente dado pelo inverso do segundo termo da equação M5. Esta modificação da medida *GPE* tem por objetivo estabelecer ponderações com graus mais diferenciados do que se ela mesma fosse empregada, já que neste caso a penalização exponencial é mais robusta. A fórmula do *FC* é descrita da seguinte forma:

$$(C1) \quad FC_j = \left( \frac{1}{EPM_j} \right) \times \frac{1}{\sigma_{\varepsilon_j} / \frac{\sum ICMS_i}{m}}$$

onde  $EPM_j$  é o erro percentual médio no período de previsão do modelo  $j$  e  $DP_j$ , o desvio padrão do seu erro médio.

Determinado os valores de *FC*, parte-se então para etapa da determinação dos ponderadores que compõem o modelo combinado. No caso de dois modelos para o ICMS, modelo A e B, após a previsão para um período ex-post, calcula-se os seguintes *FC*.

$$(C2) \quad FC_A = \left( \frac{1}{EPM_A} \right) \times \frac{1}{\sigma_{\varepsilon_A} / \frac{\sum ICMS_i}{m}}$$

$$(C3) \quad FC_B = \left( \frac{1}{EPM_B} \right) \times \frac{1}{\sigma_{\varepsilon_B} / \frac{\sum ICMS_i}{m}}$$

Em seguida podemos obter as ponderações  $P_A$  e  $P_B$  através das equações C4 e C5.

$$(C4) P_A = \frac{FC_A}{FC_A + FC_B}$$

$$(C5) P_B = \frac{FC_B}{FC_A + FC_B}$$

Calculada as ponderações, as previsões são encontrada através da ponderação simples dos valores previstos pelo modelo A e B. Matematicamente:

$$(C6) PICMS_{t+1}^{comb.} = P_A PICMS_{t+1}^A + P_B PICMS_{t+1}^B$$

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS EMPÍRICOS

Através das duas abordagens de séries de temporais descritas na seção anterior, utilizando o período de 1991.1 a 1996.1, diversos modelos foram estimados para as principais componentes da Receita do Estado do Ceará; i.e., Receita Total, Receita Própria, ICMS, Transferências Correntes e FPE.

Para cada item foram selecionados, por meio da análise dos testes estatísticos e do comportamento dos resíduos, os dois modelos mais adequados para previsão, sendo um de metodologia ARIMA e o outro da técnica de Alisamento Exponencial. Posteriormente, com base em suas previsões para o período de 1996.2 a 1997.1, foi formado um terceiro modelo empregando-se a metodologia de combinação de previsões, apresentada na subseção 2.3.

Para efeito de análise, após os três modelos terem sido definidos, elaborou-se um quadro onde as previsões resultantes das três técnicas, para cada uma das séries trabalhadas, são avaliadas por meio da medida *GEP* e selecionados os melhores modelos preditores.

Por fim a mesma simulação, acrescida de uma nova previsão para o 2º bimestre de 1997, é apresentada de forma gráfica com o objetivo de facilitar a visualização e análise dos resultados e ajustamento de cada modelo à sua série real.

#### 4.1. RECEITA TOTAL

Para a metodologia ARIMA, no caso da Receita Total, verificou-se que não existem tendência e sazonalidade no período utilizado para estimação. Já o correlograma da variável em questão indicou que o modelo mais apropriado é um ARIMA(1,0,0). A análise do correlograma dos resíduos gerados pelo modelo comprovam que sua especificação é a mais adequada, já que eles apresentaram comportamento característico de um processo de ruído branco. Os resultados da estimação do modelo são resumidos abaixo:

$$(R1) \quad PRT_{T+1}^A = 341.27,20 + \underset{(2,98)}{0,462} RT_T$$

$$R^2 = 0,21 \quad \bar{R}^2 = 0,18 \quad SSR = 1,10 \times 10^{11}$$

$$DW = 1,98 \quad STAT.F = 8,88 \quad Q = 8,86$$

\* os valor entre parênteses abaixo do coeficiente é a estimativa do teste t-student.

O modelo de alisamento exponencial, do tipo Holt-Winters, estimado primeiramente para incluir também os termos de tendência e sazonalidade, indicou fraca presença de tendência ( $\beta=0,04$ ) e total ausência de sazonalidade ( $\gamma=0$ ). Diversas estimativas foram realizadas na tentativa de obter um modelo que apresentasse a menor soma dos resíduos ao quadrado e/ou o menor Erro Percentual Médio de suas previsões no período 96.2-97.1. No contraste das estimativas encontradas verificou-se que o modelo mais adequado, equação

R2, não apresenta coeficiente para o termo de tendência ( $\beta=0$ ), corroborando os resultados apresentados pela metodologia ARIMA.

$$(R2) \text{PRT}_{T-1}^B = 0,85\text{RT}_T + 0,15\text{PRT}_T^B$$

$$SSR = 1,48 \times 10^{11}$$

O modelo combinado foi calculado com base nos resultados apresentados no quadro 4, colunas 1 a 7, que para efeito de cálculo das medidas GEP e dos Fatores de Combinação foram os seguintes:

#### QUADRO 4

##### Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões do modelo ARIMA e A. Exponencial - Receita Total

$\overline{RT} = 379.919,07$	$\sigma_{\varepsilon^A} = 9.097,09$	$\sigma_{\varepsilon^B} = 21603,74$
$EPM^A = 0,0773$	$EPM^B = 0,0532$	
$FC^A = 541,93$	$FC^B = 330,357$	

onde<sup>27</sup>:

$\overline{RT}$  = média da Receita Total no período 1996.2-97.1;

$\sigma_{\varepsilon^A}$  e  $\sigma_{\varepsilon^B}$  = desvio padrão dos resíduos dos modelos ARIMA (A) e de Alisamento Exponencial (B) respectivamente;

$EPM^A$  e  $EPM^B$  = Erro Percentual Médio dos modelos A e B;

$FC^A$  e  $FC^B$  = Fatores de Combinação para as previsões dos modelos A e B.

O modelo combinado resultante é descrito pela equação R3, abaixo.

<sup>27</sup> Estas mesmas especificações são válidas tanto para as demais quadros como para as tabelas apresentadas nesta seção.

$$(R3) PRT_{T+1}^C = 0,621PT_{T+1}^A + 0,379PRT_{T+1}^B$$

Por último foi elaborada a tabela 6 que contém os dados referentes às previsões de cada modelo, seus erros e as razões entre valores previstos e reais. Abaixo da tabela são apresentados os resultados referentes ao erro percentual médio do modelo combinado, desvio padrão dos erros e medida de eficiência *GEP*.

TABELA 6

## Resultados para Receita total (1996.2-1997.1)

BIMESTRE	REC. TOTAL	<i>PREVRT</i> <sup>A</sup>	$\mathcal{E}_A$	$Rz^A$
96.2	379.716,00	355.706,80	24.009,19	1,067
96.3	352.263,00	352.354,00	-90,96	0,999
96.4	346.048,40	341.094,40	4.954,03	1,014
96.5	374.424,70	338.710,40	35.714,31	1,105
96.6	404.973,10	351.610,20	53.362,91	1,151
97.1	422.089,20	367.104,30	54.984,91	1,149

BIMESTRE	REC. TOTAL	<i>PREVRT</i> <sup>B</sup>	$\mathcal{E}_B$	$Rz^B$
96.2	379.716,00	393.435,70	-13.719,69	0,965
96.3	352.263,00	383.920,60	-31.657,56	0,917
96.4	346.048,40	359.370,60	-13.322,16	0,963
96.5	374.424,70	350.373,90	24.050,81	1,068
96.6	404.973,10	379.557,60	25.415,50	1,066
97.1	422.089,20	408.939,20	13.150,03	1,032

