

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E  
SISTEMAS**

**SHIRLEY SUELLEN THESARI**

**MODELO PARA DISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS NOS MUNICÍPIOS  
BRASILEIROS BASEADO NA LEI DE DIRETRIZES ORÇAMENTÁRIAS, ANÁLISE  
MULTICRITÉRIO E PROGRAMAÇÃO LINEAR**

**DISSERTAÇÃO**

**PATO BRANCO**

**2016**

**SHIRLEY SUELLEN THESARI**

**MODELO PARA DISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS NOS MUNICÍPIOS  
BRASILEIROS BASEADO NA LEI DE DIRETRIZES ORÇAMENTÁRIAS, ANÁLISE  
MULTICRITÉRIO E PROGRAMAÇÃO LINEAR**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Modelos e métodos de suporte à tomada de decisão.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Trojan  
Coorientadora: Prof. Dra. Dayse R. Batistus

**PATO BRANCO**

**2016**

---

## **TERMO DE APROVAÇÃO Nº 04**

### **Título da Dissertação**

**Modelo para Distribuição de Recursos nos Municípios Brasileiros Baseado na Lei de Diretrizes Orçamentárias, Análise Multicritério e Programação Linear**

### **Autora**

**Shirley Suellen Thesari**

Esta dissertação foi apresentada às 15 horas do dia 29 de julho de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS – Linha de Pesquisa Modelos e Métodos de Suporte à Tomada de Decisão – no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A autora foi arguida pela Banca Examinadora abaixo assinada, a qual, após deliberação, considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Flávio Trojan  
UTFPR - Presidente

Prof. Dr. Rui Francisco Martins Marçal  
PUCPR - Examinador

Profª Drª Dayse Regina Batistus  
UTFPR - Examinadora

Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira  
UTFPR - Examinador

Visto da Coordenação

Prof. Dr. Sandro César Bortoluzzi  
Vice-Coordenador do PPGEPS

**O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do PPGEPS.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que me deu a vida, e tem me dado esperança, fé e condições para seguir os meus objetivos.

Ao meu orientador, professor Dr. Flavio Trojan, que me deu a oportunidade e confiança de estudar o que gosto e, todo o apoio para que esse estudo ocorresse. Além de sabedoria, dispensou paciência, calma e persistência diante das minhas inúmeras dificuldades.

A minha coorientadora, professora Dra. Dayse R. Batistus, que de forma paciente e gentil, sempre esteve disposta a me auxiliar.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que além de proporcionar todo o amparo necessário para a realização desse estudo por meio do PPGEPS, também reduziu minha carga horária para a conclusão.

A equipe do PPGEPS, na coordenação do professor Dr. Gilson Adamczuk Oliveira, por toda colaboração e trabalho prestados.

Aos professores do programa e aos colegas – Carolina, Ivânia, Renato, Ludmila, Jaqueline, Isabela, Alfred, Mauro, Henrique, Dalila, Rosaine e Roger – pelo companheirismo e ensinamentos repassados nesses dois anos.

A CAPES por ter me proporcionado bolsa em quase todo o período do mestrado, se tornando indispensável para a realização desse.

Aos colaboradores do setor de Contabilidade e de Tributação da prefeitura de Pato Branco, e a colaboradora Eliana da Câmara, que na medida do possível foram gentis no envio dos dados.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram e que são o alicerce de toda essa jornada.

Aos familiares e amigos pela paciência e compreensão na ausência em diversos momentos. Em especial aos grandes incentivadores e colaboradores, Roberta, Janderle, Everton, e ao namorado Bruno, sem os quais o caminho seria muito mais difícil.

## RESUMO

THESARI, Shirley Suellen; **MODELO PARA DISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS BASEADO NA LEI DE DIRETRIZES ORÇAMENTÁRIAS, ANÁLISE MULTICRITÉRIO E PROGRAMAÇÃO LINEAR.** 2016, p.146. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

A gestão municipal, em qualquer País, necessita de planejamento e alocação de recursos de maneira equilibrada. No Brasil, a Lei de Diretrizes Orçamentária (LDO) orienta os gestores municipais em direção a esse equilíbrio. Esta pesquisa desenvolve um modelo que procura encontrar o equilíbrio da alocação dos recursos públicos nos municípios brasileiros, considerando a LDO como parâmetro. Para isso se utiliza das técnicas estatísticas e da análise multicritério, numa primeira etapa, a fim de definir estratégias de alocação, baseando-se nos aspectos técnicos advindos do gestor municipal. Numa segunda etapa, apresentou a otimização baseada em programação linear, em que a função objetivo deriva dos resultados da preferência desse gestor e das restrições impostas pela legislação. A representação estatística é apresentada para dar suporte ao desenvolvimento multicritério na definição das taxas de substituição, através de séries temporais. A análise multicritério foi estruturada pela definição dos critérios, alternativas e pela aplicação dos métodos UTASTAR para calcular as taxas de substituição. Após essas definições iniciais, uma aplicação da programação linear foi desenvolvida para encontrar as alocações ótimas de aplicação de recursos do orçamento municipal. Dados do orçamento de um município do Sudoeste do Paraná foram estudados na aplicação do modelo proposto e análise de resultados.

**Palavras-chave:** Programação linear. Lei de Diretrizes Orçamentárias. Multicritério.

## ABSTRACT

THESARI, Shirley Suellen; **MODEL FOR DISTRIBUTION OF RESOURCES IN THE BUDGET GUIDELINES ACT OF BRAZILIAN MUNICIPALITIES THROUGH MULTICRITERIA ANALYSIS AND LINEAR PROGRAMMING.** 2016, p 145. Dissertation (Master in Industrial and Systems Engineering) - Post Graduate Program in Industrial and Systems Engineering, Technical University Federal of Parana. Pato Branco, 2016

The municipal management in any country of the globe requires planning and allocation of resources evenly. In Brazil, the Law of Budgetary Guidelines (LDO) guides municipal managers toward that balance. This research develops a model that seeks to find the balance of the allocation of public resources in Brazilian municipalities, considering the LDO as a parameter. For this using statistical techniques and multicriteria analysis as a first step in order to define allocation strategies, based on the technical aspects arising from the municipal manager. In a second step, presented in linear programming based optimization where the objective function is derived from the preference of the results of the manager and his staff. The statistical representation is presented to support multicriteria development in the definition of replacement rates through time series. The multicriteria analysis was structured by defining the criteria, alternatives and the application of UTASTAR methods to calculate replacement rates. After these initial settings, an application of linear programming was developed to find the optimal allocation of enforcement resources of the municipal budget. Data from the budget of a municipality in southwestern Paraná were studied in the application of the model and analysis of results.

**Keywords:** Linear Programming. Budget Guidelines Law. Multicriteria.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Classificação da pesquisa.....	62
Figura 2 - Modelo para otimização dos recursos públicos .....	64
Gráfico 1 - Previsão da distribuição para a Câmara Municipal.....	76
Gráfico 2 - Previsão da distribuição para o Governo Municipal.....	141
Gráfico 3 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Administração e Finanças .....	141
Gráfico 4 -Previsão da distribuição para a Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos .....	142
Gráfico 5 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Educação e Cultura .....	142
Gráfico 6 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Saúde .....	143
Gráfico 7 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Ação Social e Cidadania.....	143
Gráfico 8 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano .....	144
Gráfico 9 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Agricultura .....	144
Gráfico 10 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Meio Ambiente .....	145
Gráfico 11 - Previsão da distribuição para a Administração Distrital .....	145

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Utilização da análise multicritério na tomada de decisão em políticas públicas .....	30
Quadro 2 - Taxonomia dos determinantes do desempenho do governo local e variáveis utilizadas em estudos anteriores .....	32
Quadro 3 - Métodos comumente utilizados na abordagem compensatória .....	40
Quadro 4 - Métodos comumente utilizados na abordagem não compensatória .....	41
Quadro 5 - Trabalhos que utilizaram programação linear .....	59
Quadro 6 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para a Câmara Municipal .....	74
Quadro 7 - <i>Ranking</i> das secretarias (R\$).....	89
Quadro 8 - Valores das utilidades de cada alternativa .....	94
Quadro 9 - Principais funções do governo municipal .....	95
Quadro 10 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para o Governo Municipal .....	130
Quadro 11 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Administração e Finanças.....	131
Quadro 12 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos.....	131
Quadro 13 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Educação e Cultura.....	132
Quadro 14 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Saúde.....	132
Quadro 15 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Ação Social e Cidadania.....	132
Quadro 16 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo da Secretaria de Desenvolvimento Urbano .....	133
Quadro 17 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo da Secretaria de Agricultura .....	133
Quadro 18 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Meio Ambiente .....	134
Quadro 19 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para a Administração Distrital.....	134



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Câmara Municipal .....	75
Tabela 2 - Dados ajustados para a Câmara Municipal (R\$).....	75
Tabela 3 - Previsão da distribuição para a Câmara Municipal (R\$) .....	76
Tabela 4 - Dados ajustados para o Governo Municipal (R\$).....	77
Tabela 5 - Previsão da distribuição para o Governo Municipal (R\$) .....	78
Tabela 6 - Dados ajustados para a Secretaria de Administração e Finanças (R\$) ...	78
Tabela 7 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Administração e Finanças (R\$) .....	79
Tabela 8 - Dados ajustados para a Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos (R\$).....	79
Tabela 9 - Previsão da distribuição para a Sec. de Engenharia, Obras e Serviços Públicos (R\$).....	80
Tabela 10 - Dados ajustados para a Secretaria de Educação e Cultura (R\$).....	81
Tabela 11 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Educação e Cultura (R\$)	81
Tabela 12 - Dados ajustados para a Secretaria de Saúde (R\$).....	82
Tabela 13 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Saúde (R\$).....	82
Tabela 14 - Dados ajustados para a Secretaria de Ação Social e Cidadania (R\$) ...	83
Tabela 15 - Previsão da distribuição para Secretaria de Ação Social e Cidadania (R\$) .....	83
Tabela 16 - Dados ajustados para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano (R\$) ..	84
Tabela 17 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano (R\$) .....	85
Tabela 18 - Dados ajustados para a Secretaria de Agricultura (R\$) .....	85
Tabela 19 -Previsão da distribuição para a Secretaria de Agricultura (R\$).....	86
Tabela 20 - Dados ajustados para a Secretaria de Meio Ambiente (R\$) .....	87
Tabela 21 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Meio Ambiente (R\$) .....	87
Tabela 22 - Dados ajustados para a Administração Distrital (R\$) .....	88
Tabela 23 - Previsão da distribuição para a Administração Distrital (R\$).....	88
Tabela 24 - Atributos e critérios (R\$).....	90
Tabela 25 - Intervalos entre os critérios .....	90
Tabela 26 - Interpolação linear para o critério 1 – 2013 .....	91
Tabela 27 - Valores marginais positivos.....	91
Tabela 28 - Diferença entre os pares de ações.....	92
Tabela 29 - Introdução dos erros superestimado e subestimado.....	92

Tabela 30 - Valores da utilidade final transformados em peso para a Programação Linear .....	94
Tabela 31 - Percentagem de cada secretaria em relação ao valor total dos anos 2014 e 2015 .....	100
Tabela 32 - Otimização da Função Objetivo .....	102
Tabela 33 - Otimização da Função Objetivo considerando a equação 30 na restrição 5 .....	102
Tabela 34 - Otimização da Função Objetivo considerando a equação 31 na restrição 5 .....	103
Tabela 35 - Otimização da Função Objetivo considerando a equação 32 na restrição 5 .....	104
Tabela 36 - Dados ajustados para o valor total das LDO's dos anos de 2003 a 2016 (R\$) .....	104
Tabela 37 - Otimização a partir da aplicação de séries temporais .....	105
Tabela 38 - Comparação do valor real distribuído, com a otimização; otimização equação 30, otimização equação 31 e otimização equação 32 na restrição 5 (R\$) .....	106
Tabela 39 - Diferença percentual do valor real distribuído na LDO 2015 e o valor obtido na otimização .....	107
Tabela 40 - Diferença percentual entre a distribuição real da LDO 2015 e a otimização mais flexível – equação 32 da restrição 5 .....	108
Tabela 41 - Orçamento Municipal Anual – Distribuição e Arrecadação do período 2003 a 2015 (em R\$, x1.000).....	128
Tabela 42 - Resultados de modelos de montagem diferentes para o Governo Municipal .....	134
Tabela 43 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Administração e Finanças .....	135
Tabela 44 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos .....	135
Tabela 45 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Educação e Cultura .....	135
Tabela 46 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Saúde .....	136
Tabela 47 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Ação Social e Cidadania .....	136
Tabela 48 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano .....	137
Tabela 49 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Agricultura .....	137
Tabela 50 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Meio Ambiente .....	137

Tabela 51 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Administração Distrital .....	138
Tabela 52 - Interpolação linear para o critério 2 – 2014 .....	138
Tabela 53 - Interpolação linear para o critério 3 – 2015 .....	139

## LISTA DE SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
CAD	Comissão de Avaliação Pessoal
CM	Método Copeland
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
ELECTRE	<i>Elimination Et Choice Traidusant La Realité</i>
FJP	Fundação João Pinheiro
FTP	Fator Total de Produtividade
FUNREBOM	Fundo Municipal de Equipamento do Destacamento do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado do Paraná
IBES	Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IDS	Índice de Desenvolvimento Setorial
IFDM	Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal
IMP	Índice de Malmquist Produtividade
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPI	Imposto Sobre Produtos Industrializados
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IPVA	Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
IQD	Índice de Qualidade do Desenvolvimento
IR	Imposto de Renda
ISSQN	Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza
ITR	Imposto Territorial Rural
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Anual
Log	Logaritmo
LRF	Lei de Responsabilidade Fiscal
MACBETH	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>
MAUT	<i>Multiple Attribute Utility Theory</i>
MCDA	<i>Multicriteria Decision Aid</i>
MCDM	<i>Multiple Criteria Decision Making</i>
NPM	<i>New Public Management</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OGU	Orçamento Geral da União
ONG	Organização Não Governamental
PIB	Produto Interno Bruto
PL	Programação Linear
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPA	Plano Plurianual
PPC	Paridade do Poder de Compra

PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>
SMART	<i>Simple Multi-attribute Rating Technique</i>
SMARTER	<i>Simple Multi-attribute Rating Technique Exploiting Ranks</i>
SMARTS	<i>Simple Multi-attribute Rating Technique using Swings</i>
STN	Secretaria do Tesouro Nacional
TOPSIS	<i>Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution</i>
UDH	Unidades de Desenvolvimento Humano
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UTA	<i>Utilité additive</i>
WSM	<i>Weighted Sum Method</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1.JUSTIFICATIVA .....	17
1.2.OBJETIVOS .....	18
1.2.1.Objetivo Geral .....	18
1.2.2.Objetivos Específicos .....	19
1.3.ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	19
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	21
2.1.ORÇAMENTO PÚBLICO .....	21
2.2.A IMPORTÂNCIA DE MÉTODOS DE GESTÃO PÚBLICA.....	24
2.3.MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA .....	25
2.3.1.Índices e Indicadores .....	27
2.3.2.Orçamento Participativo .....	34
2.4.MÉTODOS UTILIZADOS DE APOIO AO TRABALHO .....	37
2.4.1.Métodos compensatórios e não compensatórios .....	38
2.4.2.Método UTASTAR.....	41
2.4.3.Séries Temporais .....	50
2.4.4.Programação Linear .....	52
2.4.4.1.Conceitos de Programação Linear .....	53
2.4.4.2.Modelagem e Otimização.....	55
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	61
3.1.ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO.....	61
3.2.ASPECTOS DA PESQUISA.....	63
3.2.1.Modelo de otimização.....	63
3.2.2.Séries temporais .....	64
3.2.3.Método UTASTAR.....	65
3.2.4.Programação linear .....	69
<b>4. INVESTIGAÇÃO, RESULTADOS E ANÁLISES</b> .....	71
4.1.SÉRIES TEMPORAIS .....	71
4.1.1 Câmara Municipal .....	73
4.1.2 Governo Municipal .....	77
4.1.3 Secretaria de Administração e Finanças .....	78
4.1.4 Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos .....	79
4.1.5 Secretaria de Educação e Cultura.....	80
4.1.6 Secretaria de Saúde.....	81

4.1.7 Secretaria de Ação Social e Cidadania .....	82
4.1.8 Secretaria de Desenvolvimento Urbano .....	84
4.1.9 Secretaria de Agricultura .....	85
4.1.10 Secretaria de Meio Ambiente .....	86
4.1.11 Administração distrital .....	87
4.2.UTASTAR.....	89
4.3.PROGRAMAÇÃO LINEAR.....	94
4.3.1 Modelagem e Restrições.....	95
4.3.2 Otimização .....	101
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>109</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>128</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A proposta da presente dissertação foi auxiliar a preencher algumas lacunas, encontradas na formulação do problema de otimização das contas públicas do orçamento municipal. *A priori*, foi apresentada uma análise temporal dos dados através das séries temporais, e a construção de uma problemática multicritério, que envolve os gestores dentro da gestão municipal, os quais possuem maior capacidade de julgamento das questões técnicas que envolvem a Lei de Diretrizes Orçamentárias. Esse desenvolvimento pode possibilitar maior confiança aos gestores municipais, quando da viabilidade de melhor aplicação dos recursos públicos para os municípios.

Alguns trabalhos científicos já abordaram a otimização por meio da programação matemática e da análise multicritério. Porém, o fizeram de maneira específica para o objetivo de otimização, visto que neles foram consideradas a função objetivo e as respectivas restrições de um problema de programação matemática.