BIMESTRE	REC. TOTAL	<i>PREVRT</i> <sup>C</sup>	$\mathcal{E}_C$	$Rz^C$
96.2	379.716,00	370.006,05	9.709,95	1,026
96.3	352.263,00	364.317,74	-12.054,74	0,966
96.4	346.048,40	348.021,08	-1.972,68	0,994
96.5	374.424,70	343.130,87	31.293,83	1,091
96.6	404.973,10	362.202,26	42.770,84	1,118
97.1	422.089,20	382.959,73	39.129,47	1,102

$$EPM^c = 0,0627$$

$$\sigma_{\varepsilon^c} = 22.836,67$$

MODELO	ARIMA	A. EXPONENCIAL	COMBINADO
<b>GEP</b>	0,894	0,889	0,877

onde<sup>28</sup>:

*PREVRT* é o valor previsto para Receita Total dos modelos A, B e C;

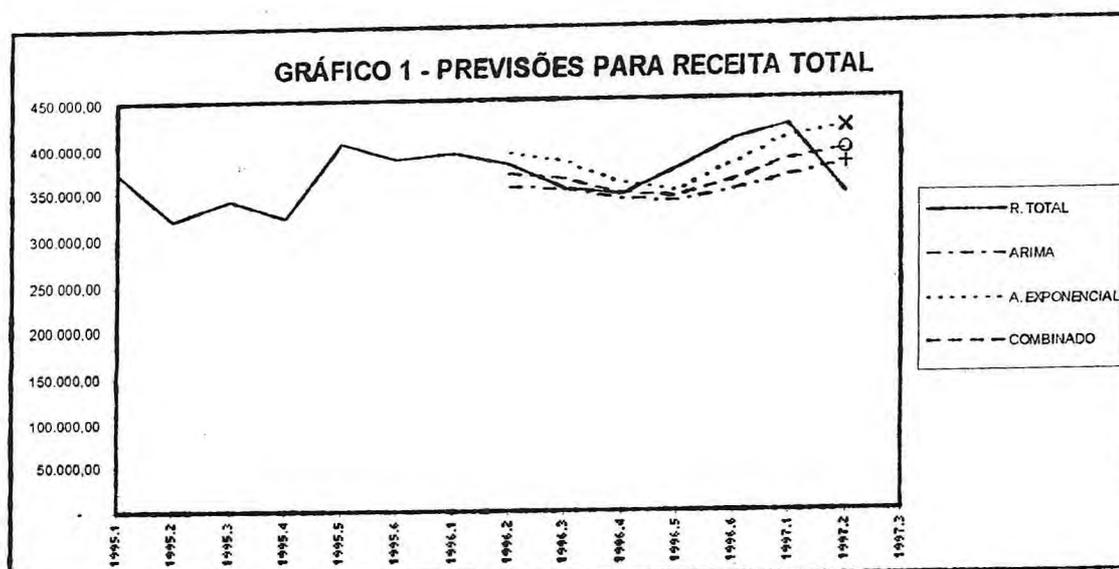
$\varepsilon$  é o erro de previsão para os respectivos modelos (valor real - valor previsto);

Rz é a percentagem que o erro representa sobre o valor da série real ( $\varepsilon$ /valor real).

Analisando as colunas referentes aos erros percentuais obtidos por cada modelo, verificamos que tanto para o ARIMA como para Combinação o ajustamento das previsões perde em eficiência a partir do 3º bimestre previsto, onde seu valor médio passa de aproximadamente 3% para 12%. Já para o Alisamento Exponencial as previsões apresentam uma melhor constância em torno da série, mantendo um erro percentual de aproximadamente 5% do valor real da série.

Entretanto, para o cálculo da medida *GEP*, o modelo ARIMA foi o que forneceu melhor resultado. Apesar de apresentar o maior *EPM*, na construção da medida, foi compensado pelo reduzido valor do desvio padrão de seus erros, em média 40% abaixo dos demais.

<sup>28</sup> A mesma especificação é válida, por analogia, as demais tabelas.



De acordo com o GRÁFICO 1, pode-se ver mais claramente que os modelos ARIMA e Combinado mantiveram-se bem próximos da série real no início do período previsto mas, posteriormente, não conseguiram captar a real evolução da série, mantendo-se aproximadamente no mesmo nível que vinham prevendo. Na prática, quando este fato ocorre, aplica-se uma técnica que corrija o valor da constante na equação de forma a aproximar a tendência das previsões à da série real, o que é usualmente denominado de ajustamento do termo constante

Refletindo os resultados da coluna 8 da Tabela 6, a visualização das previsões do Alisamento Exponencial indica que para a Receita Total este foi o modelo que acompanhou com maior precisão seu movimento no tempo. Contudo, para uma nova previsão no bimestre à frente (Tabela 7) esta foi a técnica mais desfavorecida.

Na passagem do 1º para o 2º bimestre de 1997, a Receita Total reduziu-se em 20%, fazendo com que todas as previsões fossem superestimadas.

Pode-se concluir, então, que ocorreu na realidade foi a falta de um indicador dentro do modelo que sinalizasse a eventual queda da série. No caso da Receita Total fica, portanto, comprometido o grau de confiabilidade que se pode depositar nesta metodologia, já que ela não parece ser suficientemente sofisticada pela estruturação do processo estocástico presente em seus dados passados.

**TABELA 7****Previsões para o Bimestre 1997.2 - Receita Total**

<b>Valor Real = 345.377.800,00</b>			
<b>MODELO</b>	<b>PREVISÃO</b>	<b>ERRO</b>	<b>RAZÃO</b>
<b>ARIMA</b>	378.602.700,00	-33.224.900,00	1,0962
<b>A. EXPONENCIAL</b>	419.221.900,00	-73.844.100,00	1,2138
<b>COMBINAÇÃO</b>	393.997.376,00	-48.619.576,80	1,1753

## 4.2. RECEITA PRÓPRIA

No caso da Receita Própria, a análise inicial do correlograma indicou autocorrelação significativa nas defasagens 1 e 6, apontando uma possível presença de sazonalidade. No entanto, optou-se inicialmente pela estimação do modelo ARIMA(1,0,0), mas o correlograma de seus resíduos comprovaram a hipótese da existência de sazonalidade no tempo 6. Desta forma, o modelo final estimado foi um SARIMA\*(1,0,6), equação R4. Já os resíduos gerados por este último modelo apresentaram-se como os gerados por um processo de ruído branco, reforçando mais ainda a adequação do processo estimado.

$$PRPR_{T+1}^A = 193.808,5 + \underset{(2,40)}{0,495} RPR_T + \underset{(3,33)}{0,432} \varepsilon_{T-5}^{PRPR^A}$$

$$R^2 = 0,35 \quad \bar{R}^2 = 0,32 \quad SSR = 1,98 \times 10^{10}$$

$$DW = 2,05 \quad STAT.F = 9,138 \quad Q = 7,62$$

\* os valores entre parênteses abaixo dos coeficientes são as estimativas do teste t-student.

Para a metodologia de Holt-Winters, o modelo estimado livremente indicou ausência de tendência, ( $\beta=0$ ), e os valores  $\alpha=0,2$  para o nível e  $\gamma=0,5$  para a sazonalidade, condizendo com os resultados do processo ARIMA.

Os modelos SARIMA são originários de uma metodologia mais complexa onde, além da combinação de componentes autoregressivos e de média móvel, supõe-se que o processo estocástico que governa a série também envolve componentes sazonais; de ordem P para os sazonais autoregressivos e Q para os sazonais de média móvel. Partindo da equação A29, da segunda seção, identifica-se um modelo

SARIMA(p,d,q)(P,Q) pela seguinte equação:

$$(1 - \phi_1 B^1 - \dots - \phi_p B^p)(1 - \Phi_1 B^{1s} - \dots - \Phi_P B^{Ps}) \Delta^d \Delta_s^D ICMS_t = (1 - \theta_1 B^1 - \dots - \theta_q B^q)(1 - \Theta_1 B^{1s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs}) \varepsilon_t$$

Para maiores detalhes sobre os modelos SARIMA consultar Costa (1994, p. 29).

Outras estimativas foram realizadas com base nos dois parâmetros, mas não conseguiu-se melhorar o modelo. O Alisamento Exponencial estimado é:

$$(R5.1) \quad NRPR_T = 0,2(RPR_T - SRPR_{T-5}) + 0,8RPR_T$$

$$(R5.2) \quad SRPR_T = 0,5(NRPR_T - NRPR_{T-1}) + 0,5SRPR_{T-6}$$

$$(R5.3) \quad PRPR_{T-1}^B = NRPR_T + SRPR_{T+1}$$

$$SSR = 2,10 \times 10^{10}$$

Os resultados referentes aos valores calculados para serem empregados na seleção e combinação foram:

#### QUADRO 5

**Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões do modelo ARIMA e A. Exponencial - Receita Própria**

$\overline{RPR} = 213.071,95$	$\sigma_{\varepsilon^A} = 13.978,02$	$\sigma_{\varepsilon^B} = 9.212,38$
$EPM^A = 0,0715$	$EPM^B = 0,0383$	
$FC^A = 213,20$	$FC^B = 604,42$	

Aplicando os valores dos FC's encontrou-se a seguinte combinação:

$$(R6) \quad PRPR_{T+1}^C = 0,261PRPR_{T+1}^A + 0,739PRPR_{T+1}^B$$

Por fim, a tabela 8 apresenta os resultados das previsões de cada modelo e seus GEP's respectivos.

**TABELA 8****Resultados para Receita Própria (1996.2-1997.1)**

BIMESTRE	REC. PRÓPRIA	PREVRPR <sup>A</sup>	$\epsilon_A$	Rz <sup>A</sup>
96.2	198.815,90	210.087,20	-11.271,30	0,9463
96.3	192.928,90	186.710,80	6.218,10	1,0333
96.4	199.144,70	192.175,80	6.968,90	1,0363
96.5	212.649,70	196.571,40	16.078,30	1,0818
96.6	225.385,50	199.939,90	25.445,60	1,1273
97.1	249.507,00	224.059,70	25.447,30	1,1136

BIMESTRE	REC. PRÓPRIA	PREVRPR <sup>B</sup>	$\epsilon_B$	Rz <sup>B</sup>
96.2	198.815,90	198.541,80	274,10	1,0014
96.3	192.928,90	194.581,40	-1.652,50	0,9915
96.4	199.144,70	176.632,30	22.512,40	1,1275
96.5	212.649,70	200.264,70	12.385,00	1,0618
96.6	225.385,50	223.506,30	1.879,20	1,0084
97.1	249.507,00	239.250,10	10.256,90	1,0429

BIMESTRE	REC. PRÓPRIA	PREVRPR <sup>C</sup>	$\epsilon_C$	Rz <sup>C</sup>
96.2	198.815,90	201.555,15	-2.739,25	0,9864
96.3	192.928,90	192.527,17	401,73	1,0021
96.4	199.144,70	180.689,15	18.455,55	1,1021
96.5	212.649,70	199.300,75	13.348,95	1,0670
96.6	225.385,50	217.355,47	8.030,03	1,0369
97.1	249.507,00	235.285,41	14.221,59	1,0604

$$EPM^c = 0,047$$

$$\sigma_{\epsilon^c} = 8.335,46$$

MODELO	ARIMA	A. EXPONENCIAL	COMBINADO
GEP	0,883	0,856	0,913

No caso das previsões ARIMA pode-se verificar que, de forma semelhante ao caso anterior, seus valores para os três últimos bimestres flutuam em torno da série real com maiores erros, aproximadamente 10%. Já

os modelos de Alisamento Exponencial e Combinado acompanharam com maior eficiência a evolução da Receita Própria, com exceção do 3º bimestre previsto onde o erro se eleva acima dos 10% do valor da série real.

O processo de combinação conseguiu reduzir o valor do desvio padrão dos erros obtidos pelos dois primeiros modelos, fazendo com que no cálculo final da medida *GEP* aquele apresentasse a melhor performance preditiva.



Os resultados em geral indicam que as metodologias empregadas neste estudo melhor se adequaram à série da Receita Própria. Pode-se observar que a mesma queda percentual registrada no item anterior se repete na Receita Própria mas, neste caso, os modelos aqui estimados conseguiram acompanhar o movimento da série, inclusive para o último bimestre previsto, o que reforça a acurácia das previsões.

TABELA 9

## Previsões para o Bimestre 1997.2 - Receita Própria

Valor Real = 197.880.650,00			
MODELO	PREVISÃO	ERRO	RAZÃO
ARIMA	214.445.500,00	-16.564.850,00	1,0837
A. EXPONENCIAL	204.255.300,00	-6.374.650,00	1,0322
COMBINAÇÃO	206.914.942,00	-9.034.292,20	1,0457

### 4.3. ARRECADAÇÃO DE ICMS

Na análise inicial do correlograma da série foi indicada a presença de tendência em sua estrutura estocástica. Neste caso, eliminou-se a tendência por meio da primeira diferença dos dados. Porém, o modelo apontado pelo correlograma da nova série, ARIMA(0,1,3), mostrou-se inapropriado para previsão. Diante deste fato, preferiu-se utilizar o valor do ICMS defasado em 1 período como variável endógena, como alternativa de retirar a influência da tendência. A variável foi incorporada à equação por meio do termo AR(1), gerando então o modelo ARIMA(1,0,3).

$$(R7) \quad PI_{T,1}^A = 469.430,15 + \underset{(2,98)}{0,993} \cdot I_T - \underset{(-2,29)}{0,443} \cdot \varepsilon_{PI^A, T-2}$$

$$R^2 = 0,836 \quad \bar{R}^2 = 0,826 \quad SSR = 5,87 \times 10^9$$

$$DW = 2,20 \quad STAT.F = 84,4 \quad Q = 12,03$$

\* os valores entre parênteses abaixo dos coeficientes são as estimativas do teste t-student.

A tendência também foi modelada quando aplicado o processo de Alisamento Exponencial do tipo Holt-Winter à série do ICMS. Após a seleção dos modelos, concluiu-se que os melhores resultados foram gerados pela equação, versão aditiva, onde  $\alpha=0,91$  e  $\beta=0,02$ .

$$(R8.1) \quad NI_T = 0,91ICMS_T + 0,09(PI_{T-1}^B + TEND_{T-1}^{ICMS})$$

$$(R8.2) \quad TEND_T^{ICMS} = 0,02(PI_T^B - PI_{T-1}^B) + 0,98TEND_{T-1}^{ICMS}$$

$$(R8.3) PI_{T+1}^B = NI_T + TEND_T^{ICMS}$$

$$SSR = 7,41 \times 10^9$$

Com base nas previsões dos dois modelos foram calculados os seguintes itens empregados na combinação e avaliação, Quadro 6.

#### QUADRO 6

##### Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões do modelo ARIMA e A. Exponencial - ICMS

$\overline{ICMS} = 201700,73$	$\sigma_{\epsilon^A} = 10573,88$	$\sigma_{\epsilon^B} = 12.605,52$
$EPM^A = 0,0467$	$EPM^B = 0,0509$	
$FC^A = 408,89$	$FC^B = 314,38$	

Devido a proximidade dos valores  $FC$  para ambas as equações, não encontrou-se grande diferenciação entre os valores dos ponderadores utilizados no modelo combinado, equação R9.

$$(R9) PI_{T+1}^C = 0,565PI_{T+1}^A + 0,434PI_{T+1}^B$$

Observando os erros percentuais, colunas 5, 8 e 11 da Tabela 10, verifica-se que o comportamento das previsões apresentado pelos três modelos foram de ótima performance, sendo todos eles muito semelhantes. Este fato dificultou a indicação, por meio da medida  $GEP$ , do que seria o melhor modelo preditor, ficando neste caso indefinida a escolha.