Cabral (2005) utilizou a programação linear como ferramenta estratégica para a otimização de orçamentos públicos, objetivando determinar uma locação eficiente da dotação orçamental, inicialmente prevista na lei orçamentária por função governamental. O trabalho construiu uma função objetivo de maximização das contas públicas classificadas conforme a portaria nº 42/99 da STN (Secretaria do Tesouro Nacional). Concluiu que a utilização da programação linear no orçamento na gestão pública constitui uma ferramenta para a busca da eficiência no setor público, por se tratar de um dos instrumentos do orçamento participativo.

Pinho (2004) realizou uma análise da viabilidade e aplicação de um modelo estruturado em multicritério e programação linear aplicado ao orçamento público municipal, tendo como estudo de caso uma visão macro do orçamento de 2003 da Prefeitura Municipal de Fortaleza.

O referido modelo apresentou uma função objetivo de maximização das contas públicas, classificadas conforme os programas de governo do estudo de caso apresentado e utilizou o método multicritério MACBETH para a determinação das constantes de escala  $k$ , com o intuito de determinar o grau de importância dos programas e que definiu o valor máximo da função objetivo, como fator decisivo na



definição das variáveis controladas do modelo. O grau de importância ou índice  $k$  foi definido através de uma elicitación com 150 atores de diversos níveis sociais e depois inserido na nova função objetivo para então se calcular através de programação linear os resultados da otimização.

O trabalho também ajudou a resolver a brecha encontrada no trabalho de Pinho (2004), no qual houve a dificuldade de definir as constantes de escala, pois os atores eram pessoas da comunidade que, além de apresentar interesses diversos, não tinham o conhecimento técnico para decidir com maior confiança. Assim, esta definição, neste trabalho, esteve embasada em séries temporais.

Ressalta-se que o ponto crítico do trabalho foi justamente na construção da escala de prioridades por atores que defendiam o sistema de valores que representam, já que eles devem, necessariamente, chegar a um consenso para que o valor  $k$  seja considerado adequado e representado no modelo.

Outro fator importante é o crescimento do número de municípios no Brasil durante o século XX, pois antes da reforma constitucional em 1946, a quantidade de municípios era de 436; já em 1964 o número de municípios instalados cresceu para 800. Em 1988 o número era de 4.000, elevando-se para 5.507 em 2000 (JUBRAN, 2006).

Com um número expressivo de municípios, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2009) assegura que o planejamento governamental e a gestão pública constituem duas dimensões cruciais e inseparáveis da boa atuação dos Estados contemporâneos. Afirma ainda que no Brasil, ao longo das últimas duas décadas, a função planejamento foi tomando dimensões muito diferentes das quais deveria ser, pois a função foi sendo esvaziada de conteúdo estratégico, cujo sentido de conjunto e movimento não tem sido fácil de identificar.

A função planejamento, segundo o IPEA, é convertida em PPAs (Planos Plurianuais) de quatro anos, que embora previstos desde a Constituição Federal de 1988, apenas tiveram efetividade a partir da segunda metade dos anos 1990. O seu desdobramento em programas e ações setorialmente organizados e materializados conduz a ideia de junção entre orçamento do plano (recursos financeiros) e a sua execução (metas físicas). Dessa forma, esses desdobramentos se dão por dois instrumentos importantes para operacionalizar e materializar a união entre plano e orçamento: a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) – responsável por definir as metas e as prioridades para o exercício financeiro seguinte; e a Lei Orçamentária

Anual (LOA) – responsável por consolidar a proposta orçamentária para o ano seguinte, em conjunto com os ministérios e as unidades orçamentárias dos Poderes Legislativo e Judiciário. Sendo assim, se faz relevante a construção de ferramentas que auxiliem na correta aplicação dos orçamentos públicos.

### 1.1. JUSTIFICATIVA

Quando se fala em gestão pública, principalmente a municipal, a decisão na maioria das vezes baseia-se em critérios que envolvem a tendência de escolha particular (preferências) do administrador principal (prefeito), os interesses do seu partido político ou coligação, os planos traçados para seu governo, entre outras opções que nem sempre levam ao que é mais adequado para o município, servidores e munícipes. Assim, instalam-se planos de governo (agente que opera a instituição) e não de estado (a instituição).

Por outro lado, atribuir a totalidade das decisões à sociedade pode levar à dificuldade em que haverá a falta de um consenso geral e de entendimento sobre as questões técnicas que envolvem o problema. Uma decisão em que as preferências populares são levadas em consideração, poderá não atender a totalidade da população ou ser inviável tecnicamente, comprometendo o bem-estar e a maior qualidade de vida esperada pelos munícipes, então, deve existir um consenso entre ambas opiniões.

Na maioria dos municípios brasileiros a gestão municipal é tida como uma administração particular de cada governo, sem continuidade no planejamento e gestão, o que pode provocar uma desestruturação a cada mandato, com perdas que poderiam ser evitadas. Retrocedem as conquistas feitas com bons projetos e resultados e as decisões da administração acabam sendo feitas com base em alianças políticas e disputa pelo poder.

É nesse contexto que a tomada de decisão envolvendo o gestor municipal é de extrema importância. A partir da existência de um modelo embasado em questões técnicas, pode-se minimizar a subjetividade política das decisões. Ainda, é possível prever quais serão os valores a serem distribuídos, para que cada uma das funções de governo possam ter seu funcionamento garantido, seja com recurso para

pagamento de servidores, seja com os custos operacionais essenciais para o seu apropriado funcionamento.

Outro fator importante quanto aos recursos públicos são as leis que estabelecem como deverá ser a distribuição. A Constituição Federal de (1988) reafirmou os dispostos na Lei Federal nº 4320/64 – que estabeleceu as normas gerais de direito financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços das entidades governamentais, padronizando para união, estados, Distrito Federal e municípios o Modelo Orçamentário Brasileiro; e o Decreto Lei nº 200/67 – estabeleceu a forma de organização do Setor Público e colocou o planejamento como um dos princípios fundamentais de orientação das administrações federal, estadual e municipal (ARVATE e BIDERMAN, 2004).

Contudo, não existem normas ou leis que determinem o melhor valor a ser investido em cada setor pertencente ao município, embora existam percentuais mínimos definidos para destinação em saúde e educação, por exemplo. É nesse contexto que se torna relevante o desenvolvimento de um modelo de otimização, o qual foi efetivado neste trabalho de pesquisa utilizando programação linear, aliada à análise multicritério. Acredita-se que o mesmo possa dar suporte para as decisões do gestor municipal, no que diz respeito ao quanto e em qual setor investir.

Diante da situação da gestão pública, que requer especialização e profissionalização, essa dissertação trouxe uma contribuição para uma realidade carente de estudos, como a observada nos municípios brasileiros. Por meio desta, foi possível apresentar um suporte para a tomada de decisão e, dessa forma, agregar conhecimento que colabora com o desenvolvimento do município.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo Geral

Esse trabalho tem como objetivo geral desenvolver um modelo de otimização das contas públicas, baseado na Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) como fonte

de informação, que se utiliza de análise multicritério, séries temporais e a programação linear, para o suporte da tomada de decisão na gestão municipal.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Pesquisar sobre dados e informações relevantes da LDO para a construção de históricos e avaliação de necessidades nos municípios;
- Organizar os dados estatísticos em séries temporais, utilizando os dados de arrecadação constantes nas LDO's de anos anteriores;
- Analisar o desempenho na alocação dos recursos nos setores da gestão municipal, definição de critérios e taxas de substituição, por meio do método multicritério UTASTAR;
- Aplicar o método de otimização, programação linear, a fim de encontrar uma solução ótima para os dados coletados, considerando a Lei de Diretrizes Orçamentárias;

### 1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em 5 (cinco) capítulos para maior organização e entendimento da pesquisa.

O primeiro capítulo contém a introdução, a qual apresenta uma visão geral sobre o tema, a justificativa para escolha do mesmo e os objetivos, geral e específicos, que se pretende alcançar com esse estudo.

O capítulo 2 conta com a revisão bibliográfica sobre o tema, tratando conceitos importantes referentes às atividades do Estado, orçamento público, métodos de decisão multicritério, técnicas de otimização, modelagem matemática e séries temporais.

O terceiro capítulo discorre sobre a metodologia utilizada no estudo, de forma a elucidar as questões: “o que fazer?” e “como fazer?”. Descrevem-se nessa etapa,

os métodos empenhados a fim de obter as informações necessárias para a realização dos objetivos propostos no capítulo 1.

O capítulo 4 trata da implementação das técnicas descritas e conceituadas no capítulo 2, utilizando-se dos métodos previamente explicitados no capítulo 3. Nesse capítulo são utilizados os meios para elucidação dos objetivos da pesquisa.

Finalmente, no quinto capítulo, apresenta-se a conclusão do estudo, com os resultados obtidos com a implementação realizada no quarto capítulo, bem como as dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho e recomendações para pesquisas futuras.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo trata dos principais conceitos que envolvem o presente trabalho, ligados principalmente a Orçamento Público, Gestão Pública no Brasil, importância de métodos de gestão pública, Medição de desempenho da Administração Pública, e os métodos que subsidiam o trabalho.

### 2.1. ORÇAMENTO PÚBLICO

O orçamento público no Brasil contempla a gestão anual de recursos públicos, e é o ato mais importante da nação nesse sentido, pois aproximadamente 35% dos recursos do país estão presentes nele (PALUDO, 2012).

O Orçamento Geral da União (OGU) é formado pelo orçamento fiscal da seguridade e pelo orçamento das empresas estatais federais. É através dele que o cidadão pode identificar a destinação dos recursos recolhidos sob a forma de imposto, sendo que nenhuma despesa pública pode ser destinada sem estar claramente exposta no orçamento (UNIFESP, 2015). Porém, nem todas as ações são realizadas pelo governo federal. Existem as ações dos governos estaduais e municipais, que devem estar registradas nas leis orçamentárias específicas, conforme a Constituição Federal de 1988.

Para o cálculo do OGU, são analisadas as estimativas para o produto interno bruto (PIB), baseando-se na previsão de inflação e em outros parâmetros. Nestes cálculos é estimada a possível receita para o exercício seguinte e definidos os gastos.

Na hierarquia de distribuição de recursos, a União repassa 47% do produto da arrecadação do Imposto de Renda (IR) e do Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI) aos fundos de participação dos estados, do Distrito Federal e dos municípios. Os governos estaduais dispõem também de 75% da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e com o Imposto sobre

a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA). Por último, as prefeituras contam com os impostos municipais – Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN); com 25% da arrecadação do ICMS do respectivo estado e com 50% do Imposto Territorial Urbano (ITR), além do repasse da União, feito com base no número de habitantes de cada cidade, definido pelo censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 1988).

A ação governamental municipal se realiza essencialmente por meio do orçamento público, ora prestando os chamados serviços de interesse local (coleta de lixo, iluminação pública, ordenamento urbano, pavimentação, entre outros), ora se inteirando em ações delegadas pelos governos federal e estadual. Estas ações delegadas atingem, principalmente, a saúde e a educação, onde existem planos, leis e recursos financeiros vinculados a ações específicas que os municípios (PINHO, 2004).

O Poder Executivo é responsável pelo sistema de planejamento e orçamento, porém deve seguir princípios básicos para elaboração e controle definidos na Carta Magna, na Lei Federal nº 4.320 de 17 de março de 1964, no PPA e na LDO.

Para tanto, são definidos alguns fundamentos: da transparência orçamentária; da unidade – cada governo terá apenas um orçamento; da universalidade – o orçamento deve ser capaz de incorporar despesas e receitas de todas as instituições públicas; por último, da anualidade – deve compreender o período de um exercício anual.

O processo orçamentário compreende as fases de elaboração e execução das leis orçamentárias (BRASIL, 2013). O Plano Plurianual estabelece as diretrizes, as metas e os objetivos da Administração Pública para as despesas de capital (agregadas ou decorrentes dela) de programas de duração continuada, fazendo a ligação entre as prioridades de médio prazo e a LOA.

Já a Lei de Diretrizes Orçamentárias estabelece as metas e as prioridades para o exercício financeiro seguinte. A LOA constitui o orçamento propriamente dito, composto de Orçamento Fiscal, Orçamento de Investimentos das Estatais e Orçamento da Seguridade Social (ALVES e BAX, 2014).

A Lei Complementar nº 101, de 04 de maio de 2000, também conhecida como Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), introduziu responsabilidades para o administrador público com relação aos orçamentos da União, dos estados e dos municípios. Foram definidos o limite de gastos com pessoal, a proibição de criar

despesas de duração continuada sem uma fonte segura de receitas, entre diversas outras. Tal Lei inseriu a restrição orçamentária na legislação brasileira e procurou criar uma cultura de disciplina fiscal para os três poderes.

Para Cabral (2005) a implementação de mecanismos de controle e transparência dos gastos públicos foi um dos maiores avanços da LRF. Segundo o autor, através da referida Lei, buscou-se direcionar as ações dos administradores públicos ao interesse da sociedade, dificultando assim a prática de gestões corruptas e a transmissão de dívidas aos governos sucessores. O ponto principal da Lei está na responsabilidade fiscal do gasto. Ainda, exige-se a participação popular na discussão e elaboração dos planos da Lei de Diretrizes Orçamentárias, recomendando assim um orçamento em que a população pode verificar onde estão sendo aplicadas suas contribuições.

O objetivo principal das leis municipais é aprimorar a Administração Municipal em prol dos interesses da coletividade, atendendo às peculiaridades locais e aos princípios técnicos convenientes ao desenvolvimento da comunidade, visando: facilitar e simplificar o acesso dos munícipes aos serviços e equipamentos públicos municipais; simplificar e reduzir os controles administrativos ao mínimo considerado indispensável, evitando o excesso de burocracia e a tramitação desnecessária de documentos, entre outros (PATO BRANCO, 2011).

O planejamento das atividades da Administração Municipal deve obedecer às diretrizes políticas emanadas dos anseios da comunidade e estabelecidas pelo Poder Executivo através da elaboração e da manutenção dos instrumentos de planejamento, que são: Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal e de Expansão Urbana; Programa de Governo Municipal; Plano Plurianual; Lei de Diretrizes Orçamentárias e Lei Orçamentária Anual (PATO BRANCO, 2011).

A elaboração e a execução do planejamento das atividades municipais sempre estão em inteira consonância com os planos e os programas dos Governos Federal e Estadual. A ação do Município, em áreas assistidas pela atuação da União ou do Estado, será de caráter supletivo e, sempre que for o caso, buscará mobilizar recursos materiais, humanos e financeiros disponíveis.

O orçamento público é dividido conforme a estrutura básica da Prefeitura, sendo é importante saber como é feita a divisão entre os setores para saber como são destinados os recursos. Cada prefeitura aprova, através de lei da sua Câmara Municipal, a Estrutura Administrativa Organizacional para seu Município. A estrutura



organizacional é integrada por todos os órgãos da Administração Pública Municipal direta, que constituem o Governo Municipal, na forma da lei.

Os órgãos integrantes da estrutura administrativa obedecem, sempre, o seguinte escalonamento hierárquico: Secretaria; Departamento ou Diretoria; Divisão; Setor.

## 2.2. A IMPORTÂNCIA DE MÉTODOS DE GESTÃO PÚBLICA

A maneira como será feita a expansão e melhoria dos serviços públicos terá enorme influência no tipo de sociedade que se projetará. A escolha está entre repetir moldes de desenvolvimento do século passado, ou optar por soluções para os gargalos de infraestrutura, implantando redes de serviços públicos que melhorem o bem-estar dos cidadãos e, aumentem o nível de desenvolvimento do país (GIAMBIAGI e PORTO, 2011).

Para que se possa investir em infraestrutura adequada, torna-se necessário um sistema correto e eficiente de arrecadação de verbas. Giambiagi e Porto (2011) acrescentam que, assim como a infraestrutura remonta à obra, existe uma tendência a deduzir que obras são consequências da aplicação de recursos do orçamento público, financiado por tributos ou pelo endividamento público. Para os autores, a deficiência de serviços e de infraestrutura adequada é, geralmente, explicada como um problema orçamentário: os governos não investem por falta de orçamento. Dessa forma, para efetuar um planejamento eficiente se faz necessário conhecer sobre os volumes arrecadados e destinar satisfatoriamente esses recursos.

A chamada nova gestão pública – *New Public Management* (NPM) – tem origem num repetido conjunto de esforços relacionados à importância da gestão de serviços públicos, que foi observado principalmente ao longo da década de 1980, pelos países membros da OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Embora não seja considerada efetivamente uma teoria, a NPM foi responsável por uma série de mudanças nas entidades públicas desses países, principalmente em relação à natureza gerencial e organizacional, vista então como uma tendência de orientação da gestão pública (CRUZ, 2015).

A falta de transparência governamental facilita a corrupção, gerando reflexos, como a falta de credibilidade da sociedade em seus governantes e o afastamento da política. Embora haja esforços regulatórios por parte do Estado como a Lei de Responsabilidade Fiscal, marco legal da tentativa de melhoria na responsabilização no Brasil, ainda parece não ter sido suficiente para estancar a sangria dos recursos públicos (CARLOS, LOPES, *et al.*, 2008).

### 2.3. MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

A realidade presenciada nas finanças públicas no Brasil levou a uma situação que acabou por limitar o atendimento de necessidades fundamentais da população, como a saúde, educação, moradia, saneamento, com efeitos maiores em desfavor da parcela mais pobre da população que depende dos serviços públicos, e acaba por sofrer com a ausência de investimentos governamentais nessas áreas.