**TABELA 10**  
**Resultados para o ICMS (1996.2-1997.1)**

BIMESTRE	ICMS	PREVI <sup>A</sup>	$\mathcal{E}_A$	$R_Z^A$
96.2	189.532,80	201.841,20	-12.308,40	0,9390
96.3	184.231,00	189.077,10	-4.846,10	0,9744
96.4	193.086,00	175.983,30	17.102,70	1,0972
96.5	207.611,30	198.171,00	9.440,30	1,0476
96.6	218.715,80	211.171,30	7.544,50	1,0357
97.1	217.027,30	211.787,90	5.239,40	1,0247

BIMESTRE	ICMS	PREVI <sup>B</sup>	$\mathcal{E}_B$	$R_Z^B$
96.2	189.532,80	207.511,70	-17.978,90	0,9134
96.3	184.231,00	191.415,00	-7.184,00	0,9625
96.4	193.086,00	184.959,80	8.126,20	1,0439
96.5	207.611,30	192.589,20	15.022,10	1,0780
96.6	218.715,80	207.049,40	11.666,40	1,0563
97.1	217.027,30	218.642,30	-1.615,00	0,9926

BIMESTRE	ICMS	PREVI <sup>C</sup>	$\mathcal{E}_C$	$R_Z^C$
96.2	189.532,80	204.100,36	-14.567,56	0,9286
96.3	184.231,00	189.902,67	-5.671,67	0,9701
96.4	193.086,00	179.703,12	13.382,88	1,0745
96.5	207.611,30	195.550,33	12.060,97	1,0617
96.6	218.715,80	209.171,22	9.544,58	1,0456
97.1	217.027,30	214.550,92	2.476,38	1,0115

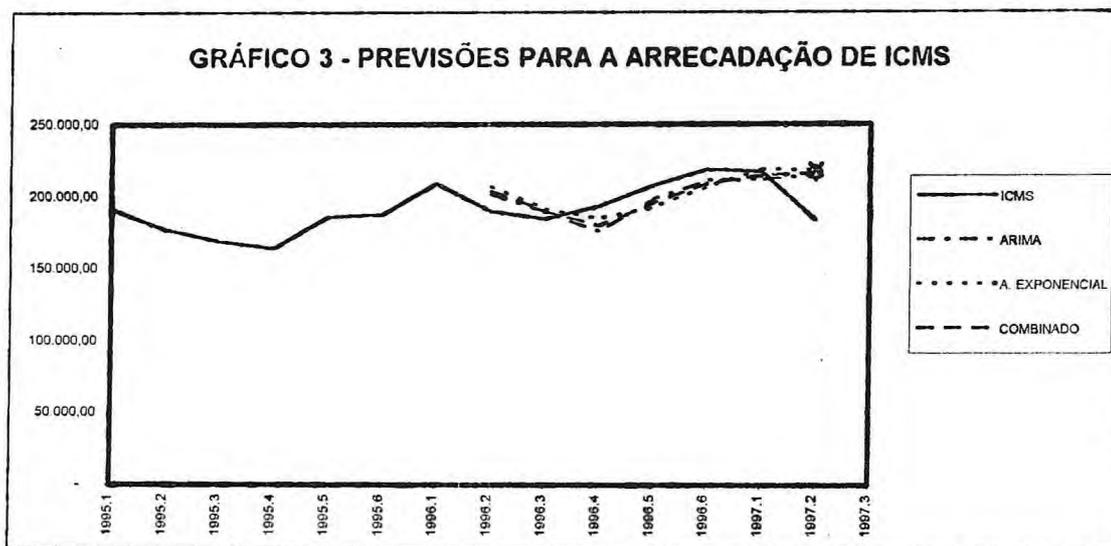
$$EPM^c = 0.0491$$

$$\sigma_{\mathcal{E}^c} = 11.106,11$$

MODELO	ARIMA	A. EXPONENCIAL	COMBINADO
GEP	0,898	0,885	0,895

Embora os três modelos tenham apresentado um acompanhamento da série real bem mais preciso que para os demais itens trabalhados, a previsão para o tempo 97.2 não mostrou-se satisfatória, gerando erros em torno de 18% (Tabela 11). Se a série real para o novo bimestre decresceu em 16% e os

erros passaram de aproximadamente 2% para 18%, pode-se concluir que todas as três previsões permaneceram com a mesma tendência que vinham desenvolvendo, não correspondendo, portanto, ao movimento da série real. Este resultado pode ser facilmente identificado através do Gráfico 3.



Como no caso da Receita Total, novamente a metodologia não apresenta bons resultados para o último bimestre previsto. No entanto, para o ICMS as previsões anteriores vinham acompanhando de forma bem mais coerente e próxima os valores reais da série, em média apresentando erros de 4,8%, o que talvez não comprometa totalmente a eficiência preditiva dos modelos.

TABELA 11

## Previsões para o Bimestre 1997.2 - ICMS

Valor Real = 183.331.000,00			
MODELO	PREVISÃO	ERRO	RAZÃO
ARIMA	215.270.100,00	-31.939.100,00	1,1742
A. EXPONENCIAL	218.136.200,00	-34.805.200,00	1,1898
COMBINAÇÃO	216.516.853,50	-33.185.853,50	1,1810

#### 4.4. TRANSFERÊNCIAS CORRENTES

Para as Transferências correntes não foi encontrado indícios de tendência ou sazonalidade. O correlograma da série apontou como modelo mais apropriado um ARIMA(1,0,0), dado pela equação R10. Os valores das estatísticas T-Student, Durbin Watson, F e Q (Box-Pierce) dos resíduos indicam que o modelo está devidamente adequado ao processo estocástico da série.

$$(R10) \quad PTR_{T+1}^A = 316.453,17 + 0,996 TR_T$$

(4,33)

$$R^2 = 0,40 \quad \bar{R}^2 = 0,37 \quad SSR = 8,08 \times 10^9$$

$$DW = 1,91 \quad STAT.F = 11,23 \quad Q = 22,11$$

\* o valor entre parênteses abaixo do coeficiente é a estimativa do teste t-student.

O processo de Alisamento exponencial do Tipo Holt-Winter foi aplicado à série e, coerentemente, evidenciou a ausência de tendência e sazonalidade,  $\beta=0$  e  $\gamma=0$ . Para o nível da série o parâmetro estimado foi igual a 0,23, gerando a seguinte equação:

$$(R11) \quad PTR_{T+1}^B = 0,23TR_T + 0,77PTR_T^B$$

$$SSR = 8,57 \times 10^{91}$$

No caso das Transferências Correntes os resultados encontrados para a combinação e avaliação dos modelos mostraram-se favoráveis ao método de Alisamento Exponencial, de acordo com o Quadro 7.

#### QUADRO 7

##### Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões do modelo ARIMA e A. Exponencial - Transferências Correntes

$\overline{TR} = 138.792,63$	$\sigma_{\varepsilon^A} = 20.253,96$	$\sigma_{\varepsilon^B} = 14.669,97$
$EPM^A = 0,1252$	$EPM^B = 0,0789$	
$FC^A = 54,73$	$FC^B = 119,88$	

Com base nestes resultados, encontra-se a combinação com pesos 0,313 para as previsões do modelo ARIMA e 0,687 para as do segundo modelo, Ou seja,

$$(R12) PTR_{T+1}^C = 0,313 PTR_{T+1}^A + 0,687 PTR_{T+1}^B$$

Em relação às previsões, pode-se constatar que apenas as geradas pela técnica de alisamento se mantiveram abaixo de um erro percentual médio de 10%, além de também apresentar o menor desvio padrão para os erros de previsão, sendo portanto o melhor modelo preditor. Estes resultados são resumidos nos valores da medida GEP, Tabela 12.