Após a autonomia dos municípios gerada pela Constituição Federal de 1988, esses entes passaram a ser fundamentais na superação dos problemas advindos da escassez de recursos públicos, que provoca pobreza crescente e exclusão social. A situação orçamentária e financeira de várias entidades públicas tem sido caracterizada, ao longo dos anos, por desequilíbrio fiscal. Há uma ênfase demasiada na necessidade de corte de gastos para o restabelecimento da situação de equilíbrio, sem análise de outras possibilidades, como a atuação para uma gestão adequada dos gastos públicos (CÂMARA, 2006).

Uma série de reformas implementadas para incentivo do sistema do setor público procuraram reorientá-los em direção a um foco na medição resultados e os induzindo para se tornarem mais eficazes, ágeis e responsáveis perante a população (HECKMAN, HEINRICH e SMITH, 2011).

A Constituição Federal compôs o atual sistema de planejamento e orçamento, em que o planejamento plurianual das políticas públicas se articula com a execução dos orçamentos anuais e com os instrumentos de controle federal. Também, as mudanças normativas introduzidas em 1998 propiciaram a integração “plano-orçamento”, por meio de programas formulados com origem em problemas ou demandas da sociedade. Decorre daí a proposta de um plano e orçamento

orientados para o resultado, o que torna o novo sistema de planejamento e orçamento (PPA, LDO e LOA) a base para a implantação da gestão por resultados no país (ARAÚJO, 2011).

Andrade *et al* (2012) em concordância com Dimenstein (2009) apresentam que as duas últimas décadas no Brasil são apontadas por mudanças sociais importantes, especialmente pela redução da desigualdade e da pobreza.

A escassez de recursos com que geralmente se defronta o setor público, somada à necessidade de atendimento às carências da população, exige dos gestores a formulação de políticas eficazes e eficientes no alcance de seus objetivos (JORGE, FREI, *et al.*, 2010).

Segundo Câmara (2006), as variáveis determinantes estruturais estão relacionadas com as características dos entes públicos onde se desenvolve a gestão. Destacam-se, entre outras: a questão econômica, a fiscal e a social. A hipótese das variáveis estruturais afetarem a gestão dos recursos pública atenta uma relação direta de dependência com a qualidade do gasto público.

A questão econômica se constrói a partir de fatores como o PIB dos municípios (calculado conforme metodologia do IBGE), que traz informações relativas a riqueza, concentração e desigualdade na geração da renda do município.

A questão fiscal envolve aspectos pautados às despesas e às receitas orçamentárias e seus incrementos nas diversas funções governamentais, na capacidade de arrecadação e dos gastos dos governos.

A questão social tem enfoque nas áreas da saúde e educação, responsáveis por grande parte dos gastos públicos dos municípios e por excessivas preocupações dos governantes e da população.

A questão fiscal é frequentemente assinalada como um determinante para a gestão dos recursos públicos, utilizando-se o comportamento fiscal praticamente como o indicador principal do processo de melhoria do gasto público. No entanto, Câmara (2006) aponta que a questão social é de grande relevância para a conjuntura do país, pois há vários programas em andamento por parte de todos os níveis da federação que buscam minimizar o grave quadro social existente. Acrescenta que o uso dos indicadores sociais vem se desenvolvendo, havendo possibilidades de fazer averiguações sobre o comportamento das variáveis sociais dos municípios e de testar suas relações com o uso dos recursos públicos.

### 2.3.1. Índices e Indicadores

Há muito tempo, estabeleceu-se a prática de avaliar o bem-estar de uma população, e conseqüentemente de classificar os países ou regiões, pelo tamanho de seu PIB *per capita*. No entanto, o progresso humano e a evolução das condições de vida das pessoas não podem ser medidos apenas por sua dimensão econômica. Por isso existe uma busca constante por medidas socioeconômicas mais abrangentes, que incluam também outras dimensões fundamentais da vida e da condição humana (REZENDE *et al.*, 2005).

No início da década de 1990 foi criado, pelo economista paquistanês Mahbub ul Haq, com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), utilizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) a partir de 1993 em seu relatório anual.

Segundo Andrade *et al.* (2012), os índices compreendem números que tratam de descrever algum aspecto da realidade ou a afinidade entre os vários aspectos que permitem melhor caracterizá-lo. Assim, esses são um referencial quantitativo, uma tentativa de expressar a realidade por meio de números, o que se estabelece tarefa árdua, sobretudo no âmbito da esfera social, onde praticamente inexistente uma unidade de medida comum. As variáveis que caracterizam a população não podem ser simplesmente somadas.

Os índices evitam abordar ou avaliar a realidade por meio de fatores ou impressões pessoais, dadas à imprecisão e ao subjetivismo. Para tanto, a realidade pode ser adequadamente operacionalizada em indicadores, que por sua vez, são variáveis específicas (marcadores observáveis) que representam uma dimensão (construto latente) que vai compor um índice determinado (ANDRADE *et al.*, 2012).

O IDH, por exemplo, propõe verificar o grau de desenvolvimento de um país utilizando indicadores de desempenho de três dimensões: a renda, a educação e a longevidade (JORGE *et al.*, 2010).

A longevidade reflete as condições de saúde da população, medida pela esperança de vida ao nascer; já a educação é mensurada por uma combinação da taxa de alfabetização de adultos e a taxa combinada de matrícula nos níveis de ensino fundamental, médio e superior; por último, a renda é medida pelo poder de

compra da população, com base no PIB *per capita* ajustado ao custo de vida local para torná-lo comparável entre países e regiões, por meio da metodologia conhecida como paridade do poder de compra – PPC (SCARPIN e SLOMSKI, 2007).

Antes de existir o IDH, a qualidade de vida era medida por meio do PIB *per capita*. Porém, foi verificado que somente a análise do PIB não é suficiente para medir as condições de vida de uma população, uma vez que é preciso conhecer a distribuição desses recursos e como se dá acesso a eles (SCARPIN e SLOMSKI, 2007).

Ainda, segundo Scarpin e Slomski (2007), a rigor, um indicador se baseia na admissão de que a qualidade de vida não se resume à esfera econômica da experiência humana. Essa ideologia se baseia no ponto de que o progresso de um país ou município não pode ser medido apenas pelo dinheiro que seus cidadãos possuem ou carecem, mas pela qualidade da saúde, dos serviços médicos e pela educação.

O IFDM (Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal), por exemplo, criado em 2008, é um estudo do Sistema FIRJAN que acompanha anualmente o desenvolvimento socioeconômico dos mais de cinco municípios brasileiros, feito com base em estatísticas públicas oficiais, disponibilizadas pelos ministérios do Trabalho, da Educação e da Saúde.

O IFDM considera três grandes áreas: emprego e renda, educação e saúde. Emprego e renda. Ele pondera a geração de emprego e renda formal, absorção da mão de obra local, salários médios do emprego formal e desigualdade. Em educação são avaliadas as matrículas na educação infantil, abandono, distorção idade-série, médias de horas aula diárias, docentes com ensino superior no ensino fundamental e resultado do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) no ensino fundamental. Por último, o índice de saúde avalia o número de consultas pré-natal, óbitos por causas mal definidas, óbitos infantis por causas evitáveis e internação sensível à atenção básica (ISAB).

A metodologia possibilita determinar se a melhora relativa ocorrida em determinado município transcende da adoção de políticas específicas ou se o resultado obtido é apenas reflexo da queda dos demais municípios (FIRJAN, 2014).

Outros índices já podem ser identificados na literatura nacional (ARAÚJO, 2015), como: o Índice de Qualidade do Desenvolvimento – IQD proposto pelo IPEA, composto pela soma do Índice de Qualidade da Inserção Externa, do Índice de

Qualidade do Bem-Estar e o do Índice de Qualidade do Crescimento (IPEA, 2009); o Índice de Desenvolvimento Setorial – IDS, proposto por Mauad e Martinelli (2008), que abrange o cálculo de indicadores da estrutura competitiva, tecnológica, produtiva e social; o Índice de Desenvolvimento Social – IDS, tomado por Cavallieri e Lopes (2008), ponderando as dimensões acesso a saneamento básico, qualidade habitacional, grau de escolaridade e disponibilidade de renda; o Sistema de Indicadores Analíticos de Desenvolvimento Territorial desenvolvido por Favareto *et al.* (2005), que trata de indicadores de capacidade institucional, de desempenho econômico e social e de estrutura social e econômica; o Guia Referencial para Medição de Desempenho da Gestão Pública desenvolvido pelo Ministério do Planejamento (BRASIL, 2009), para as dimensões efetividade, eficácia, eficiência, execução, excelência e economicidade.

Destaca-se na literatura pela experiência do uso da análise multicritério na tomada de decisão em políticas públicas, segundo Araújo (2011), os trabalhos realizados por Januzzi (2006), que apresenta uma aplicação do uso do método Prométhée II na construção de um Indicador Multicriterial de Déficit Social; Silva e Januzzi (2009), que exploram diferentes possibilidades do método Prométhée II com a escolha de diferentes indicadores critério, pesos e funções de preferência, para constituição de um indicador para analisar as condições de vida nos municípios da Baixada Fluminense; Januzzi *et al.* (2009), que apresentam diversas aplicações do aplicativo Pradin, em situações concretas no campo das políticas públicas, como na avaliação de projetos e programas e na identificação de públicos-alvo de programas sociais. Alguns dos índices discutidos acima estão expostos no Quadro 1.

Índice/Indicador	Variáveis e metodologia adotadas	Referência
Índice de Qualidade do Desenvolvimento – IQD	Soma do Índice de Qualidade da Inserção Externa, do Índice de Qualidade do Bem-Estar e o do Índice de Qualidade do Crescimento.	(IPEA, 2009)
Índice de Desenvolvimento Setorial – IDS	Calcula os indicadores da estrutura competitiva, tecnológica, produtiva e social.	(MAUAD e MARTINELLI, 2008)
Índice de Desenvolvimento Setorial – IDS	Acrescenta ao primeiro IDS as dimensões: acesso a saneamento básico, qualidade habitacional, grau de escolaridade e disponibilidade de renda.	(CAVALLIERI e LOPES, 2008)

Índice/Indicador	Variáveis e metodologia adotadas	Referência
Sistema de Indicadores Analíticos de Desenvolvimento Territorial	Trata de indicadores de capacidade institucional, de desempenho econômico e social e de estrutura social e econômica.	(FAVARETO et al., 2005)
Guia Referencial para Medição de Desempenho da Gestão Pública	Considera as dimensões efetividade, eficácia, eficiência, execução, excelência e economicidade.	Ministério do Planejamento (BRASIL)
Indicador Multicriterial de Déficit Social	Apresenta uma aplicação do uso do método Prométhée II na construção de um Indicador Multicriterial de Déficit Social.	(JANUZZI, 2006)
Indicador para analisar as condições de vida nos municípios da Baixada Fluminense	Exploram diferentes possibilidades do método Prométhée II com a escolha de diferentes indicadores critério, pesos e funções de preferência, para constituição de um indicador.	(SILVA e JANUZZI, 2009)
Identificação de públicos-alvo de programas sociais e avaliação de projetos e programas	Apresentam diversas aplicações do aplicativo Pradin, em situações concretas no campo das políticas públicas.	(JANUZZI <i>et al.</i> , 2009)

**Quadro 1 - Utilização da análise multicritério na tomada de decisão em políticas públicas**  
**Fonte: Adaptado de Araújo (2015)**

Outro indicador proposto para mensurar o desenvolvimento econômico sustentável é o Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável (IBES), criado pela Organização Não Governamental (ONG) internacional “*Friends of the Earth*”, em 2001. Tal índice busca mensurar atividades normalmente não incorporadas no cálculo do PIB, como o trabalho doméstico não remunerado, além daquelas que causam algum tipo de dano ao meio ambiente, sendo calculado considerando as despesas com consumo pessoal; valor do trabalho doméstico não remunerado; despesas públicas não defensivas; despesas provadas defensivas; custos de degradação do meio ambiente; esgotamento dos recursos naturais não renováveis; e aumento líquido de capital.

O intuito desse indicador é saber, qual o custo de substituir um recurso não renovável por um menos escasso, como a substituição da gasolina que vem do petróleo (não renovável) pelo etanol (feito da cana-de-açúcar e bem menos poluente) e os impactos dessa mudança no bem-estar social (JORGE *et al.*, 2010).

Em estudo realizado por Mâcedo e Cândido (2011), ambos identificaram o índice de Desenvolvimento Sustentável da cidade de Alagoa Grande, na Paraíba, e as suas influências na definição e aplicação de políticas de desenvolvimento municipal. Para tanto, utilizaram a metodologia que mede os índices de sustentabilidade de municípios, que tem como foco principal identificar a situação em que se encontra um município em relação à sustentabilidade.

No âmbito internacional, o importante estudo “*Revisiting the determinants of local government performance*” desenvolvido por Cruz e Marques (2014) faz uso de pesquisas anteriores, começando por fornecer uma classificação para os diferentes problemas de determinantes do desempenho do governo local de Portugal. Depois, usando dados de todos os municípios portugueses, a relação entre um grande número de atores e os escores de eficiência avaliada.

Para esse estudo, um procedimento de revisão sistemática da literatura foi seguido. Em primeiro lugar, os termos "eficiência", "*performance*", "*benchmarking*" e "produtividade" foram combinados com os termos "local governo" e "municípios" para realizar pesquisas em duas bases de dados bibliográficas reconhecidas: *Scopus* e *Thomson Reuters Web of Knowledge*. O objetivo foi identificar artigos endereçados à estes tópicos e no topo do *ranking* de revistas, a fim de garantir a qualidade global do estudos identificados. O resultado dessa pesquisa rendeu 250 artigos inteiros. No entanto, apenas 23 artigos faziam uma avaliação do desempenho global dos locais governos. Os artigos restantes estavam focados em um único serviço ou competência do governo local (15 artigos), contou com medidas parciais de desempenho, tais como indicadores (20 artigos) ou percepção baseada em inquéritos (13 artigos), foram análises teóricas sobre os efeitos de certos fenômenos no desempenho municipal (22 artigos) ou argumentos teóricos sobre a necessidade de, e as dificuldades de medição de desempenho (52 artigos). Mais de 100 artigos encontrados no processo não estavam relacionados com o desempenho econômico dos governos locais.

Na pesquisa, constataram que as maiorias dos autores utilizaram a metodologia Análise de Envoltória de Dados (DEA). Alguns dos estudos aplicaram outros métodos, por exemplo, o Índice de Malmquist de Produtividade (MPI) ou do Total Fator de Produtividade (TFP). Esporadicamente, estudos anteriores tentaram adotar diferentes abordagens, tais como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) ou outros modelos de agregação aditivo. No entanto, estas abordagens experimentais



ainda apresentam alguns problemas, principalmente na determinação de peso. Pode ser observada no Quadro 2 uma agregação da taxonomia dos determinantes do desempenho do governo local e variáveis utilizadas em estudos anteriores.

Condições naturais	Aspectos relacionados a clientes	Quadro institucional	Condições do legado
<b>Recurso</b> - Patrimônio; - Número de instalações turísticas; - Turismo;	<b>Sócio-cultural</b> - A participação democrática - Índice de Desenvolvimento - Nível educacional - Existência de uniões livres de eleitores - Índice de bem-estar - Alcance jornal - Educação primária - Educação secundária - Participação das listas locais no conselho - Educação terciária - A afluência às urnas	<b>Regulatório</b> - Instituições orçamentais; - Nível descentralização;	<b>Espacial</b> - Consolidação; - Área; - Distância da capital do distrito; - N° de cidades vizinhas; - Escala;
<b>Limitação</b> - Sensibilidade ambiental	<b>Demográfico</b> - Eleitores; - Imigrantes; - População; - Densidade populacional; - Crescimento populacional; - População acima de 65 anos; - População com menos de 14; - População religiosa; - Percentagem de trabalhadores; - Percentagem de proprietários; - Desemprego; - População urbana; - Tamanho da família;	<b>Política</b> - Ideologia; - Os partidos liberais e socialistas; - Número de assentos do conselho município; - N° de anos para o mandato de prefeito; - A fragmentação política / concentração; - Compartilhar de votos recebidos pelo partido mais forte; - Tipo de governo;	<b>Técnico/Estrutural</b> - Existência de bibliotecas; - Índice de Informatização; - Investimentos em infraestrutura; - Número de agentes da polícia;
	<b>Econômico</b> - Renda; - Poder de compra;	<b>Econômico</b> - Comércio; - Estabelecimentos; - Autonomia Fiscal; - Capacidade Fiscal; - Indústria; - Estabelecimentos de prestação de serviços relacionados; - Compartilhar de blocos de subsídios; - Compartilhar sobre as despesas dos custos de serviço; - Tamanho de blocos de subsídios;	<b>Econômico</b> - O serviço da dívida; - Taxas e emolumentos; - Déficit financeiro; - Passivos financeiros; - Taxa de imposto sobre a propriedade; - Carga fiscal;

**Quadro 2 - Taxonomia dos determinantes do desempenho do governo local e variáveis utilizadas em estudos anteriores**

Fonte: Baseado em Worthington e Dollery (2000)

Recentemente, várias pesquisas estão colocando em foco os aspectos de eficácia do governo municipal. Worthington e Dollery (2000) realizaram uma revisão detalhada da literatura sobre a eficiência da medição no governo local e, a maioria dos estudos focada em um único serviço público. É relativamente recentemente a aplicação de técnicas econométricas e matemáticas em serviços públicos, apesar da importância de medição de eficiência no governo local. Eles examinaram tanto a medida de ineficiência pública local de serviços, quanto os fatores determinantes da eficiência local do setor público.

Scipioni *et al.* (2008) consideraram o fator sustentabilidade. As conclusões da investigação realizada na Câmara Municipal de Pádua permitem a formulação de um modelo conceitual de referência que destaca os requisitos típicos informativos de um local, e, ao mesmo tempo, os resolve propondo a avaliação da sustentabilidade como um processo contínuo. Devido a ambos os indicadores serem de contexto e de desempenho, o processo proposto é capaz de analisar a complexidade dos problemas urbanos, bem como pode apoiar a tomada de decisão a fim de facilitar a partilha de objetivos.

A qualidade de vida e a avaliação de desempenho dos gestores municipais no que diz respeito à promoção da qualidade de vida urbana, foram abordadas por Morais e Camanho (2011). Tal artigo explora as possibilidades apresentadas pela DEA para essa avaliação. Usando os dados fornecidos pelo programa de auditoria urbana, a partir da União Europeia, definiu-se o perfil da cidade em relação à qualidade de vida de 206 cidades. Duas abordagens são apresentadas: a construção de um indicador composto de qualidade de vida e a avaliação do desempenho da gestão local, contextualizado pelo PIB *per capita* para medir a capacidade das autoridades locais para promover a qualidade de vida dada a condição econômica do país. Os resultados identificam as cidades com as melhores práticas urbanas e apresentam um modelo de intervenção para as cidades consideradas ineficientes.

Cruz e Marques (2014) lembram que indicadores de governança quantitativos estão sendo cada vez mais usados para investigar a qualidade da governança e para “medir o que importa” no governo local. O artigo “*The challenges of designing municipal governance indicators*” (CRUZ e MARQUES, 2013) aborda os desafios de

desenvolver indicadores apropriados e precisos e apresenta um modelo para avaliar a governança de forma sistemática.

É possível observar que se trata de um desafio, para entidades públicas, conseguir evidenciar o impacto que os investimentos sociais provocam na melhoria da qualidade de vida da população. Ou seja, traduzir o efeito dos números de maneira que a sociedade enxergue os efeitos dos investimentos públicos através de indicadores, situação almejada pelos gestores públicos para conhecer o efetivo impacto de cada real investido na vida das pessoas (REZENDE *et al.*, 2005).

O acréscimo de informações ao PIB representado pelo IDH e pelos diferentes índices que buscam complementá-lo é consequência da maior preocupação em colocar o ser humano ao lado da riqueza econômica, buscando observar como o aumento desta interfere no meio ambiente e, conseqüentemente, na qualidade de vida dos indivíduos (JORGE *et al.*, 2010).

Para que o interesse dos munícipes seja alcançado, é dever do administrador eleito pela população gerir as finanças públicas de modo que os gastos possam fazer com que haja uma maximização do desenvolvimento, visto que os gastos públicos possuem relação com desenvolvimento, seja na redução de externalidades negativas, seja na questão dos bens públicos (SCARPIN e SLOMSKI, 2007).

Devido ao município em estudo ter o IDH igual a 0,782 (IBGE, 2010), índice considerado elevado, e não haver relatório disponível para acesso que mostre objetivamente a destinação de recursos para cada uma das áreas abrangidas pelo índice, não foi possível incluí-lo no cálculo de otimização do recurso público.

### 2.3.2. Orçamento Participativo

É de interesse dos cidadãos induzir os políticos a melhorarem o seu próprio bem-estar, porém esbarram na burocracia ou, até mesmo, nos méritos particulares. Para Carlos *et al.* (2008) não há meios efetivos de informação sobre o que se passa na administração pública, e os canais existentes para que os cidadãos façam ouvir suas reivindicações ainda não são adequados. Essa situação, segundo os autores, agrava a margem de insatisfação popular para com os serviços e políticas públicas, bem como aumenta a desconfiança sobre como são geridos os recursos públicos.

Para Dalehite (2008), opiniões são consideradas instrumentos para aumentar a participação do cidadão e da equidade, estabelecer prioridades orçamentárias, responsabilizar o governo pelos resultados, alcançar a eficácia do programa, e por obter informações sobre a experiência dos cidadãos, suas percepções e avaliações subjetivas a respeito dos serviços recebidos.

Isso pode ser observado no trabalho de Fitzgerald e Durant (1980) que indica que tanto por razões democráticas e utilitárias, as avaliações de cidadãos dos serviços municipais têm atraído a uma atenção considerável. No artigo "*Citizen Evaluations and Urban Management: Service Delivery in an Era of Protest*", os autores argumentam que tais avaliações podem desempenhar um papel significativo na administração municipal. Um modelo do processo de avaliação e resposta do serviço pelo cidadão é apresentado e testado com dados recolhidos a partir de uma pesquisa dos cidadãos urbanos. Três grandes implicações desta pesquisa para gestores públicos responsáveis pela prestação de serviços urbanos essenciais são delineadas. Essas implicações incluem: (i) há uma pressão contínua para a entrada direta dos cidadãos no processo administrativo, pois os cidadãos acreditam que possam acessar um mecanismo para remediar os erros; (ii) ao tentar lidar com a insatisfação de serviços, estratégias de segmentação em determinados grupos socioeconômicos para o tratamento compensatório pode ser ineficaz; e (iii) se uma agência municipal apresentar desempenho ideal, mas os cidadãos tiverem opinião oposta, uma explicação dos fatos ao público, por meio de canais de comunicação pode ser a única opção disponível para atenuar percepções negativas.

Johnsen (2005) considera que os indicadores de desempenho têm diversas funções para diferentes partes interessadas, sobre o ciclo de vida de uma política pública. O autor coloca que a busca por melhores indicadores é um esforço contínuo. Parks (1984) apresenta em seu artigo que as tentativas de vincular medidas objetivas e subjetivas de prestação de serviços devem ser informadas, por uma compreensão conceitual de como elas podem ser relacionadas. Tal concepção foi apresentada e explorada usando indicadores objetivos e subjetivos de um aspecto de serviços: a rapidez de resposta da polícia. Ao invés de encontrar pouca ou nenhuma ligação, indicadores objetivos e subjetivos, conceitualmente si ares, foram encontrados para serem associados estatisticamente.

Os governos locais fazem uso crescente de pesquisas de opinião como parte de seu processo de gestão. Mesmo à luz de uma crescente literatura sobre sua

utilização e interpretação, perguntas significativas permanecem no que diz respeito à utilidade destes dados para os tomadores de decisão. Wilson (1983), com referência específica à perguntas sobre o tamanho e a distribuição de um orçamento hipotético, estudou a preferência expressa pelos entrevistados, no contexto de dados provenientes de duas comunidades diferentes, em dois momentos diferentes. Primeiramente é feita uma tentativa de estimar a frequência da expressão de preferências sinceras para passar preferências do público que são acompanhadas por uma vontade de pagar impostos adicionais, a fim de obter bens ou serviços públicos adicionais. Argumenta-se no artigo que cerca de dois terços ou mais das exigências de serviço adicional expressa em uma pesquisa entre a população em geral constituem preferências sinceras.

Devido à crescente demanda para a participação cidadã em processos de decisão pública, alguns municípios estão implementando orçamento participativo, permitindo aos cidadãos participar na elaboração de decisões locais. O nível de envolvimento dos participantes pode ser decidido pelas autoridades que realizam o processo do orçamento participativo (GOMEZ *et al.*, 2013).

Watson *et al.* (1991) aplicaram um estudo de caso na cidade de Auburn, no estado americano do Alabama, com o uso de pesquisas de opinião na tomada de decisão governamental. A análise dos autores desse caso indica uma relação positiva entre os resultados da pesquisa e as prioridades do Conselho Municipal de cidadãos e leva à conclusão geral favorável que uma pesquisa-cidadão institucionalizada pode fornecer um mecanismo produtivo a incorporar a participação dos cidadãos de forma eficiente e produtiva nos processos do governo local.

Gomez *et al.* (2013) acrescenta que orçamentos participativos estão se tornando cada vez mais populares em muitos municípios em todo o mundo. A ideia subjacente é permitir que os cidadãos participem na atribuição de um orçamento municipal. Muitas vantagens têm sido sugeridas para tais experiências, incluindo mais informações e decisões transparentes.

Se todos os eleitores são bem informados sobre as atividades financeiras de seus governos locais, eles podem fazer os políticos locais responsáveis. Os políticos locais, por sua vez, sabem que sua reeleição depende apenas da avaliação positiva dos eleitores, sendo assim, eles deverão tentar ser transparentes e eficazes. O sistema de orçamento a participação cidadã pode garantir institucionalmente disposição da informação suficiente e oportuna (KIM, 2014).

No Brasil, porém, essa solução não pode simplesmente ser adotada devido a grande diferença no nível de informação e na maturidade dos eleitores nos diversos estados brasileiros. No município em estudo não é praticada a Lei Municipal nº 1698 de 23 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a participação popular na elaboração da LDO, do PPA, do Orçamento anual e cria o Conselho Municipal do Orçamento Participativo. Dessa forma, não há como utilizar da opinião da população para estudo para o orçamento, até que o País assuma uma maturidade política mais condizente aos ideais políticos, e com maturidade percebida si ar aos países desenvolvidos.

#### 2.4. MÉTODOS UTILIZADOS DE APOIO AO TRABALHO

Apesar de parecer trivial, tomar decisões para solucionar problemas pode ser uma atividade bastante complexa, se envolver alternativas de ação, diferentes pontos de vista e formas específicas de avaliação, traduzidas por múltiplos critérios, que podem também serem envolvidos por conflitos entre si. Em casos assim, normalmente não existe nenhuma alternativa que seja “a melhor” entre todas, em todos os critérios concomitantemente. A alternativa de “melhor compromisso” será aquela que é mais equilibrada no atendimento aos critérios, se comparada às demais (TROJAN, 2012).

Para a elaboração de um modelo que possa atender as necessidades tanto do gestor municipal, quanto da população através dos representantes de cada área, é necessário envolver uma problemática de análise multicritério através dos métodos multicritério.

Roy e Vincke (1981) ressaltam que um problema de decisão que tem que considerar um conjunto de potenciais ações (possíveis soluções e decisões) geralmente deve: escolher uma única ação considerando-a “a melhor”; ou escolher um subconjunto de ações consideradas “boas”; ou escolher uma ordem de ações da melhor para a pior.

Segundo Vincke (1992 *apud* TROJAN, 2012) existem vários métodos e técnicas multicritério. Dentre eles, é possível identificar os modelos aditivos, que tem por objetivo gerar um critério único de síntese (*Multiple Attribute Utility Theory* –

MAUT, *Analytic Hierarchy Process* – AHP) e os métodos de sobreclassificação, ou *outranking methods* (*Elimination Et Choice Traidusant La Realité* – ELECTRE, *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* – PROMETHEE). Por sua vez, esses métodos surgem de duas principais vertentes, a *Multiple Criteria Decision Making* – MCDM e a *Multicriteria Decision Aid* – MCDA, decorrentes de estudos das chamadas Escolas Americanas e Europeia. Para escolha do melhor método é necessário considerar os argumentos ditados pela natureza do problema a analisar.

#### 2.4.1. Métodos compensatórios e não compensatórios

Uma importante característica em métodos multicritério, relevante para a escolha de métodos, está relacionada à compensação que pode existir entre os critérios no modelo de agregação. Em função disso, os métodos podem ser classificados em compensatórios e não compensatórios.

Para Almeida (2013) compensação entre critérios é um conceito fundamental ainda pouco estudado, embora muito relevante na análise de métodos. Segundo Vincke (1992 *apud* ALMEIDA, 2013), a escolha pela utilização de um método de agregação dos critérios, como, por exemplo, o modelo aditivo, é equivalente a escolher um tipo de compensação entre os critérios. A noção intuitiva de compensação sugere uma quantidade que equilibre a desvantagem de um critério em relação a uma vantagem em outro.

De outro lado, os métodos não compensatórios, como os de sobreclassificação, requerem uma informação intercritério que corresponda à relativa importância entre os critérios.

Nos métodos compensatórios existe a ideia de compensar um pior desempenho de uma alternativa em um dado critério por meio de um melhor desempenho em outro critério. Isso significa que nos métodos compensatórios a avaliação de uma alternativa considera os *trade-off* entre os critérios, ou compensações. Já nos métodos não compensatórios não há *trade-off* entre os critérios.

De outra maneira, no procedimento compensatório, uma alternativa com péssima avaliação em um critério pode ter seu valor global compensado por uma avaliação excelente em outro critério. Isso também dependerá do grau de importância desses critérios e dos valores considerados na escala de avaliação para cada critério. As constantes de escala que estabelecem os *trade-off* entre os critérios vão admitir a compensação na contagem da avaliação final da alternativa.

Já no procedimento não compensatório, uma alternativa com uma avaliação ruim em um critério não terá seu valor global compensado por uma avaliação muito boa em outro critério. A *performance* final da alternativa dependerá exclusivamente do grau de importância (peso) desses critérios.

Vale ressaltar que uma alternativa com péssima avaliação em um critério pode ser recusada pelo uso de discordâncias (ALMEIDA, 2013).

Observa-se também que os métodos de sobreclassificação apresentam avaliações não compensatórias, enquanto que os métodos de agregação por meio de critério único de síntese são compensatórios. Alguns métodos de sobreclassificação podem não ser considerados totalmente não compensatórios.

Uma relação binária  $P$  é não compensatória quando as preferências entre  $x$  e  $y$  dependem apenas dos subconjuntos de critérios que favorecem  $x$  e  $y$ . nesse caso a relação de preferência entre  $x$  e  $y$  não depende das diferenças de preferências entre os vários níveis em cada critério.

Considerando uma relação binária assimétrica  $P$  sobre  $X$ ; considerando também que  $P(x,y) = \{i: x_i P_i y_i\}$ , a seguinte condição se aplica se a relação  $P$  for não compensatória:  $P(x,y) = \{i: x_i P_i y_i\}$  corresponde ao conjunto de todos os critérios ou atributos para os quais a relação  $x_i P_i y_i$  se aplica. Então, nessa condição, se esse conjunto de critérios é o mesmo na relação entre  $x$  e  $y$ , e igualmente, entre  $z$  e  $w$ , então se tem a correspondência de relações entre dois pares. Isso ocorre, pois a relação de preferência depende apenas dos atributos ou critérios.

O procedimento compensatório implica que os valores das alternativas nos vários critérios podem interagir entre si. Se nenhuma interação é permitida, não pode haver compensação e então se tem um procedimento não compensatório.

Esses conceitos são muito importantes quando métodos multicritério são aplicados em problemas de políticas públicas, como é o caso desse estudo. Almeida (2013) exemplifica que na avaliação de um projeto, com desempenho muito ruim em impacto ambiental e muito bom em impacto econômico, o uso de procedimento



compensatório ou não compensatório é um aspecto muito relevante para o contexto de políticas públicas.

Os métodos compensatórios podem favorecer ações não balanceadas, ou seja, aquelas cujo desempenho é excelente sob algum aspecto (critério), mas é insuficiente nos demais. Por outro lado, os métodos não compensatórios favorecem ações mais balanceadas (ALMEIDA, 2013).

No Quadro 3 é possível observar os métodos que são mais comumente utilizados na abordagem compensatória.

Método	Descrição
<b>AHP</b>	O método AHP ( <i>Analytic Hierachy Process</i> ) é um método de agregação aditivo que apresenta uma forma bem estruturada para estabelecer os objetivos e os critérios, e para identificar as alternativas numa forma hierárquica. Usa um procedimento par a par para comparar as alternativas para cada critério (ALMEIDA, 2013). O AHP usa as definições de importância relativa para avaliar os pesos colocados em critérios de decisão individuais e a pontuação recebida por cada opção para um determinado critério de decisão (SAATY, 1994).
<b>MAUT</b>	O método MAUT ( <i>Multi-Attribute Utility Theory</i> ) é considerado uma teoria, por possuir uma estrutura axiomática que permite uma abordagem mais consistente com problemáticas de múltiplos critérios em abordagens de decisão sob situação de incerteza com modelagem probabilística (MAYNE, 2012). MAUT assegura que a utilidade geral de uma opção pode ser obtida da soma dos valores medidos de seus atributos (KEENEY e RAIFFA, 1976).
<b>SMARTER</b>	O SMART ( <i>Simple Multi-attribute Rating Technique</i> ) é um dos métodos que utilizam a agregação aditiva, e tem duas variantes substitutivas propostas por Edwards e Barron (1994): SMARTS ( <i>Simple Multi-attribute Rating Technique using Swings</i> ) e SMARTER ( <i>Simple Multi-attribute Rating Technique Exploiting Ranks</i> ). Este método considera funções valor lineares para avaliação intracritério, simplificando as hipóteses no processo de análise. Edwards e Barron (1994) destacam a importância do trade-off entre erro de modelagem e erro de elicitação (ALMEIDA, 2013).
<b>WSM (Método de Soma Ponderada de Agregação)</b>	O método de agregação aditivo corresponde ao mais típico método de critério único de síntese. Tal função é também chamada de soma ponderada, embora essa denominação possa induzir aos equívocos no estabelecimento das constantes de escala ou “pesos”, questão importante e frequentemente negligenciada (ALMEIDA, 2013).
<b>UTA</b>	Método UTA ( <i>Utilité additive</i> ) refere-se a filosofia de avaliar um conjunto de valor ou funções utilidade, assumindo a base axiomática da MAUT e adotando o princípio de desagregação preferências. A metodologia UTA utiliza técnicas de programação lineares a fim de inferir de forma ideal funções valor aditivo / utilidade. UTA-STAR tenta calcular os valores mais adequados para obter uma função de utilidade com um desvio mínimo das preferências. (SISKOS <i>et al.</i> , 2005).