TABELA 12

Resultados para as Transferências Correntes (1996.2-1997.1)

BIMESTRE	T. TRANSF.	PREVTR <sup>A</sup>	$\mathcal{E}_A$	Rz <sup>A</sup>
96.2	153.834,30	114.052,60	39.781,70	1,3488
96.3	125.521,80	133.896,20	-8.374,40	0,9375
96.4	120.574,90	131.579,80	-11.004,90	0,9164
96.5	130.904,30	122.254,30	8.650,00	1,0708
96.6	155.678,90	126.197,50	29.481,40	1,2336
97.1	146.241,60	139.253,60	6.988,00	1,0502

BIMESTRE	T. TRANSF.	PREVTR <sup>B</sup>	$\mathcal{E}_B$	Rz <sup>B</sup>
96.2	153.834,30	126.243,20	27.591,10	1,2186
96.3	125.521,80	133.725,80	-8.204,00	0,9387
96.4	120.574,90	129.683,00	-9.108,10	0,9298
96.5	130.904,30	129.967,40	936,90	1,0072
96.6	155.678,90	137.766,50	17.912,40	1,1300
97.1	146.241,60	144.277,00	1.964,60	1,0136

BIMESTRE	T. TRANSF.	PREVTR <sup>C</sup>	$\mathcal{E}_C$	Rz <sup>C</sup>
96.2	153.834,30	122.427,54	31.406,76	1,2565
96.3	125.521,80	133.779,14	-8.257,34	0,9383
96.4	120.574,90	130.276,70	-9.701,80	0,9255
96.5	130.904,30	127.553,20	3.351,10	1,0263
96.6	155.678,90	134.145,40	21.533,50	1,1605
97.1	146.241,60	142.704,68	3.536,92	1,0248

$$EPM^c = 0.101$$

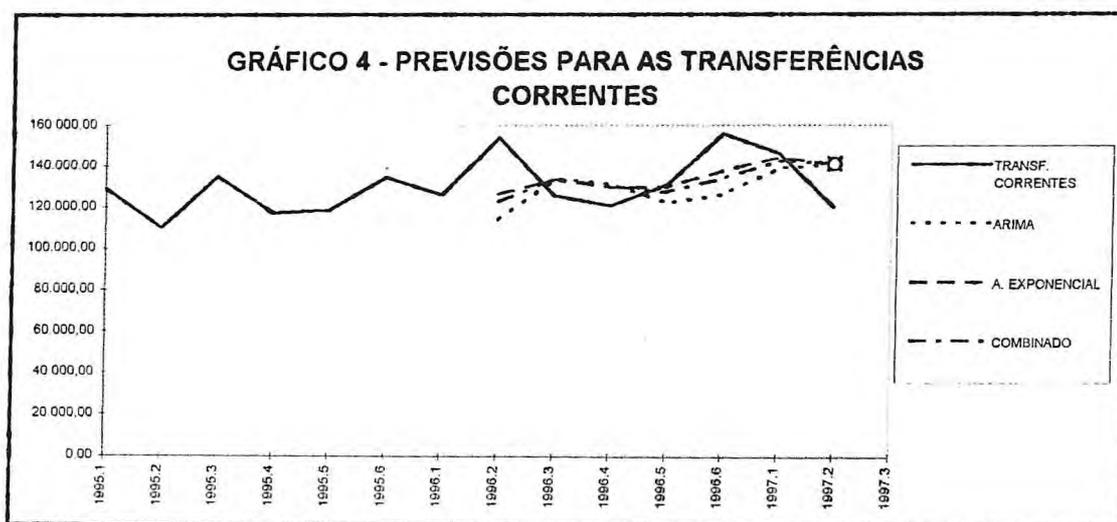
$$\sigma_{\mathcal{E}_c} = 16.394,00$$

MODELO	ARIMA	A. EXPONENCIAL	COMBINADO
GEP	0,7125	0,8108	0,7812

Analisando-se o Gráfico 4, pode-se inferir que na realidade as previsões dos modelos estimados comportam-se apenas como uma média móvel da série, mantendo-se quase sempre entre as curvas cíclicas da série real. Neste caso, quando os modelos são aplicados para prever apenas um

tempo à frente a perda em eficiência é clara. Não acompanham, portanto, os movimentos repentinos de crescimento ou redução da série, comuns neste item da receita estadual.

Isto foi comprovado quando realizada a previsão do bimestre posterior ao período da tabela R7, quando o erro médio das três previsões atingiu 17% das Transferências Correntes (Tabela 13).



**TABELA 13**

**Previsões para 1997.2 - Transferências Correntes**

Valor Real = 120.005.250,00			
MODELO	PREVISÃO	ERRO	RAZÃO
ARIMA	141.074.500,00	-21.068.250,00	1,1756
A. EXPONENCIAL	141.027.900,00	-21.022.650,00	1,1752
COMBINAÇÃO	141.042.485,80	-21.037.235,00	1,1753

#### 4.5. FUNDO DE PARTICIPAÇÃO ESTADUAL

Para a metodologia ARIMA verificou-se que não existem tendência e sazonalidade neste período. O correlograma da variável em questão indicou que o modelo ARIMA(1,0,0) é o mais apropriado. A análise dos resíduos comprovou que não é possível melhorar o modelo, já que eles se distribuem como um ruído branco. A estimativa é dada pela equação R13.

$$(R13) \quad PF_{T+1}^A = 96.953,18 + \underset{(3,44)}{0,525} FPE_T$$

$$R^2 = 0,258 \quad \bar{R}^2 = 0,236 \quad SSR = 6,47 \times 10^9$$

$$DW = 1,97 \quad STAT.F = 11,86 \quad Q = 21.24$$

\* o valor entre parênteses abaixo do coeficiente é a estimativa do teste t-student.

O modelo de Alisamento Exponencial estimado livremente indicou apenas estimativa para o nível, onde  $\alpha=0,92$ . Entretanto, contrastando seu desempenho preditivo com outras estimativas geradas pela mesma técnica, concluiu-se que o modelo mais adequado para previsão é o Alisamento Exponencial do tipo Holt-Winter na versão aditiva, onde  $\alpha=0,85$  e  $\beta=0,03$  (equação R14).

$$(R14.1) \quad NF_T = 0,85FPE_T + 0,15(PF_{T-1}^B + TEND_{T-1}^{FPE})$$

$$(R14.2) \quad TEND_T^{FPE} = 0,03(PF_T^B - PF_{T-1}^B) + 0,97TEND_{T-1}^{FPE}$$

$$(R14.3) PF_{T+1}^B = NF_T + TFEND_T^{FPE}$$

$$SSR = 8,0 \times 10^9$$

Já os resultados referentes ao desempenho das previsões dos dois modelos selecionados e os Fatores de Combinação foram:

#### QUADRO 8

##### Resultados Empregados na Combinação e Avaliação das Previsões do modelo ARIMA e A. Exponencial - FPE

$\overline{FPE} = 111.397,08$	$\sigma_{\varepsilon^A} = 16.556,20$	$\sigma_{\varepsilon^B} = 18.781,01$
$EPM^A = 0,1273$	$EPM^B = 0,1397$	
$FC^A = 52,87$	$FC^B = 42,45$	

Como pode se observar, da mesma forma que ocorreu para série do ICMS, os dois primeiros modelos apresentaram resultados muito próximos resultando assim em pouca diferenciação dos ponderadores da combinação.

$$(R15) PF_{T+1}^C = 0,555PF_{T+1}^A + 0,445PF_{T+1}^B$$

Neste caso porém, a técnica de combinação teve a melhor performance. O bom desempenho da combinação, com exceção do bimestre 96.2, foi devido principalmente à interpolação entre as superestimativas e subestimativas geradas pelos dois modelos combinados os quais, dentro do fundamento desta técnica, foram ponderadas de forma a encontrar um valor medianos. Pelo Gráfico 5 verifica-se que apenas esta técnica acompanhou devidamente a evolução da série. O mesmo resultado pode ser observado

quando se compara os valores do GEP, o qual, para o modelo combinado, mostrou-se bem superior aos outros.