**Quadro 3 - Métodos comumente utilizados na abordagem compensatória**

No Quadro 4 é possível ver os métodos que são mais comumente utilizados na abordagem não compensatória.

Método	Descrição
<b>ELECTRE</b>	Uma vantagem importante da utilização de métodos <i>outranking</i> , como o ELECTRE é que eles são capazes de tomar escalas puramente ordinais em conta, sem a necessidade de converter as escalas originais para os abstratos com uma faixa arbitrária imposta, mantendo assim o significado verbal concreto original. Uma segunda vantagem é que limiares de indiferença e de preferência podem ser levados em conta quando modelando o conhecimento imperfeito dos dados, que é impossível nos outros métodos (FIGUEIRA <i>et al.</i> , 2009).
<b>PROMETHEE</b>	Os métodos da família PROMETHEE ( <i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation</i> ) baseiam-se em duas fases: a construção de uma relação de sobreclassificação, agregando informações entre as alternativas e os critérios, e na exploração dessa relação para apoio a decisão. Eles produzem uma relação de sobreclassificação valorada, com apoio em conceitos que podem ser interpretados, de forma física ou econômica, pelo decisor (ALMEIDA, 2013).
<b>TOPSIS</b>	O método TOPSIS ( <i>Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution</i> ) calcula o valor de uma alternativa em função de sua distância para dois pontos de referência: ponto ideal e ponto anti-ideal (chamado de Nadir) (HWANG e YOON, 1981). A alternativa escolhida deve ter a menor distância da Solução Ideal ( <i>positive-ideal solution</i> ) e a maior distância da Solução Indesejável ( <i>negative-ideal solution</i> ) (CABRAL, 2012).
<b>MACBETH</b>	A abordagem MACBETH ( <i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i> ), propõe um procedimento simples que requer apenas julgamentos de natureza qualitativa expressas por uma pessoa (D) sobre diferenças de atratividade, com uma escala de seis níveis entre opções e permite a construção de uma escala numérica entre elementos de um conjunto A (BANA E COSTA e VANSNICK, 1994). A construção da escala numérica é realizada com base na formulação de problemas de programação linear que estabelecem as condições necessárias para a construção da escala intervalar de forma consistente (ALMEIDA, 2013).

**Quadro 4 - Métodos comumente utilizados na abordagem não compensatória**

#### 2.4.2. Método UTASTAR

Em tomada de decisão multicritério, costuma-se considerar um conjunto de ações (alternativas, estímulos), chamado de conjunto A, que é avaliado por uma família de critérios  $g = (g_1, g_2 \dots g_n)$ . Uma atitude operacional clássica de avaliação de um modelo de preferência geral de um indivíduo (decisor) leva à agregação de todos os critérios para um critério único, chamado de função de utilidade (JACQUET-LAGREZE e SISKOS, 1982; KEENEY e RAIFFA, 1976).

A função utilidade é obtida por meio de um protocolo estruturado e fundamentado na estrutura axiomática da Teoria da Utilidade, incluindo a questão probabilística sobre a avaliação de escolhas entre diferentes consequências. O referido protocolo é geralmente denominado de elicitación da função utilidade, ou pode também ser chamado de educação (ALMEIDA, 2013).

Segundo Almeida (2013), a Teoria da Utilidade Multiatributo (*Multi-Attribute Utility Theory* - MAUT) foi derivada da Teoria da Utilidade e Teoria da Decisão, criadas por Keeney e Raiffa em 1976. Por sua vez, MAUT incorpora à Teoria da Utilidade os elementos necessários para resolver problemas com múltiplos critérios, mantendo toda a estrutura axiomática da teoria.

Jacquet-Lagrèz e Siskos (1982) apresentaram um procedimento de avaliação de um conjunto de funções utilitárias (método UTA). Assumiram a base axiomática que está fundamentada no MAUT, já que se trata da existência de uma função utilidade aditiva. Porém, existem diferenças entre os modelos, já que o modelo UTA não é uma única função de utilidade, mas é um conjunto de funções utilidade. Todos os modelos devem estar sendo consistentes com as principais preferências do decisor. Para avaliar esse conjunto de funções utilidade é aplicado um método de regressão ordinal. Com a programação linear, ele ajusta de forma otimizada a função utilidade não linear aditiva, para que se encaixem dados, que consistem em avaliações multicritério de algumas alternativas e uma classificação subjetiva das alternativas dadas pelo tomador de decisão.

Para que sejam evitadas inconsistências e para que a função de utilidade possa ser expressa corretamente, o decisor deve respeitar seis axiomas, que são base para MAUT e conseqüentemente, para o método UTASTAR.

Para Almeida (2011) os axiomas são: ordenabilidade, transitividade, continuidade, substitutabilidade, redutibilidade e monotonicidade.

- Axioma de Ordenabilidade: Dadas as consequências  $A$  e  $B$ , então  $A$  pode ser preferível a  $B$ , ou  $B$  preferível a  $A$ , ou ambas podem ser indiferentes.
- Axioma de Transitividade: Se  $A$  é preferido a  $B$  e  $B$  é preferível a  $C$ , então  $A$  é preferível a  $C$ . Se  $A$  é indiferente a  $B$  e  $B$  é indiferente a  $C$ , logo  $A$  é indiferente a  $C$ .
- Axioma da Continuidade: Se  $A$  é preferível a  $B$  e  $B$  é preferível a  $C$ , então existe uma probabilidade  $p$ ,  $0 < p < 1$ , tal que  $B$  seja indiferente a uma loteria com probabilidade  $p$  de ocorrer  $A$  e  $p-1$  de ocorrer  $C$ .

- Axioma de Substitutabilidade: É possível substituir um evento incerto com consequência  $A$  por outro evento equivalente, mais complexo,  $B$ .
- Axioma da Redutibilidade: Esse axioma diz que é possível reduzir um evento complexo com consequência  $A$ , por outro evento equivalente, menos complexo,  $B$ , sem que afete a preferência do tomador de decisão.
- Axioma da Monotonicidade: Caso existam duas consequências equivalentes, o decisor preferirá aquela com maior probabilidade de alcançar o resultado desejado.

No que diz respeito ao UTASTAR, dois conceitos são importantes: a independência em preferência e a independência em utilidade. A independência em preferência é equivalente a aceitar *trade-off* entre os atributos. Por outro lado, a independência em utilidade é outro conceito relevante, principalmente em situações que envolvem risco. Um atributo  $Y$  é considerado independente em utilidade de um atributo  $Z$  quando as preferências condicionais para loterias em  $Y$  não dependem do valor de  $Z$ . Um atributo  $Z$  é independente de um atributo  $Y$  quando as preferências condicionais para loterias em  $Z$  não dependem do valor de  $Y$ .

Para Makui e Momeni (2012) na literatura *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM), vários métodos têm sido desenvolvidos para a determinação dos pesos de alternativas. Geralmente, eles são divididos em três partes, incluindo: subjetiva, objetiva e integrada. Métodos subjetivos determinam os pesos de alternativas, de acordo com a preferência subjetiva do tomador de decisão, incluindo LINMAP (Técnicas de Programação Linear para Análise Multidimensional de Preferências).

UTA (*Utilité Additive*) é um método de desagregação de preferências para a função valor aditiva. Nesse método, uma série de funções de utilidade aditivas parciais e globais é inferida a partir do tomador de decisão, e realizada a classificação no conjunto de referência das opções, utilizando técnicas de programação linear (ALMEIDA, 2013; HAIDER *et al.*, 2015). Ou seja, é outro modo para o levantamento da função utilidade, pois, por meio de um procedimento matemático, permite a determinação da utilidade de qualquer consequência em um intervalo pré-definido (SOLA, 2011).

O método UTA (JACQUET-LAGREZE e SISKOS, 1982) reside na classe conhecida como desagregação na literatura MCDA - *Multicriteria Decision Aid*. Tem o objetivo de inferir e avaliar modelos de decisão de uma decisão priori conhecida,

ou preferência de dados sob a forma de *ranking* de opções. Na literatura, essa abordagem é designada preferência à desagregação.

O processo começa por descrever e modelar o problema de decisão em um conjunto de critérios com funções não decrescentes, exaustivas e não redundantes de utilidade. Ele prossegue ao inferir um aditivo parcial global e várias funções de utilidade de um determinado *ranking* de opções do conjunto de referência, utilizando técnicas especiais de programação linear. Eventualmente, uma verificação de análise de estabilidade é incluída, como uma etapa pós-otimização (PATINIOTAKIS *et al.*, 2011).

O método UTASTAR é uma abordagem baseada em regressão adotando os princípios de agregação-desagregação. O principal objetivo das abordagens de desagregação é analisar o comportamento e o estilo cognitivo do tomador de decisão.

Haider *et al.*, (2015) citam que os métodos MCDA, com base na filosofia de preferência para inferir o modelo de desagregação de preferência, a partir de uma dada estrutura preferencial pelo decisor, são adequados em situações quando a classificação do tomador de decisão é indispensável.

Segundo Grigoroudis *et al.* (2012 ) a filosofia da abordagem de agregação e desagregação envolve inferência de modelos de preferência a partir de determinados preferências globais. Jacquet-Lagrèze e Siskos (2001) propõem a utilização de um conjunto de ações de referência, a fim de obter essas preferências globais. Normalmente, este conjunto é o conjunto de alternativas de decisão do passado; um subconjunto de ações de decisão, especialmente quando o conjunto original de alternativas é muito grande; ou mesmo um conjunto de ações fictícias, que consiste em performances nos critérios, as quais podem ser facilmente julgadas pelo decisor para realizar comparações globais.

De qualquer forma, estas preferências globais constituem uma estrutura de ordem de preferência fraca de em um conjunto de ações, de modo que o problema é ajustar o valor, ou utilidade funções aditivas, com base em vários critérios, de tal forma que a estrutura resultante é tão consistente quanto possível com a estrutura inicial (GRIGOROUDIS *et al.*, 2012 ).

O método tem outras variações, como o UTADIS, concebido para tratar da problemática de classificação, e o método UTASTAR que considera ações

previamente ordenadas, de acordo com as preferências do decisor (SISKOS e ZOPOUNIDIS, 1987; SISKOS *et al.*, 2005).

O método UTASTAR é uma das técnicas amplamente utilizadas em análise de decisão multicritério. Nesta técnica, as preferências do tomador de decisão sobre as alternativas são consideradas e o UTASTAR tenta calcular os pesos mais adequados para os critérios e alternativas para obter uma função de utilidade com um desvio mínimo das preferências (MAKUI e MOMENI, 2012).

A vantagem do método UTASTAR é sua capacidade para representar a preferência de sistema de gestão da organização, com a informação mínima necessária. Além disso, o método é capaz de fornecer um conjunto de resultados concluídos (por exemplo: pontuação, pesos, funções valor, etc.), que podem ajudar a organização a avaliar e rever a sua estratégia (GRIGOROUDIS *et al.*, 2012 ).

Grigoroudis *et al.* (2012 ) acrescenta ainda, que o método UTASTAR é uma variação do método UTA, que visa inferir em um conjunto de funções aditivas de valor, a partir de uma determinada classificação, em um conjunto de referência das funções. Assim, no contexto do método, a função de valor aditiva assume a seguinte forma:

$$u(G) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i) - \sigma^+ + \sigma^- \quad (1)$$

Com as seguintes restrições de normalização:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) = 1 \\ u_i(g_{i*}) = 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$

Onde  $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$  é o conjunto de critérios,  $[g_i^*, g_{i*}]$  é o critério escala de avaliação com  $g_{i*}$  e  $g_i^*$  o nível de pior e melhor do  $i$  critério;  $u_i (i = 1, 2, \dots, n)$  são as funções de valor marginal normalizados entre 0 e 1;  $\sigma^+$  e  $\sigma^-$  são a superestimação e subestimação de erro, respectivamente, e  $n$  é o número de critérios.

O algoritmo UTASTAR usa técnicas de programação linear, com o objetivo de avaliar a função aditiva e o valor marginal,  $u$  e  $u_i$ , respectivamente, de modo que a classificação obtida por meio destas funções seja tão consistente quanto possível, como expressa pelo decisor. O UTASTAR é desenvolvido em quatro etapas (SOLA, 2011):

- i. expressa os valores globais de ações de referências  $u[g(a_k)]$   $k = 1, 2, \dots, m$  primeiro em termos de valores marginais  $u_i(g_i)$  e depois em termos de variáveis  $w_{ij}$ ;
- ii. introduz dois erros, um superestimado e outro subestimado, fazendo a diferença de duas ações consecutivas;
- iii. resolve uma programação linear para minimizar os erros;
- iv. testa a existência de outras soluções próximas, maximizando a utilidade.

Muitas variações de aplicações do método UTA – UTADIS E UTASTAR – vêm sendo realizadas no contexto de problemas decisórios do mundo real. Alguns estudos podem ser citados como relevantes na literatura.

O método UTASTAR foi aplicado para o desenvolvimento do sistema de medição de desempenho, como descrito por Grigoroudis *et al.* (2012). Nesse estudo o algoritmo UTASTAR foi usado para classificar um conjunto de cenários característicos apresentando diferentes resultados da estratégia da organização. Este *ranking* levou em conta as preferências do gestor e o método UTASTAR foi capaz de fornecer escores de avaliação geral e marginal para o conjunto definido de critérios de desempenho.

Siskos e Zopounidis (1987) apresentaram a modelagem de capital risco na tomada de decisão. Os autores usaram um sistema de multicritérios de apoio à decisão (o sistema Minora) com base na utilização interativa do modelo de regressão ordinal UTA. Em primeiro lugar, uma revisão da literatura sobre os critérios de avaliação para o investimento de capital de risco foi descrito, e a metodologia geral de empresas de financiamento francesa é apresentado. Em seguida, uma aplicação no mundo real do sistema foi desenvolvida através do Minora.

Um estudo importante sobre seleção de portfólio foi desenvolvido em “*Stock evaluation using a preference disaggregation methodology*”. Zopounidis *et al.* (1999) apresentaram uma aplicação real de uma abordagem multicritério de apoio à

decisão (MCDA), para seleção de carteiras em bolsa de valores com base na preferência desagregação, por meio de regressão ordinal e programação linear (método UTADIS). As funções de utilidade aditivas que são derivadas através desta abordagem podem ser facilmente avaliadas e classificadas em um dos vários grupos pré-definidos pelo usuário. O procedimento é ilustrado com um estudo de caso de 98 unidades populacionais da Bolsa de Atenas, utilizando 15 critérios. Os resultados são encorajadores, indicando que a metodologia proposta poderia ser usada como uma ferramenta para a análise das preferências e as escolhas dos gestores de carteira. Além disso, a comparação com a análise discriminante multivariada ilustra a superioridade da metodologia proposta sobre uma técnica estatística multivariada bem conhecida, a qual tem sido amplamente utilizada para estudar os problemas de tomada de decisão financeira.

Conseguir prever o insucesso empresarial é um dos problemas mais importantes em matéria de gestão financeira. A pesquisa "*Business failure prediction using UTADIS multi-criteria analysis*" (ZOPOUNIDIS e DOUMPOS, 1999) sobre o desenvolvimento de modelos de previsão de falha de negócios foi focado na construção de modelos discriminantes para distinguir entre as empresas que falharam e não falharam. Vários pesquisadores neste campo têm proposto técnicas estatísticas multivariadas de discriminação, porém este artigo explora a aplicabilidade da análise multicritério para prever a falha do negócio. No trabalho, o método UTADIS e três das suas variantes são comparados com três técnicas estatísticas multivariadas econométricas e bem conhecidas: a análise discriminante, a LOGIT e a análise PROBIT. Através desta comparação, o desempenho relativo de todos os métodos acima mencionados é investigado em relação à sua capacidade de discriminação e previsão.

Zopounidis e Doumpos (1998) enfatizam em seu estudo "*Developing a multicriteria decision support system for financial classification problems: the FINCLAS system*" que várias técnicas e métodos foram propostos no passado para o estudo de problemas de classificação financeiros, incluindo técnicas estatísticas de análise, programação matemática, apoio à decisão multicritério e inteligência artificial. Porém, a aplicação destes métodos deve ocorrer em problemas do mundo real, nos quais, as decisões têm de ser tomadas em tempo real. Para isso, o artigo apresenta o sistema de apoio FINCLAS (classificação financeira), e utiliza a classificação obtida por meio do uso do UTADIS. As partes principais do sistema e o



método FINCLAS UTADIS são discutidos, e uma aplicação do sistema é apresentada.

Já Oral *et al.* (1992) propõem, e aplicam a um grupo de 70 países, um processo que emprega um modelo LOGIT generalizada (G-LOGIT) para conectar a classificação de risco do país, e indicadores político-econômicos. As estimativas para os parâmetros do modelo G-LOGIT são obtidos através de um modelo de programação matemática desenvolvido de forma independente, em vez de confiar em técnicas de otimização clássicas como a maioria dos modelos estatísticos. Os resultados do procedimento de desempenho proposto são comparados com dois modelos estatísticos utilizados: LOGIT e CART. Os resultados indicam que o novo processo é superior aos modelos estatísticos, em relação a ambos os erros de estimativa e da validação.

Outra aplicação muito útil foi percebida por Siskos *et al.* (2001), ao identificar a necessidade de desenvolvimento e utilização adequada de ferramentas de pesquisa de mercado e metodologias em matéria de comercialização agrícola, devido à forte concorrência enfrentada pelas indústrias do agronegócio, proveniente principalmente da remoção da barreira comercial da União Europeia e do ambiente de marketing em rápida mudança do mercado europeu.