TABELA 14

## Resultados para o Fundo de Participação Estadual (1996.2-1997.1)

BIMESTRE	FPE.	$PREVF^A$	$\mathcal{E}_A$	$Rz^A$
96.2	131.797,50	99.907,13	31.890,37	1,3192
96.3	103.146,30	114.175,20	-11.028,90	0,9034
96.4	98.045,81	98.287,75	-241,94	0,9975
96.5	95.429,99	95.287,75	142,24	1,0015
96.6	113.771,70	94.688,57	19.083,13	1,2015
97.1	126.191,20	103.854,10	22.337,10	1,2151

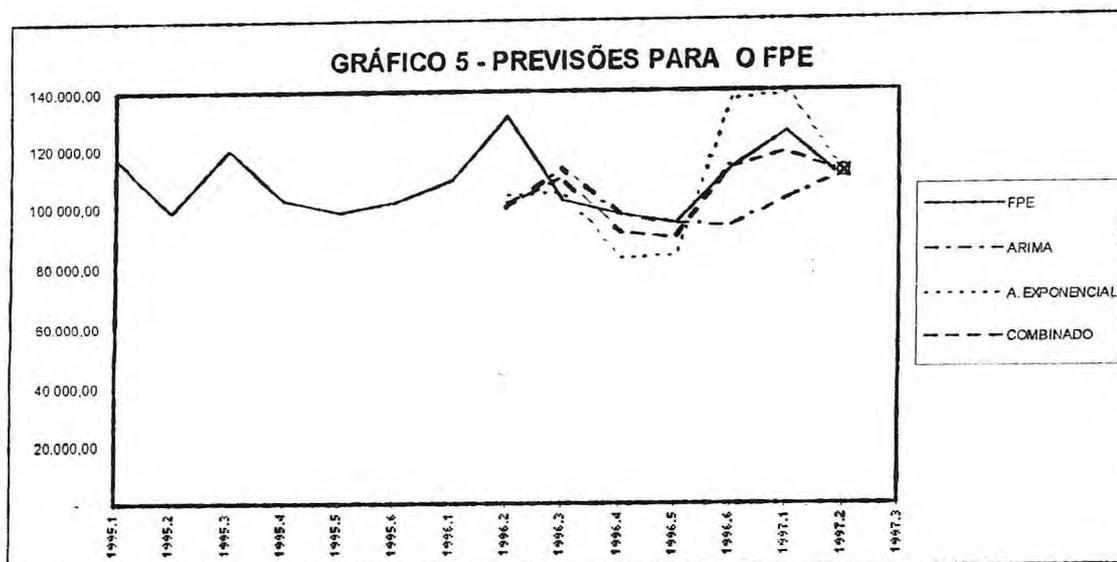
BIMESTRE	FPE.	$PREVF^B$	$\mathcal{E}_B$	$Rz^B$
96.2	131.797,50	104.878,90	26.918,60	1,2567
96.3	103.146,30	105.944,50	-2.798,20	0,9736
96.4	98.045,81	84.015,66	14.030,15	1,1670
96.5	95.429,99	84.384,45	11.045,54	1,1309
96.6	113.771,70	137.361,50	-23.589,80	0,8283
97.1	126.191,20	139.233,21	-13.042,01	0,9063

BIMESTRE	FPE.	$PREVF^C$	$\mathcal{E}_C$	$Rz^C$
96.2	131.797,50	102.119,57	29.677,93	1,2906
96.3	103.146,30	110.512,54	-7.366,24	0,9333
96.4	98.045,81	91.936,67	6.109,14	1,0664
96.5	95.429,99	90.435,78	4.994,21	1,0552
96.6	113.771,70	113.678,02	93,68	1,0008
97.1	126.191,20	119.597,80	6.593,40	1,0551

$$EPM^c = 0.0892$$

$$\sigma_{\mathcal{E}^c} = 11.431,87$$

MODELO	ARIMA	A. EXPONENCIAL	COMBINADO
GEP	0,7120	0,6903	0,7993



Para o último bimestre previsto o modelo combinado manteve sua performance, obtendo um erro percentual próximo dos 2%, o que não é surpreendente pois o modelo apresenta um bom ajustamento de suas previsões no período passado. No caso dos dois primeiros modelos, o bom desempenho da última previsão é bastante questionável, já que eles não se mostraram devidamente ajustados à série real nas previsões anteriores.

**TABELA 15**

**Previsões para o Bimestre 1997.2 - Fundo de Participação Estadual**

Valor Real = 109.474.060,00			
MODELO	PREVISÃO	ERRO	RAZÃO
ARIMA	112.222.500,00	-2.648.440,00	1,0242
A. EXPONENCIAL	112.883.000,00	-3.408.940,00	1,0311
COMBINAÇÃO	112.460.922,50	-2.986.865,50	1,0273

## CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES

As previsões das finanças públicas constituem-se importante instrumental para o governo na medida em que fornecem informações aproximadas da dinâmica de suas contas. Quão mais precisas forem estas informações mais subsídios disporá o sistema de planejamento estadual, de maneira que possa atuar com maior eficiência no combate às barreiras estruturais e conjunturais para o desenvolvimento do estado.

Dentro desta perspectiva, este trabalho estimou diversos modelos, com base na abordagem de séries temporais para previsão de curto prazo (bimestral) dos principais agregados das Receitas Públicas do Estado do Ceará: Receita Total, Receitas Própria, Arrecadação do ICMS, Transferências Correntes e Fundo de Participação Estadual.

Inicialmente estimou-se dois modelos para cada um dos itens citados, um pela metodologia ARIMA e outro pela Técnica de Alisamento Exponencial (Holt-Winter). Um terceiro modelo é construído por um processo que estabelece pesos para os dois modelos anteriores de acordo com o desempenho de suas previsões geradas num período ex-post.

Em relação aos modelos ARIMA, todos os testes estatísticos encontrados foram significantes ao nível de 5% de confiança, comprovando a correta estimação de seus parâmetros.

No entanto, mesmo com os modelos devidamente estimados, sua consistência explicativa não fica garantida. O meio aqui utilizado para comprovar o correto ajustamento de cada modelo fundamentou-se em medidas que avaliam sua eficiência preditiva; tais como, o Erro Percentual Médio, o Desvio Padrão dos Erros e o Grau de Eficiência Preditiva.

A maioria dos resultados mostraram-se satisfatórios. Porém, em algumas séries, para períodos com modificações repentinas de sua tendência, os valores previstos foram ineficientes. Isto indica que a principal falha da metodologia, neste caso, foi a falta da incorporação de indicadores que sinalizassem as eventuais mudanças na série.

No caso da Receita Total este problema pode ser facilmente observado na passagem do terceiro para o quarto bimestre do período previsto. Contudo, na prática, é possível corrigir a tendência das previsões pela técnica denominada de "Ajustamento do Termo Constante".

Para as transferências Correntes e o Fundo de Participação Estadual, séries de maior instabilidade, os modelos mostraram-se inadequados para previsão, apresentando em média erros de aproximadamente 12%. Vale observar que o modelo combinado ajustado para o FPE apresentou previsões com menores erros, 4% em média quando se descarta o primeiro bimestre previsto, sendo portanto o modelo mais adequado.

Já os modelos para a Receita Própria e a arrecadação de ICMS, recursos originários da própria arrecadação do estado, foram os que mais se

adequaram para previsão da série real, apresentando em média erros percentuais de 5%.

Por fim, o quadro abaixo apresenta o resumo dos melhores modelos preditivos para cada item da receita, ressaltando que em alguns casos esta escolha não é bem definida pois ocorre igual performance de mais de um modelo.

**QUADRO 9**  
**Modelos de Melhor Performance Preditiva**

<b>ITENS ESTIMADOS</b>	<b>METODOLOGIA</b>
RECEITA TOTAL	ARIMA
RECEITA PRÓPRIA	Combinação
ICMS	ARIMA
TRANSF. CORRENTES	A. Exponencial
FPE	Combinação

De uma maneira geral os modelos ARIMA e combinado, com base no GEP, apresentam melhor performance preditiva para a maioria das componentes da receita, apresentando o modelo de alisamento exponencial resultados piores do que os outros dois. Fica, portanto, constatado um resultado bem estabelecido na literatura, que é a boa performance do modelo combinado que, ao juntar informações diferentes, torna mais amplo o conjunto de possibilidades de uma boa previsão.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ARAÚJO, A., HORTA, M.H. e CONSIDERA, C. M. **Transferências aos Estados**. IPEA. Série Relatório de Pesquisa. 1973.
- CASTELAR, L.I.M., FERREIRA, R.T. e LINHARES, F.C. **A Combinação de Previsões para o ICMS do Estado do Ceará**. Texto para discussão nº 141.CAEN/UFC . 1996.
- COSTA, R.N. **Previsão do Mercado de Energia Elétrica de Curto Prazo: Uma Abordagem de Série de Tempo**. USP. Tese de Mestrado. Mimeo. 1994.
- FERREIRA, J.M. e REIS, H.C. **Lei 4.320/64 Comentada**. IBAM. 1996.
- GRANGER, C.W.J. e NEWBOLD, P. **Forecasting Economic Time Series**. Academic Press. 1977.
- GRANGER, C.W.J. **Forecasting in Business and Economics**. Academic Press. 1980.
- HANKE, J. e REITSCH, A. **Business Forecasting**. Allyn and Bacon. 1989.
- JHONSTON, J. **Econometric Methods**. McGraw-Hill. 1972.
- KMENTA, J. **Elements of Econometrics**. Macmillan Publishing Company. 1971.

- MADALLA, G.S. **Introduction to Econometrics**. Macmillan Publishing Company. 1992.
- MAKRIDAKIS, S. **Forecasting: Methods and Applications**. Jhon Willey & Sons. 1983.
- PESSOA, M.N. **Análise das Receitas e Despesas Públicas do Estado do Ceará sob a Influência da Seca e Nível de Atividade Econômica**. CAEN-UFC. Tese de Mestrado. Mimeo. 1992.
- PINDYCK, R. e RUBINFELD, D. **Econometric Models and Economic Forecasts**. MacGraw-Hill 1981.
- RAMANATHAN, R. **Introductory Econometrics with Applications**. The Dryden Press. 1992.
- REIS, M.L.S.M.A.B. e CASSIANO, J. **O ICMS ao Alcance de Todos**. Rio de Janeiro. Forense. 1991.

# **ANEXO 1**

## **CORRELOGRAMA DAS SÉRIES E DOS RESÍDUOS DAS ESTIMAÇÕES DOS MODELOS ARIMA**

**TABELA 16**  
**Correlograma da Série Receita Total (1997.1-1992.1)**

AUTOCORRELATIONS	PARTIAL AUTOCORRELATIONS	AC	PAC
*****	*****	1	0.436 0.436
**	*	2	0.157 -0.041
.	*	3	-0.018 -0.089
.	.	4	-0.020 0.034
**	**	5	0.116 0.158
***	***	6	0.235 0.152
*	*	7	0.098 -0.114
.	*	8	-0.025 -0.062
.	*	9	-0.018 0.081
*	**	10	0.107 0.150
.	**	11	0.026 -0.174
*	*	12	0.103 0.089
**	**	13	0.154 0.190
*	***	14	-0.039 -0.204
.	.	15	-0.032 -0.028
*	*	16	-0.094 -0.084
*	*	17	-0.087 0.047
.	.	18	-0.009 -0.005
.	**	19	-0.028 -0.165
*	.	20	-0.073 0.006
*	*	21	-0.097 0.069
**	***	22	-0.172 -0.214
**	*	23	-0.133 -0.095
**	*	24	-0.134 0.057

Q-Statistic (24 lags) = 16.331

S.E. of Correlations = 0.164

**TABELA 17**  
**Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para a**  
**Receita Total (1997.1-1992.1)**

AUTOCORRELATIONS	PARTIAL AUTOCORRELATIONS	AC	PAC	
.	.	1	0.013	0.013
.	.	2	0.014	0.014
*	*	3	-0.095	-0.095
*	*	4	-0.085	-0.084
*	*	5	0.049	0.054
***	***	6	0.241	0.238
*	.	7	0.040	0.022
*	*	8	-0.079	-0.099
*	.	9	-0.048	-0.003
***	***	10	0.153	0.224
*	**	11	-0.078	-0.120
*	*	12	0.041	-0.076
***	****	13	0.206	0.280
**	*	14	-0.119	-0.064
.	*	15	0.030	-0.059
*	**	16	-0.103	-0.163
*	.	17	-0.077	0.026
.	*	18	0.011	0.050
*	*	19	0.081	-0.089
.	*	20	-0.007	-0.071
.	**	21	-0.006	0.133
**	*	22	-0.127	-0.080
*	**	23	-0.041	-0.186
*	.	24	-0.081	-0.008

Q-Statistic (24 lags) = 8.264

S.E. of Correlations = 0.164

**TABELA 18**  
**Correlograma da Série Receita Própria (1997.1-1992.1)**

<u>AUTOCORRELATIONS</u>	<u>PARTIAL AUTOCORRELATIONS</u>	<u>AC</u>	<u>PAC</u>	
*****	*****	1	0.448	0.448
**	*	2	0.162	-0.049
.	*	3	-0.025	-0.099
*	.	4	-0.047	0.012
**	***	5	0.176	0.265
*****	*****	6	0.399	0.294
**	***	7	0.188	-0.202
.	**	8	-0.004	-0.119
*	*	9	-0.091	0.060
**	.	10	-0.129	-0.034
.	.	11	0.037	-0.002
****	*	12	0.324	0.041
**	*	13	0.156	0.085
.	.	14	0.033	-0.030
*	*	15	-0.063	-0.046
**	.	16	-0.126	-0.022
*	.	17	-0.061	-0.027
.	*	18	0.019	-0.059
.	**	19	-0.027	-0.127
**	**	20	-0.148	-0.134
***	.	21	-0.210	-0.038
***	.	22	-0.227	-0.035
***	**	23	-0.200	-0.116
**	*	24	-0.143	-0.102

Q-Statistic (24 lags) = 27.523

S.E. of Correlations = 0.164

**TABELA 19**  
**Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para a**  
**Receita Própria (1997.1-1992.1)**

AUTOCORRELATIONS	PARTIAL AUTOCORRELATIONS	AC	PAC	
*	*	1	-0.047	-0.047
**	**	2	0.130	0.128
*	*	3	-0.059	-0.049
**	**	4	-0.160	-0.185
*	**	5	0.111	0.117
.	*	6	0.012	0.069
*	*	7	0.115	0.067
**	**	8	-0.119	-0.152
.	.	9	-0.026	-0.020
*	.	10	-0.064	-0.011
.	.	11	-0.030	-0.017
**	*	12	0.148	0.098
*	*	13	0.056	0.084
*	.	14	0.073	0.033
.	.	15	0.017	0.037
*	*	16	-0.114	-0.093
.	.	17	0.014	0.007
*	*	18	0.059	0.090
.	.	19	0.034	-0.006
*	*	20	-0.050	-0.115
*	*	21	-0.082	-0.063
*	.	22	-0.060	0.020
*	.	23	-0.057	-0.017
*	**	24	-0.092	-0.189