O estudo "*Multicriteria analysis in agricultural marketing: the case of French olive oil market*" (SISKOS *et al.*, 2001) mostrou a utilidade da abordagem multicritério na análise de dados de preferência do consumidor e a sua capacidade para suportar novos processos de desenvolvimento de produtos por parte das empresas agrícolas. O artigo descreve pela primeira vez a filosofia de comercialização agrícola, enfatizando nas características, que o diferenciam de comercialização geral. Várias questões metodológicas da comercialização agrícola são apresentadas através de uma pesquisa. Em seguida, o trabalho desenvolve uma metodologia baseada no consumidor para apoiar decisões de desenvolvimento de produtos em que o papel-chave é jogado para determinar o modelo de preferência, o que explica a classificação de um único consumidor. Um sistema de apoio à decisão resume a análise de todo o conjunto de consumidores entrevistados para prescrever o perfil ideal de um novo produto e para simular a sua estratégia de penetração no mercado. Por fim, os resultados da aplicação da metodologia são apresentados e o estudo apresenta algumas recomendações sobre agronegócio.

Um sistema permitindo que os gerentes escolham estratégias adequadas para a concepção de novos produtos é apresentada no estudo realizado por Siskos e Matsatsinis (1993). Trata-se de um sistema de apoio à decisão, no qual várias melhorias são propostas para incorporar sistemas especialistas na realização de tarefas, como a escolha do método de análise de dados de pesquisa, para a simulação de mercado, conclusões tiradas a partir da aplicação de métodos e da análise de dados e análise de comportamento do consumidor, e propostas para a escolha de uma estratégia adequada para a penetração no mercado de novos produtos. A experiência com o sistema através da sua aplicação para a concepção de um novo produto para uma empresa grega é apresentado.

Em outro segmento, devido à crise do petróleo, os países mais desenvolvidos têm implementado cada vez mais medidas para a conservação e substituição de energia de combustíveis destinados a diminuir a intensidade energética das suas economias, e também devido à crescente conscientização dos efeitos adversos da utilização da energia sobre o meio ambiente. As medidas e sua eficácia diferem muito de país para país, sem identificação clara das relações relevantes de causa-efeito. Neste contexto, Diakoulaki *et al.* (1999), examinaram esse problema usando um método de apoio à decisão multicritério (MCDA), com base na análise de preferência desagregação. Para tal, o método utilizado foi o UTADIS.

O problema analisado no trabalho “*The use of a preference disaggregation method in energy analysis and policy making*” (DIAKOULAKI *et al.*, 1999) foi formulado na sequência da abordagem de segmentação, no qual vários países são agrupados em um conjunto de classes pré-definidas, de acordo com as intensidades energéticas. O método UTADIS procede à estimativa de um conjunto de funções de utilidade aditivas, referentes a vários índices que caracterizam a estrutura econômica e energética de cada país. A análise é realizada em três pontos distintos no tempo, a fim de verificar a consistência dos resultados e investigar fenômenos dependentes. Os resultados mostraram em que medida cada uma das características analisadas influencia a eficácia energética dos países e pode ser mais bem aproveitada na elaboração da política energética. Os autores confirmaram que o método UTADIS é uma ferramenta importante para a análise de um vasto leque de situações reais.

Se tratando de serviços bancários, esses constituem um mercado altamente competitivo e isso é um exemplo representativo de organizações orientadas para o

cliente. Por esta razão, a satisfação do cliente é de importância vital, oferecendo uma medida quantitativa para o desempenho atual e futuro destas organizações. Dessa forma, Grigoroudis *et al.* (2002), observaram que classificando os clientes de acordo com sua satisfação, pode-se indicar diferentes clusters de clientes com preferências e expectativas distintas. No estudo “*Satisfaction benchmarking and customer classification: na application to the branches of a banking organization*”, o método multicritério MUSA é implementado, a fim de medir e analisar a satisfação dos clientes em diferentes ramos de uma organização bancária. Os dados são baseados em um estudo-piloto de satisfação do cliente, enquanto que os resultados mais importantes estão focados na determinação das dimensões de serviços críticos.

O trabalho desenvolvido por González-Araya *et al.* (2002) apresenta uma aplicação do método UTA na construção de funções utilitárias para os critérios de avaliação, definidos pela Comissão de Avaliação Pessoal (CAD) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Todos os anos, o CAD-UFRJ fornece os resultados da avaliação para cada equipe do Programa de Pós-Graduação em Engenharia. No entanto, segundo os autores, o método usado para gerar a avaliação pessoal é considerado desconhecido. Dessa forma, na tentativa de encontrar a estrutura de preferências, os resultados da avaliação fornecidos pela CAD-UFRJ, são usados para aplicar o método UTA. Informações complementares obtidas a partir dos dados CAD-UFRJ, foram adicionadas e incorporadas na análise das soluções ótimas.

São muitas as vantagens de uso do método UTASTAR, como as várias aplicações úteis desenvolvidas, a possibilidade das utilidades serem encontradas a partir de uma ordenação prévia de ações e o fato de utilizar um procedimento matemático para determinar a função utilidade, reduzindo assim, o tempo de interação com o decisor (SOLA, 2011).

### 2.4.3. Séries Temporais

Para Marconi e Lakatos (2010) a manipulação estatística permite demonstrar as relações dos fenômenos entre si e obter generalizações sobre sua natureza,

ocorrência ou significado, enquanto o método estatístico denota redução de fenômenos sociológicos, políticos, econômicos e outros a termos quantitativos.

Os modelos quantitativos são modelos abstratos propostos em linguagem matemática e computacional, que utilizam técnicas analíticas, como matemáticas e estatísticas, e experimentais (simulação) para consultar valores numéricos das propriedades do sistema estudado, podendo ser usados para analisar os resultados de diferentes ações possíveis do sistema (MIGUEL, 2012).

O método estatístico é importante para o estudo, pois se fundamenta nos conjuntos de procedimentos amparados na teoria da amostragem e, é imprescindível no estudo de certos aspectos da realidade social em que se almeje medir o grau de correlação entre dois ou mais fenômenos (FACHIN, 2001).

Como modelo quantitativo, será aplicado um ajuste de séries temporais (aos dados de arrecadação), que são os métodos projetados com a finalidade de analisar a série de observações estatísticas colhidas em intervalos regulares no tempo. Tais séries manifestam propriedades estatísticas, que são idealmente invariantes ao longo do tempo, de modo que o comportamento durante uma época é o mesmo que seria durante qualquer outro (POLLOCK, 1999).

Para descrever séries temporais são utilizados como modelos os processos estocásticos, ou seja, processos controlados por leis probabilísticas. Assim, para qualquer classificação para os modelos de séries temporais, pode-se considerar um número grande de variados modelos para descrever o comportamento de uma série particular. No entanto, a construção desses modelos depende de vários fatores, como, por exemplo, o comportamento do fenômeno ou o conhecimento da sua natureza, e, claro, do objetivo da análise (MORETTIN & TOLOI, 1981).

As séries temporais costumam ser utilizadas com dois objetivos principais: obter um entendimento das forças e da estrutura subjacentes, que produziram os dados observados, ou ajustar um modelo e proceder a previsão, monitoramento ou mesmo controles de *feedback* e *feedforward* (BERTOLO, 2015).

Pesquisas demonstram que a aplicação de séries temporais é um método muito eficiente e atual para fazer previsões em diversas áreas, como por exemplo, nas concepções dos gestores municipais de saúde sobre a destinação e gestão dos gastos com saúde (VILLANI & BEZERRA, 2013); na convergência do PIB per capita agropecuário estadual (PENNA *et al.*, 2012); na análise da brucelose humana e bovina em um país (LEE *et al.*, 2013); para comunicar os riscos de saúde

relacionados com a poluição do ar para o público em uma cidade (CHEN *et al.*, 2013); no impacto econômico distributivo e regional de impostos sobre a energia em um país (VANDYCK & REGEMORTER, 2014); nos efeitos macroeconômicos de mudanças na política fiscal em um país (AKANBI, 2013); e, na revisão da aprendizagem de características não supervisionadas e aprendizagem profunda para a modelagem de séries temporais, entre outros.

Uma parte importante da análise de séries temporais é a seleção de um modelo (ou classe de modelos) adequado de probabilidade para os dados (BROCKWELL & DAVIS, 2002). Para Långkvist *et al.* (2014), a escolha de um modelo e como os dados serão apresentados é altamente dependente do tipo de dados coletados, pois, dentro de um modelo existem várias escolhas adicionais a serem feitas em termos de conectividade, arquitetura e parâmetros.

#### 2.4.4. Programação Linear

Antigamente quando os gerentes se viam diante de uma situação para a qual uma decisão deveria ser tomada, agiam conforme a intuição, pois não existiam dados e informações suficientes e nem mesmo aparelhos que pudessem auxiliar na tomada de decisão. A quantidade de informações cresceu significativamente nos últimos anos devido ao acesso mais facilitado à Internet, levando a uma quantidade tão grande de informações que se torna quase impossível montar modelos com todos os dados disponíveis (LACHTERMARCHER, 2009).

Dessa forma, tomar decisões de maneira com que o sistema opere da melhor forma possível, analisando que as atividades a elas associadas estão relacionadas e limitadas por vários fatores, se tornou um dos principais desafios dos gestores empresariais (MIGUEL, 2012).

Um estudo feito por Khan (2008) mostra que distribuição de capital é um verdadeiro problema de decisão no governo que, no entanto, nunca foi seriamente abordado na literatura sobre o orçamento público. Os métodos convencionais, frequentemente aparecem na discussão sobre o assunto, porém são limitados em sua abrangência. O autor acrescenta que os métodos alternativos, tais como programação matemática, que podem superar substancialmente algumas das

limitações dos métodos convencionais, têm sido amplamente utilizados no setor privado, mas suas aplicações têm sido poucas e distantes entre si no governo.

Nos Estados Unidos, há muito tempo é demonstrado um interesse no uso de modelos de programação matemática para analisar determinados problemas relacionados à administração educativa em nível estadual. Isto inclui os modelos desenvolvidos para o planejamento da educação profissional, e para uma investigação de alternativas em fórmulas de alocação financeira, utilizados para distribuir fundos para os distritos escolares locais (MCNAMARA, 1973).

Um exemplo de uso está no estudo realizado por Taylor III *et al.* (1983) que utilizou a programação de metas como uma técnica a ser empregada para determinar o número de aeronaves militares a serem adquiridas, tendo em conta as metas de despesas, orçamento e eficácia conflitantes. Dado um número de elementos de despesa e um orçamento limitado, onde se deseja adquirir esses sistemas de armas que irão atingir as metas e objetivos do governo e / ou militar da forma mais eficiente. O processo de tomada de decisão envolvido na aquisição de sistemas de armas militares, embora bastante crítico e complexo, ainda abrange as características básicas de um problema de orçamento.

#### 2.4.4.1. Conceitos de Programação Linear

A programação linear (PL) usa um modelo matemático para descrever o problema em questão, sendo que linear significa que todas as funções matemáticas nesse modelo são essencialmente funções lineares, e a palavra programação, fundamentalmente, um sinônimo para planejamento. Deste modo, a programação linear envolve o planejamento de atividades para obter um resultado ótimo, ou seja, um resultado que atinja o melhor objetivo apontado entre todas as alternativas viáveis (HILLIER e LIEBERMAN, 2006).

Um programa linear é um problema de otimização em que a função que se almeja otimizar (função objetivo) é linear e está sujeita às restrições, geralmente inequações lineares que determinam o seu domínio (ROCHA, 2006). Além de todas as variáveis serem não negativas, todas as restrições devem ser lineares e os

termos independentes de cada uma das restrições, serem constantes reais não negativas.

Alguns conceitos citados por Rocha (2006) são importantes ao se considerar o modelo de Programação Linear na forma padrão:

- a) Função objetivo: É a função linear que se pretende otimizar, ou seja, maximizar ou minimizar seu valor de forma a atender as restrições estabelecidas.
- b) Restrições: São denominadas as expressões matemáticas para limitações. Assim, quaisquer restrições nos valores que podem ser atribuídos a variáveis de decisão, são expressas de forma matemática, geralmente por meio de desigualdades ou equações (HILLIER e LIEBERMAN, 2006).
- c) Restrições do problema ou restrições propriamente ditas: Trata-se de uma lista de todos os itens que impliquem em restrições às possíveis soluções elaboradas durante a formulação de um problema.
- d) Restrições de não negatividade: A não negatividade das variáveis é considerada uma restrição natural que ocorre pelo fato de muitas das atividades só poderem ser realizadas a níveis positivos, dessa forma as variáveis que adentram na formulação do problema não podem assumir valores negativos. Quando a atividade não é efetuada ela será nula, mas nunca negativa.
- e) Variável de folga: Devido ao procedimento algébrico basear-se em sistemas de equações para solução, é necessário converter restrições funcionais de desigualdade em restrições de igualdade equivalentes. Para que essa conversão seja realizada, são introduzidas as variáveis de folga (HILLIER e LIEBERMAN, 2006).
- f) Solução possível ou admissível: Trata-se de uma das possíveis soluções para o problema, não sendo necessariamente, porém, aquela que leva a otimização da função objetivo.
- g) Solução Ilimitada: É aquela em que a função objetivo pode crescer (caso de maximização) de modo indefinido, atendendo a todas as restrições do problema, portanto não existe um valor máximo finito para a função objetivo.
- h) Solução Ótima: Aborda a solução possível que otimiza a função objetivo havendo um domínio de soluções possíveis, e não havendo solução ilimitada. Pode ocorrer de existir uma ou infinitas soluções ótimas, pois havendo mais do que uma solução ótima haverá infinitas soluções ótimas. Isto se deve ao fato da restrição limitante no sentido da otimização ser paralela à função objetiva.

i) Solução impossível: É aquela em que não há qualquer ponto que atenda ao conjunto das restrições elencadas, isto é, o conjunto das soluções viáveis é vazia.

Segundo Barrico (2015) existem duas formas diferentes de apresentar o modelo matemático de programação linear, conforme se pretenda maximizar ou minimizar:

$$\text{Maximizar (minimizar) } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \text{Função Objetivo} \quad (3)$$

Sujeito a:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_1 \quad (4)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_2 \quad (5)$$

$$a_{m1}x_1 \mid a_{m2}x_2 \mid \dots \mid a_{mn}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_m \quad (6)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \rightarrow \text{Condição de não negatividade} \quad (7)$$

Em que:

$a_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ ): Coeficientes técnicos ou tecnológicos;

$b_1, b_2, \dots, b_m$ : Termos independentes, constantes de restrição;

$c_1, c_2, \dots, c_n$ : Coeficientes da função objetivo;

$x_1, x_2, \dots, x_n$ : Variáveis de decisão (principais ou controláveis).

#### 2.4.4.2. Modelagem e Otimização

Para Miguel *et al.* (2012), em engenharia de produção, a gestão dos sistemas de produção de bens e serviços envolve um conjunto de decisões acerca das diversas atividades desenvolvidas em cada nível de planejamento: estratégico (longo prazo), tático (médio prazo) e racional (curto prazo). As decisões devem



ponderar as inter-relações entre as atividades e sua interação com o ambiente externo à empresa.

Durante os últimos anos tem havido um significativo aumento de interesse em um exame da medida, em que os modelos desenvolvidos em operações de investigação, ciência e econometria de gerenciamento podem ser usados para melhorar a metodologia e os procedimentos atualmente empregados em diversas áreas de planejamento do setor público e análise de políticas. Este tipo de investigação levou alguns cientistas sociais e gestores públicos a concluir que a abordagem de resolução de problemas, inerente à teoria econômica e operações de investigação e análise estrutural-funcional, que é comum em várias ciências sociais, pode ser usada em conjunto para desenvolver uma melhor medida para o planejamento socioeconômico e alocação de recursos (MCNAMARA, 1973).

Uma ferramenta para a tomada de decisão utilizada pelos gerentes é a modelagem. Conforme Lachtermacher (2009), são diversas as vantagens encontradas quando o decisor opta pela modelagem: os objetivos devem estar explícitos; obrigam a identificação e o armazenamento das diferentes decisões que influenciam os objetivos e dos relacionamentos entre essas decisões; ocorre a identificação das variáveis a serem incluídas e em que termos elas são quantificáveis; e, por último, permitem o reconhecimento de limitações e a comunicação das ideias dos modelos e seu entendimento para facilitar o trabalho de grupo.

Hillier e Lieberman (2006) acrescentam que os modelos matemáticos proporcionam muitas vantagens em relação a uma descrição verbal do problema. Entre elas, é que o modelo matemático descreve um problema de forma muito mais concisa, assim tende a tornar mais compreensível a estrutura geral do problema. Também, os modelos indicam mais claramente quais dados adicionais são relevantes para a análise, tornando-se visível as relações de causa-efeito. Ainda, facilita o tratamento do problema como um todo, considerando todos as suas variáveis de forma simultânea. Finalmente, um modelo matemático consegue reunir técnicas matemáticas e computadores potentes para analisar o problema.

De modo geral, um problema de otimização é definido por uma função objetivo, limitado por um conjunto de restrições, pela qual se busca um valor máximo ou mínimo. Conjunto ótimo é o conjunto de valores capaz de levar a função objetivo ao seu valor máximo ou mínimo. Sendo assim, deve-se definir uma função objetivo

pertinente aos anseios do planejamento da operação, e um conjunto de restrições adequado a representar as limitações do sistema, ressaltando que a formulação matemática do problema deve ser tal que permita a utilização de pacotes computacionais para a realização da otimização da operação do sistema (BERTHO JUNIOR, 2013).