Q-Statistic (24 lags) 6.174

S.E. of Correlations 0.164

**TABELA 20**  
**Correlograma da Série ICMS (1997.1-1992.1)**

<u>AUTOCORRELATIONS</u>	<u>PARTIAL AUTOCORRELATIONS</u>	<u>AC</u>	<u>PAC</u>
*****	*****	1	0.845 0.845
*****	.	2	0.706 -0.029
*****	**	3	0.555 -0.119
*****	****	4	0.514 0.288
*****	**	5	0.509 0.129
*****	**	6	0.482 -0.125
*****	***	7	0.373 -0.240
***	.	8	0.257 -0.008
**	.	9	0.158 -0.004
*	*	10	0.105 -0.077
*	.	11	0.084 0.007
.	*	12	0.037 -0.074
*	**	13	-0.056 -0.161
***	***	14	-0.195 -0.228
****	***	15	-0.341 -0.220
*****	**	16	-0.383 0.166
*****	*	17	-0.392 -0.040
*****	**	18	-0.331 0.153
*****	*	19	-0.314 0.090
*****	*	20	-0.316 0.069
*****	.	21	-0.333 0.038
*****	**	22	-0.339 -0.142
*****	*	23	-0.326 -0.064
*****	*	24	-0.277 0.046

Q-Statistic (24 lags) = 136.884

S.E. of Correlations = 0.164

**TABELA 21**  
**Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para o ICMS**  
**(1997.1-1992.1)**

AUTOCORRELATIONS	PARTIAL AUTOCORRELATIONS	AC	PAC	
		1	0.026	0.026
*	*	2	-0.053	-0.054
		3	0.011	0.014
		4	-0.014	-0.017
*	*	5	0.046	0.048
*	*	6	0.028	0.024
		7	0.056	0.061
		8	-0.018	-0.021
		9	-0.022	-0.014
*	*	10	0.053	0.049
*	*	11	-0.042	-0.048
		12	0.023	0.025
*		13	0.039	0.030
		14	-0.001	0.002
		15	-0.015	-0.015
		16	0.014	0.019
	*	17	-0.037	-0.046
*	*	18	-0.005	0.002
*	*	19	0.059	0.050
*	*	20	-0.068	-0.078
		21	-0.024	-0.009
*	**	22	-0.112	-0.122
*	*	23	-0.061	-0.056
		24	-0.021	-0.032

Q-Statistic (24 lags) = 1.644

S.E. of Correlations = 0.164

**TABELA 22**  
**Correlograma da Série Transferências Correntes (1997.1-1992.1)**

<u>AUTOCORRELATIONS</u>	<u>PARTIAL AUTOCORRELATIONS</u>	<u>AC</u>	<u>PAC</u>
*****	*****	1	0.501 0.501
*****	**	2	0.379 0.171
*****	**	3	0.378 0.185
****	*	4	0.320 0.066
****	**	5	0.345 0.142
*****	**	6	0.361 0.122
***	*	7	0.220 -0.101
.	***	8	0.025 -0.268
**	**	9	0.184 0.177
.	**	10	0.036 -0.189
.	*	11	-0.030 -0.099
*	**	12	0.087 0.146
*	***	13	-0.115 -0.208
*	*	14	-0.093 0.081
*	*	15	-0.081 -0.053
*	.	16	-0.100 -0.019
**	.	17	-0.178 -0.009
*	*	18	-0.112 -0.054
**	*	19	-0.169 -0.038
***	.	20	-0.221 0.018
*	.	21	-0.081 -0.015
**	.	22	-0.169 0.007
**	*	23	-0.183 -0.047
***	***	24	-0.235 -0.213

Q-Statistic (24 lags) = 46.847

S.E. of Correlations = 0.164

**TABELA 23**  
**Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para as**  
**Transferências Correntes (1997.1-1992.1)**

AUTOCORRELATIONS	PARTIAL AUTOCORRELATIONS		AC	PAC
**	**	1	-0.131	-0.138
*	*	2	0.075	0.054
**	***	3	0.173	0.191
.	*	4	0.034	0.086
*	*	5	0.084	0.070
***	***	6	0.187	0.174
*	***	7	0.105	0.196
***	***	8	-0.226	-0.189
***	*	9	0.194	0.105
*	*	10	-0.063	-0.044
*	***	11	-0.101	-0.204
***	*	12	0.247	0.092
**	**	13	-0.169	-0.161
.	*	14	0.008	0.071
.	*	15	-0.007	-0.063
.	*	16	-0.001	-0.063
**	.	17	-0.178	-0.017
*	*	18	0.051	-0.097
*	*	19	-0.082	-0.062
**	.	20	-0.161	-0.009
**	.	21	0.121	0.000
**	*	22	-0.130	0.068
.	*	23	-0.005	0.098
*	**	24	-0.099	-0.115

Q-Statistic (24 lags) = 18.698

S.E. of Correlations = 0.164

**TABELA 24**  
**Correlograma da Série Fundo de Participação Estadual (1997.1-1992.1)**

<u>AUTOCORRELATIONS</u>	<u>PARTIAL AUTOCORRELATIONS</u>		<u>AC</u>	<u>PAC</u>
*****	*****	1	0.463	0.463
***	.	2	0.214	-0.001
***	***	3	0.252	0.195
***	*	4	0.243	0.073
****	***	5	0.324	0.223
****	*	6	0.309	0.076
**	*	7	0.122	-0.113
*	****	8	-0.052	-0.209
**	***	9	0.166	0.235
*	**	10	0.089	-0.189
.	*	11	-0.020	-0.049
*	**	12	0.114	0.168
.	*	13	0.005	-0.063
.	.	14	-0.013	0.016
.	*	15	0.006	-0.074
*	*	16	-0.073	-0.092
**	*	17	-0.173	-0.092
*	.	18	-0.073	-0.024
*	*	19	-0.088	-0.087
***	*	20	-0.257	-0.099
*	**	21	-0.092	0.127
*	*	22	-0.077	0.049
**	.	23	-0.129	0.002
***	****	24	-0.227	-0.283

Q-Statistic (24 lags) = 31.333

S.E. of Correlations = 0.164

**TABELA 25**  
**Correlograma dos Resíduos da Estimação do Modelo ARIMA para o Fundo de Participação Estadual (1997.1-1992.1)**

<u>AUTOCORRELATIONS</u>	<u>PARTIAL AUTOCORRELATIONS</u>	<u>AC</u>	<u>PAC</u>
. . . . .	. . . . .	1	-0.010 -0.010
. *  . . . . .	. *  . . . . .	2	-0.092 -0.092
. .  * . . . . .	. .  * . . . . .	3	0.105 0.104
. . . . .	. . . . .	4	0.013 0.006
. . . ** . . . . .	. . . ** . . . . .	5	0.136 0.158
. . . *** . . . . .	. . . *** . . . . .	6	0.243 0.227
. . . . * . . . . .	. . . . * . . . . .	7	0.055 0.109
. . . . .	. . . . .	8	-0.275 -0.272
. . . . .	. . . . .	9	0.253 0.221
. . . . .	. . . *  . . . . .	10	0.038 -0.059
. . . . .	. . . **  . . . . .	11	-0.117 -0.154
. . . . .	. . . .  * . . . . .	12	0.182 0.077
. . . . .	. . . . .	13	-0.007 0.027
. . . . .	. . . . .	14	-0.013 0.092
. . . . .	. . . . .	15	0.065 -0.032
. . . . .	. . . *  . . . . .	16	-0.020 -0.107
. . . . .	. . . *  . . . . .	17	-0.186 -0.059
. . . . .	. . . **  . . . . .	18	0.011 -0.133
. . . . .	. . . *  . . . . .	19	0.064 -0.064
. . . . .	. . . ***  . . . . .	20	-0.263 -0.216
. . . . .	. . . . .	21	0.044 0.019
. . . . .	. . . . .	22	-0.007 0.073
. . . . .	. . . . .	23	0.020 0.224
. . . . .	. . . *  . . . . .	24	-0.114 -0.162

Q-Statistic (24 lags) = 16.196    S.E. of Correlations = 0.164

## **ANEXO 2**

### **GRÁFICOS DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DAS FINANÇAS PÚBLICAS DO ESTADO DO CEARÁ**