Numa análise sobre a gestão dos recursos públicos há a preocupação de constatar quais variáveis são importantes para a otimização do gasto público na esfera municipal (CÂMARA, 2006).

Vários estudos importantes estão sendo realizados utilizando a programação matemática para resolver questões de planejamento orçamentário, e demais questões relacionadas à administração pública.

Chen *et al.* (2014), relatam que em muitos países em desenvolvimento, as ineficiências da cadeia de abastecimento de vacinas são de grande preocupação, pois resultam em pessoas não sendo imunizadas, criando assim risco significativo de epidemias de doenças. Este artigo desenvolve um modelo matemático para redes de distribuição de vacinas típicas de países em desenvolvimento com o objetivo de analisar e otimizar como as vacinas percorrem a rota dos fabricantes até os receptores da vacina. Este modelo foi adaptado com sucesso em três países diferentes: Níger, Tailândia e Vietnã.

Ainda na área de saúde, porém mais especificamente na alocação de recursos, Joiner e Drake (1983) perceberam que um problema importante para os tomadores de decisão é a alocação de recursos escassos, concluindo que esse problema confronta gestores na fabricação, serviço e nas esferas governamentais. Então, descreveram no artigo "*Governmental planning and budgeting with multiple objective models*" como esse problema foi abordado no Estado da Geórgia, usando técnicas de programação de metas. Uma formulação do modelo colocou altas prioridades na realização dos objetivos da organização, e a solução identificou os recursos necessários.

Guo (2014) introduziu o modelo de TOD para o projeto de otimização de todos os níveis de centros de transportes públicos urbanos. Quatro objetivos foram considerados: aumentar a capacidade de transporte expresso público, melhorar o ambiente da região planejada, maximizar o retorno sobre o investimento, e garantir o equilíbrio do uso do solo misto. A área da estação pública Shisheng em Wuhan

(China) foi escolhida como estudo de caso para ilustrar a aplicação do modelo. Os resultados de planejamento indicam que o modelo seria eficaz na prática.

Bauducco e Caprioli (2014) introduziram um compromisso limitado em um modelo padrão de política fiscal ideal em pequenas economias abertas. Consideraram o problema de um governo benevolente que assina um contrato de partilha de riscos com o restante do mundo, e que tem de escolher de forma otimizada impostos distorcionários sobre o rendimento do trabalho, a dívida interna e as transferências internacionais. Relatam que a política fiscal em pequenas economias emergentes abertas apresenta pelo menos duas características distintas em relação às economias desenvolvidas: as receitas fiscais sobre o PIB são muito mais voláteis e a política fiscal é pró-cíclica, tanto do ponto de vista da despesa pública, quanto das taxas de impostos. Dessa forma, o estudo foi abordado de forma diferente dos demais trabalhos apresentados na área.

Outros casos bem-sucedidos da utilização da programação matemática na administração de fatores públicos podem ser observados no Quadro 5.

<b>Autor</b>	<b>Periódico</b>	<b>Ano</b>	<b>Desenvolvimento</b>
Stuart	<i>Socio-Economic Planning Sciences</i>	1970	Explora o potencial de aplicação de programação matemática na avaliação de planos urbanos alternativos e programas de melhoria.
Mcnamara	<i>Socio-Economic Planning Sciences</i>	1973	Analisa desenvolvimentos nas aplicações de técnicas de programação matemática para problemas encontrados em planejamento educacional.
Rothstein	<i>Health Services Research</i>	1973	Apresenta um método sistemático de alocação de mão de obra nas operações de limpeza dos hospitais.
Buffa	<i>Computers, Environment and Urban Systems</i>	1983	Descreve o processo de decisão utilizado para elaborar o orçamento anual de receitas de fundos gerais.
Miyajima e Nakai	<i>European Journal of Operational Research</i>	1986	Propõe um modelo que utiliza aspectos estatísticos - uma vez que existem muitas variáveis econômicas em problemas financeiros municipais, aponta a necessidade de clarificar a relação entre estas variáveis e inferir os parâmetros através de uma abordagem estatística - e aspectos matemáticos - política de planejadores deve especificar o valor ideal dessas variáveis, a fim de atingir os objetivos múltiplos de um governo local-.
Chung e Tcha	<i>European Journal of Operational Research</i>	1992	Minimização de despesas e da preferência de cada local, visando maximizar a quantidade fornecida para localização de instalações públicas.
Stinnett e Paltiel	<i>Journal of Health Economics</i>	1996	Uso de técnicas de otimização como métodos para a alocação eficiente de recursos da saúde sujeitos a uma restrição orçamentária.

Autor	Periódico	Ano	Desenvolvimento
Wang e Sparrow	<i>International Journal of Energy Research</i>	1999	Traz um modelo de programação linear inteira mista (MINLP) com a consideração da incerteza, usado para maximizar o valor presente esperado dos lucros de serviços públicos ao longo do horizonte de planejamento, sob as restrições da taxa de retorno e reserva de margem regulamentação.
Klukowski e Kuba	<i>Control and Cybernetics</i>	2001	Apresenta formulações de problemas de otimização para a minimização do custo de manutenção de instrumentos de dívida do governo emitidas na Polônia e exemplos de suas aplicações.
Khan	<i>International Journal of Public Administration</i>	2008	Ilustra o potencial que modelos como programação matemática têm para o problema de racionamento de capital no governo.
Doerner, Gutjahr e Nolz	<i>OR Spectrum</i>	2009	Utiliza programação matemática para localização dos equipamentos públicos como escolas em áreas próximas à costa, tendo riscos de inundação por tsunamis.
Mckenna, et al	<i>Journal of Health Economics</i>	2010	Analisa as políticas orçamentais diferentes e examina a adequação das regras de decisão padrão em análise de custo-eficácia nas decisões de alocação nos cuidados de saúde.
Aziz, et al.	<i>International Business Management</i>	2012	Revisão da literatura sobre as aplicações da Programação Matemática no planejamento orçamentário.
Lin e Yu	<i>Transportation</i>	2013	Modelo de projeto de rede ciclovias para andar de bicicleta em áreas urbanas.
Aristovnik, Seljak e Mencinger	<i>Expert Systems with Applications</i>	2014	A utilização eficiente dos recursos públicos das atividades policiais.

**Quadro 5 - Trabalhos que utilizaram programação linear**

Em todas as sociedades e em todos os setores, tanto os públicos como os privados, os recursos humanos e patrimoniais são insuficientes para atender às crescentes cobranças dos clientes. Dessa forma, ao determinar como e quanto produzir, os tomadores de decisões buscam a melhor combinação dos recursos e ainda buscam as formas mais racionais de organização da atividade econômica. Uma organização tecnicamente eficiente pode ser ineficiente em termos econômicos, se ela não usa a melhor combinação dos insumos que minimiza os custos (PEÑA, 2008).

Da mesma forma ocorre na área pública. Mesmo com os melhores servidores, organização e gestão, se os recursos não forem distribuídos de forma que atenda às necessidades de todos os setores envolvidos, não há um bom retorno para a população.

Sendo assim, esse estudo baseado nessa revisão direcionada de literatura, apresenta a otimização das finanças públicas por programação linear, em que a função objetivo deriva dos resultados das preferências provenientes das funções utilidades auferidas pelo método UTASTAR por meio das séries temporais, a fim de maximizar o atendimento das prioridades estabelecidas pelos gestores, para a alocação dos recursos distribuídos através da Lei de Diretrizes Orçamentárias do município em estudo.

### 3. METODOLOGIA

Pode-se entender por metodologia o processo que implica no emprego de métodos e técnicas, desde que se inicia a escolha do tema da pesquisa, até a fase final com a análise dos dados coletados, as considerações finais e as possíveis recomendações. Para isso, este processo requer a opção por um método para operacionalização da pesquisa que se pretende realizar e a utilização de técnicas para coletar e analisar esses dados (OLIVEIRA, 2011).

Lamy (2011) ressalta que ao construir um projeto de pesquisa existe a necessidade de se definir o método de abordagem e os procedimentos de pesquisa, pois somente assim, a pesquisa pode ser chamada de “científica”. A clareza na metodologia é o que torna os resultados mais facilmente verificáveis por outros. O autor lembra que o paradigma almejado pela ciência é justamente esse: que as conclusões conseguidas por um pesquisador possam ser testadas, verificadas ou matizadas por outros.

#### 3.1. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

A metodologia tem por objetivo descrever e analisar os métodos, visando esclarecer os objetivos que se deseja atingir e quais caminhos percorrer para buscar a solução do problema proposto. Para Andrade (2006) metodologia é o conjunto de métodos ou caminhos que são percorridos na busca do conhecimento.

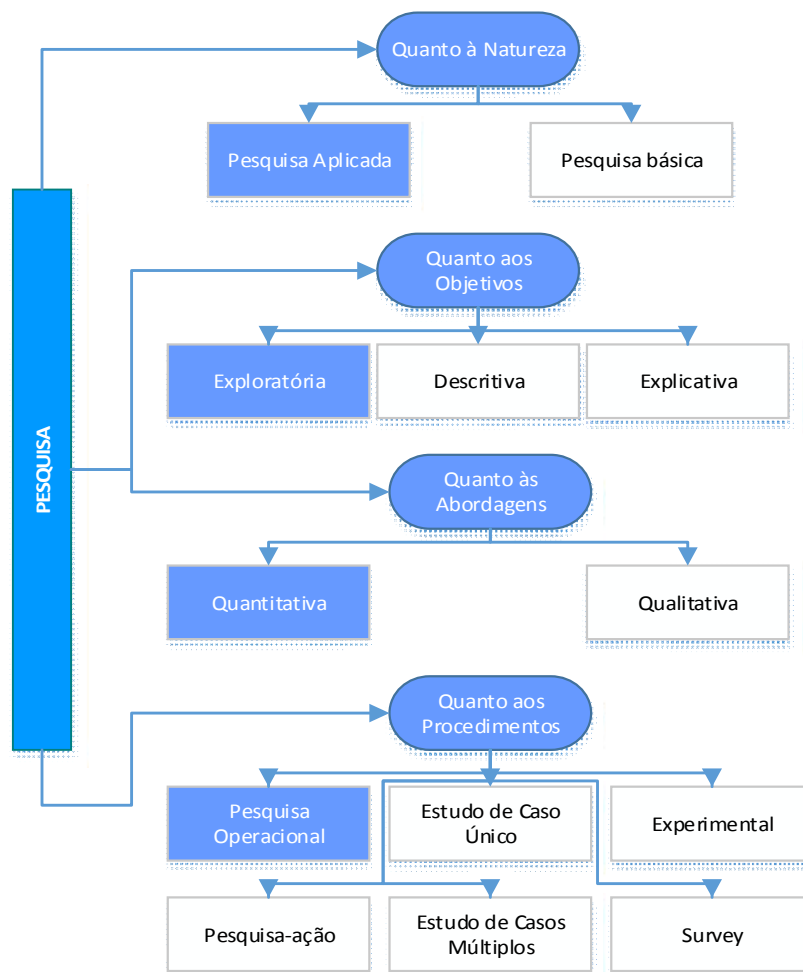
Para classificar a pesquisa quanto à natureza, pode-se qualificá-la como pesquisa aplicada, pois envolve verdades e interesses locais, tendo como finalidade otimizar o processo de decisão do gestor municipal, buscando soluções concretas para o problema (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

De acordo com os objetivos esse estudo se classifica como pesquisa exploratória, pois objetiva proporcionar maior familiaridade com o problema. Com base no relato de Lakatos (1990), este projeto classifica-se como bibliográfico, o qual será amparado em bibliografias já publicadas em relação ao tema de estudo,

sendo: artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, dissertações, teses, livros e demais documentos e informações pertinentes que possam vir a contribuir para o estudo.

Já pela abordagem, essa pesquisa se classifica como quantitativa, pois utiliza raciocínio lógico e dedutivo a partir dos dados apresentados. Por último, quanto aos procedimentos, essa pesquisa se caracteriza como pesquisa operacional. A pesquisa operacional pode ser vista como uma extensão direta da abordagem de gestão científica para a resolução de problemas do processo operacional. A extensão que a pesquisa operacional fornece é o conceito de trabalho em equipes multidisciplinares, em estreita cooperação com o proprietário do problema (BERTRAND e FRANSSO, 2002).

A classificação da pesquisa pode ser melhor visualizada na Figura 1.



**Figura 1 - Classificação da pesquisa**

## 3.2. ASPECTOS DA PESQUISA

Para a realização dessa dissertação há a necessidade de se cumprir os passos metodológicos, a fim de realizar com robustez e precisão todo o estudo. Para tanto, o caminho metodológico adotado para a pesquisa pode ser observado com maior clareza nos itens apresentados a seguir.

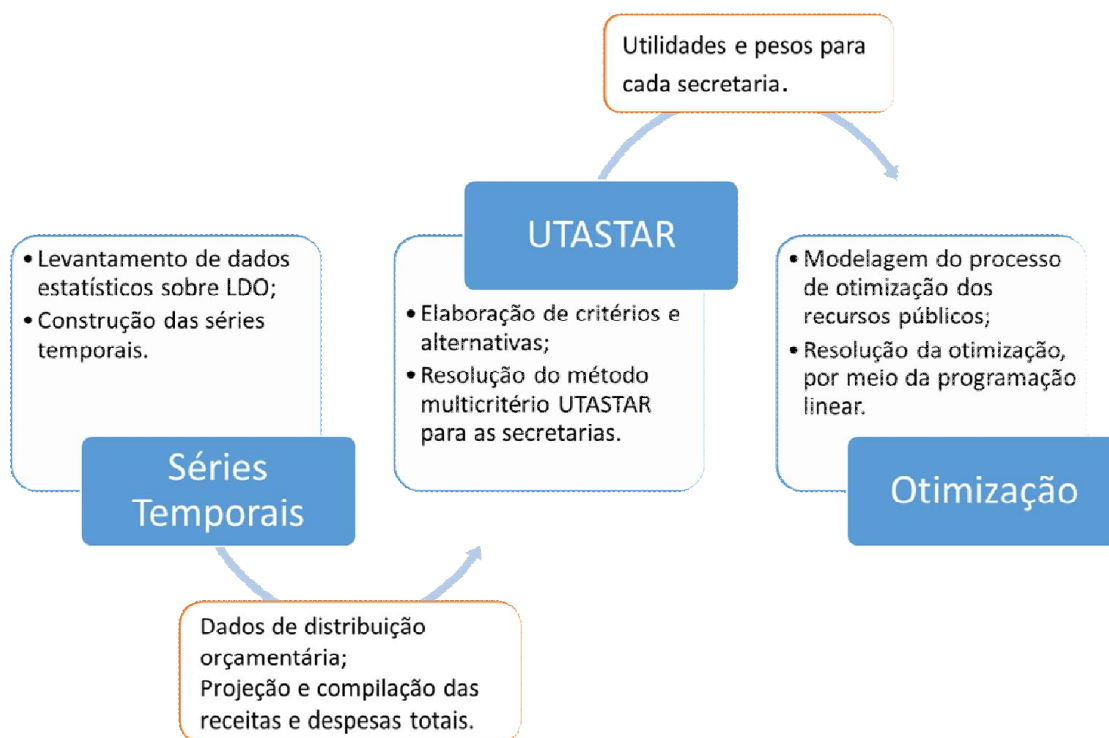
### 3.2.1. Modelo de otimização

O modelo para otimização dos recursos públicos alocados da Lei de Diretrizes Orçamentárias no município em estudo está representado pela Figura 2.

Para embasar essa pesquisa, foi realizado um levantamento de dados em duas fases. Primeiro houve a consulta a livros, teses, dissertações, artigos e, posteriormente foi consultada a legislação – com o objetivo de conhecer os limites mínimos e máximos que podem ser investidos em cada departamento da Prefeitura. Nessa pesquisa também foram descritos e analisados os dados referentes à Lei de Diretrizes Orçamentárias. Juntamente a isso, foi feita a revisão dos trabalhos que já utilizaram modelagem matemática, otimização e programação linear na área pública com utilização da Base *Scopus*, *Science Direct*, Sites de Universidades, Bibliotecas, etc. As palavras-chave utilizadas foram: *Mathematical programming; Optimization; Linear programming; Operational research; Public planning; Public administration*.

Os dados de orçamento foram organizados anualmente e por setor, conforme a LDO atual, para posterior aplicação das séries temporais. Os dados foram divididos em Estimativa de Receitas – para poder estimar quanto o município terá disponível em orçamento – e em Fixação das Despesas, conforme cada área descrita no referencial teórico.





**Figura 2 - Modelo para otimização dos recursos públicos**

### 3.2.2. Séries temporais

Após a organização dos dados, foi feita a análise dos mesmos. Essa análise iniciou-se com projeção da LDO a ser utilizada como base para alocação dos recursos – objetivo principal desse estudo – e para dar suporte ao desenvolvimento multicritério na definição das taxas de substituição, foi utilizada a ferramenta estatística de séries temporais, por sua boa capacidade de fazer previsões.

A previsão da arrecadação municipal foi feita com base em dados históricos, de forma a criar um modelamento para prever os valores que serão arrecadados futuramente, mais próximos possíveis da realidade. Para isso, utilizou-se a LDO, elaborada obrigatoriamente todos os anos, que procura projetar a arrecadação futura com base nos dados históricos e de crescimento esperado. A qualidade e assertividade dessas previsões são extremamente importantes, pois assim é possível saber precisamente quais os recursos o município vai dispor no futuro e, com isso, pode-se planejar melhor a aplicação desses recursos.

O histórico de arrecadação compreende dados anuais, com sazonalidade ( $s$ ) visível graficamente. Dessa forma, deve-se ser adotado  $s=12$  em duas classes de modelos consideradas: alisamento exponencial e modelos auto-regressivos de médias móveis (ARIMA). Após isso, o melhor modelo é escolhido pelo Critério De Informação de Akaike (AIC) de Akaike (1974). Recentemente, Snyder e Ord (2009), mostraram que esse critério é adequado para modelos de ajuste exponencial e que de forma geral o AIC não tem restrição de uso em outras categorias de modelos de séries temporais.

Para a seleção de modelo, o AIC se determina a partir da minimização da informação de Kullback-Leibler (K-L) como base para a seleção de modelos. A informação K-L é uma medida da distância entre o modelo verdadeiro e um modelo candidato. Assim, Akaike desenvolveu uma estimativa da informação K-L, fundamentada na Função de Log-Verossimilhança (FLV) em seu ponto máximo, acrescentada de uma penalidade associada ao número de parâmetros do modelo (DAL BELLO, 2010).

Para aplicação do método e análise foi necessário o auxílio de um software. Para isso foi escolhido o *Statgraphics Centurion*, versão XVII, por ser de fácil acesso e aplicação.

Os dados estatísticos e a construção das séries temporais originados nessa etapa são utilizados para a definição dos dados de distribuição para os critérios no método UTASTAR, projeção e compilação das receitas e despesas totais na otimização.

### 3.2.3. Método UTASTAR

Depois de levantados os dados, em seguida torna-se necessário definir os critérios de avaliação e percentuais de necessidade de desenvolvimento para cada setor. Para isso, foi ser aplicada a estratégia de compensação para definir as constantes de compensação para cada setor.

Concluídas as etapas elencadas anteriormente, o próximo passo do estudo foi estruturar a análise multicritério pela definição dos critérios, das alternativas e pela aplicação do método UTASTAR para a definição das taxas de substituição.

Os procedimentos do UTASTAR, estabelecidos por Sola (2011) e utilizados nessa pesquisa, são os seguintes:

I) Inicialmente os limites dos atributos antecipadamente definidos pelo analista junto ao decisor são divididos em  $\alpha$  intervalos iguais, do pior nível ( $g_{ij*}$ ) para o melhor ( $g_{ij^*}$ ), com o objetivo de encontrar a utilidade marginal. O valor marginal  $g(M) \in [u_i(g_i^j), u_i(g_i^{j+1})]$  de uma ação  $M$  para o critério  $i$  é calculado por interpolação linear conforme a equação (8).

$$u_i[(g_i M)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(M) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)] \quad (8)$$

O resultado localizado servirá de base para a determinação das utilidades marginais e da utilidade posteriormente. O valor marginal deverá estar arranjado entre o valor médio do intervalo e o valor de maior preferência (princípio da monotonicidade).

A utilidade ( $u_i$ ) para cada critério  $i$  é representada em termos de variáveis ( $w$ ), conforme a equação (9).

$$\begin{cases} u(g_i^1) = 0 \quad \forall i = 1, 2 \dots n \\ u_i(g_i^j) = \sum_{t=1}^{j-1} w_{it} \quad \forall i = 1, 2 \dots n ; \quad j = 2, 3 \dots \alpha \\ w_{it} = u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \end{cases} \quad (9)$$

II) O método introduz dois erros, um superestimado ( $\sigma^+$ ) e outro subestimado ( $\sigma^-$ ). Cada par de ações consecutivas é comparado conforme a equação (10).

$$\Delta(M_k, M_{k+1}) = u[g(M_k)] - \sigma^+(M_k) + \sigma^-(M_k) - u[g(M_{k+1})] + \sigma^+(M_{k+1}) - \sigma^-(M_{k+1}) \quad (10)$$

III) A partir da matriz obtida pela diferença de duas ações consecutivas, o modelo de programação linear (equação(11)) é resolvido para a determinação dos valores globais, minimizando os erros, para as  $m$  ações, com  $\delta$  sendo um valor positivo pequeno.

$$[\min]Z = \sum_{k=1}^m [\sigma^+(M_k) + \sigma^-(M_k)] \quad (11)$$

Sujeito a:

$$\Delta(M_k, M_{k+1}) \geq \delta \text{ se } M_k > M_{k+1} \quad \forall k \quad (12)$$

$$\Delta(M_k, M_{k+1}) \geq 0 \text{ se } M_k \approx M_{k+1} \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{\alpha_i} w_{it} = 1 \quad (14)$$

$$w_{it} \geq 0, \quad \sigma^+(M_k) \geq 0, \quad \sigma^-(M_k) \geq 0 \quad \forall i, j \text{ e } k \quad (15)$$

IV) Uma análise pós-otimização é feita para testar a existência de outras soluções. Uma programação linear é resolvida considerando os erros iguais a zero e maximizando a função objetivo (equação (16)). Para múltiplas soluções o resultado final é a média das soluções.

$$u(g_i^*) = \sum_{t=1}^{\alpha_i} w_{it} \quad \forall i = 1, 2 \dots n \quad (16)$$

Os valores encontrados a partir da programação linear (etapas III ou IV do UTASTAR) representam a solução final e são usados para determinar as utilidades marginais e a utilidade, conforme equação (17).

$$u_k(M_{kp}) = \sum_{i=1}^n [(1 - r_i) \cdot u_i(g_i^j) + r_i \cdot u_i(g_i^{j+1})] \quad (17)$$

Em que:

$$\forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$k = 1, 2, \dots, m$$

$$p = A, B, \dots$$

$$r_i = \frac{g(M_i) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} \quad (18)$$

Em que:

$$u_i(g_i^j) = w_{it} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, \alpha; \quad j = 2, 3, \dots, \alpha$$

$$\text{se } w_{it} < w_{i(t-1)} \Rightarrow u_i(g_i^j) = u(g_i^{j-1})$$

$$u_i(g_i^1) = 0 \quad \text{e} \quad u_i(g_i^{\alpha+1}) = \sum_{t=1}^{\alpha} w_{it}$$

Analisando todas as opções dos portfólios, o objetivo é encontrar o portfólio com o melhor *mix* de ações que represente a máxima utilidade do decisor. O objetivo é maximizar a utilidade no orçamento, tendo como restrições a legislação brasileira e a opinião de cada secretário, especialista na área em que responde. A solução obtida via programação linear apresentada na equação (11), ou (16) no caso de existirem resultados na pós-otimização, é recomendada ao decisor.

Por todas as vantagens de uso, como as várias aplicações úteis desenvolvidas a partir do método UTASTAR, pelas utilidades serem encontradas a partir de uma ordenação prévia de ações e por usar um procedimento matemático para determinar a função utilidade, reduzindo o tempo de interação com o decisor (SOLA, 2011), o UTASTAR foi escolhido para a definição das taxas de substituição nesse estudo.

Depois de solucionado o método UTASTAR, as utilidades calculadas para cada alternativa (função de governo) são transformadas em pesos para multiplicar a respectiva variável na otimização, por meio da programação linear.

### 3.2.4. Programação linear

A partir das definições descritas acima, foram elaboradas as restrições do problema, tendo por base o referencial teórico, de modo que também sejam satisfeitos os objetivos de governo e as aspirações de cada secretaria. As restrições estão ligadas a: porcentagem mínima que deverá ser destinada a setores como educação e saúde; orçamento limitado; áreas com investimento obrigatório; áreas com restrições legais, etc.

Resolver problemas reais de otimização pode ser facilitado usando-se de sistemas de modelagem algébrica, que oferecem uma maneira simples de implementar, de forma compacta, modelos complexos de otimização de vários tipos (JOLYA *et al.*, 2015). Assim sendo, finalmente, o projeto apresenta a otimização baseada em programação linear em que a função objetivo deriva dos resultados das preferências do grupo de decisores e considera os aspectos levantados na análise de dados.

O modelo básico segundo Barrico (2015) de apresentar o modelo matemático de programação linear, conforme se pretenda maximizar ou minimizar, é o seguinte:

$$\text{Maximizar (minimizar) } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \text{Função Objetivo} \quad (19)$$

Sujeito a:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq (\geq) b_1 \quad (20)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq (\geq) b_2 \quad (21)$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq (\geq) b_m \quad (22)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \rightarrow \textit{Condição de não negatividade}$$

(23)

O resultado que se almeja por meio do estudo é que a programação linear se apresente eficiente no auxílio aos gestores da administração pública no que tange a otimização da distribuição dos recursos através da Lei de Diretrizes Orçamentárias, e contribua como parte de um modelo de auxílio para encontrar o equilíbrio da alocação dos recursos públicos nos municípios.

## 4. INVESTIGAÇÃO, RESULTADOS E ANÁLISES

A seguir as informações foram coletadas e organizadas para se construir as séries temporais, as planilhas de indicadores de desempenho, a matriz de avaliação multicritério e a planilha de cálculo da utilidade pelo método UTASTAR.

### 4.1. SÉRIES TEMPORAIS

Para compilar os dados, primeiramente houve o estudo da estrutura organizacional da Prefeitura, segundo o Capítulo II, art. 11 da Lei Municipal nº 3.762 de 26 de dezembro de 2011, que fica constituída pelos seguintes órgãos:

Os Órgãos de Aconselhamento são compostos pelo Conselho Municipal de Assistência Social; Conselho Municipal de Defesa dos Direitos da Criança e do Adolescente; Conselho do Fundo Municipal de Equipamento do Destacamento do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado do Paraná – FUNREBOM-PB; Conselho Municipal de Saúde; Conselho Municipal do Trabalho; Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural; Conselho Municipal de Transporte Coletivo; Conselho Municipal de Educação; Conselho Municipal de Defesa do Consumidor; Conselho Municipal de Defesa dos Direitos Humanos da Mulher; Conselho Municipal de Alimentação Escolar; Conselho Municipal em Defesa do Idoso; Conselho Municipal Fundeflor; Conselho Municipal do Orçamento Participativo; Conselho Municipal de Acompanhamento do Fundo de Educação; Conselho Municipal de Desenvolvimento Econômico e Tecnológico; Conselho Comunitário de Segurança Pública; Conselho Municipal de Entorpecentes; Conselho Municipal da Juventude; Conselho Municipal de Defesa Civil; Conselho Municipal de Zoneamento; Conselho Municipal de Turismo; Conselho Municipal de Trânsito; Conselho Municipal de Cadastro Único; Conselho Municipal do Meio Ambiente; Conselho Municipal de Cultura; Conselho Municipal de Contribuintes; Conselho Municipal do Plano Diretor; Conselho Municipal de Habitação de Interesse Social; Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano; Conselho Municipal de Patrimônio Cultural; Conselho



Municipal de Defesa dos Direitos da Pessoa Portadora de Necessidades Especiais; Conselho Municipal de Esportes.

Órgãos de Colaboração com o Governo Federal é composto pela Junta de Serviço militar. O Órgão de Assistência Imediata é composto pelo Gabinete do Prefeito; Procuradoria-Geral; Diretoria de Comunicação Social; Assessoria Jurídica; Assessoria de Assuntos Legislativos; Assessoria de Convênios e Captação de Recursos; Controladoria-Geral; Procon.

Por último, os órgãos de Administração Específica são compostos pelas Secretarias Municipais de Administração e Finanças; Secretaria Municipal de Planejamento; Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Tecnológico; Secretaria Municipal de Engenharia, Obras e Serviços Públicos; Secretaria Municipal de Ação Social e Cidadania; Secretaria Municipal de Educação, Cultura, Esportes e Lazer; Secretaria Municipal de Saúde; Secretaria Municipal de Meio Ambiente; Secretaria Municipal de Agricultura.

Com a Lei Municipal nº 3.999, de 21 de março de 2013, que dispõe sobre a Criação da Secretaria Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação e da Secretaria de Esporte, Lazer, Juventude e Idoso, as Secretarias ficam nominadas como: I. Secretaria Municipal de Administração e Finanças; II. Secretaria Municipal de Planejamento Urbano; III. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico; IV. Secretaria Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação; V. Secretaria Municipal de Engenharia, Obras e Serviços Públicos; VI. Secretaria Municipal de Ação Social e Cidadania; VII. Secretaria Municipal de Educação e Cultura; VIII. Secretaria Municipal de Esporte, Lazer, Juventude e Idoso; IX. Secretaria Municipal de Saúde; X. Secretaria Municipal de Meio Ambiente; e XI. Secretaria Municipal de Agricultura.

Os Órgãos de Administração Indireta são compostos pela Companhia de Mineração do município e órgãos de Descentralização Territorial pela Administração Distrital do município estudado.

Os conselhos constantes da letra “A” deste artigo (art.11) estão vinculados ao Chefe do Poder Executivo por linha indireta e têm regimento próprio, obedecida, entretanto, a política geral do Governo Municipal. Cabe enfatizar aqui que nem todos os Conselhos estão em atuação na cidade, sendo que o Conselho Municipal de Orçamento Participativo, por exemplo, ainda não existe no município em estudo.

Os órgãos constantes das letras “C” e “D” deste artigo constituem a Administração Centralizada da Prefeitura Municipal em estudo, hierarquicamente

disposta e subordinada ao Chefe do Poder Executivo por linha direta. O órgão constante da letra “E” deste artigo é parte integrante da Administração Descentralizada, sendo que esse órgão é regido por normas próprias, vinculadas, contudo, à política geral do Governo Municipal.

O órgão constante da letra “F” deste artigo é parte integrante da Administração Pública Direta, vinculado à política geral do Governo Municipal, sendo subordinado ao Chefe do Poder Executivo Municipal. As Unidades Administrativas integrantes dos órgãos constantes das letras “C” e “D” deste artigo, da presente Lei, compõem a Estrutura Organizacional Administrativa.

A estrutura organizacional básica da Prefeitura da cidade em estudo é apresentada no Apêndice E. Já a Tabela 41, no apêndice A, mostra o levantamento dos dados, da distribuição e da arrecadação dos recursos do município estudado, relativos ao período de 2003 a 2015. Com essas informações pôde-se aferir os valores destinados aos departamentos do município e, com isso, construir as séries temporais do estudo.

Na construção das séries temporais, os dados referentes à distribuição de recursos financeiros pela Lei de Diretrizes Orçamentárias, para cada secretaria, de 2003 a 2015, foram separados em planilhas. Esses dados foram analisados por meio do *software Statgraphics* versão XVII, sendo que cada secretaria foi avaliada conforme o modelo mais adequado.

#### 4.1.1 Câmara Municipal

Primeiramente, foi escolhido o modelo que será utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica de cada secretaria. Os modelos para a Câmara Municipal são definidos como:

(A) Caminhada aleatória

(B) Caminhada aleatória com deriva = 431.792

(C) Média constante = 3.561.190

(D) Tendência linear =  $-919.585.000 + 459.505 t$

(E) Tendência quadrática =  $20.172.000.000 + (-20.537.700 t + 5.225,77 t^2)$

(F) Tendência exponencial =  $e^{(-288,616 + 0,151096 t)}$

(G) Tendência curva  $S = e^{(318,584 + \frac{-610,026}{t})}$

(H) Média móvel simples de 2 termos

(I) Suavização exponencial simples com  $\alpha = 0,9922$

(J) Suavização exponencial linear de Brown com  $\alpha = 0,6734$

(K) Suavização exponencial linear de Holt com  $\alpha = 0,2199$  e  $\beta = 0,2164$

(L) Suavização exponencial quadrática de Brown com  $\alpha = 0,4564$

O Quadro 6 resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados. O OK significa que o modelo passa no teste; “\*” significa que ele falha ao nível de confiança de 95%; dois “\*” significa que ele falha ao nível de confiança de 99%; três “\*” significa que ele falha ao nível de confiança de 99, 9%. Nota-se que o modelo D, atualmente selecionado, passa nos 5 testes.

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	538.333	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	335.790	OK	OK	OK	OK	OK
(C)	1.802.350	***	**	*	***	OK
(D)	224.273	OK	OK	OK	OK	OK
(E)	223.296	OK	OK	OK	OK	OK
(F)	533.725	OK	*	OK	OK	OK
(G)	530.153	OK	*	OK	OK	OK
(H)	791.290	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	540.727	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	400.038	OK	OK	OK	OK	OK
(K)	262.483	OK	OK	OK	OK	OK
(L)	403.188	OK	OK	OK	OK	OK

**Quadro 6 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para a Câmara Municipal**

Sendo:

Erro RMSE = Erro na média da raiz quadrada

RUNS = teste para execuções excessivas cima e para baixo

Runm = teste para execuções excessivas acima e abaixo médio

Teste AUTO = Box-Pierce para autocorrelação excessiva

Média = Teste de diferença na média 1º semestre para 2º semestre

VAR = Teste de diferença de variância 1º semestre para 2º semestre

OK = não significativo ( $p > 0,05$ )

\* = Marginalmente significativa ( $0,01 < p \leq 0,05$ )

\*\* = Significativo ( $0,001 < P \leq 0,01$ )

\*\*\* = Altamente significativa ( $p \leq 0,001$ )

**Tabela 1 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Câmara Municipal**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	538.333	458.208	14,38	431.792,00	11,88	26,39	26,39	26,39
(B)	335.790	261.507	10,94	0,00	-3,49	25,60	25,59	25,65
(C)	1.802.350	1.497.950	66,91	0,00	-39,56	28,96	28,95	29,01
(D)	224.273	182.050	8,76	0,00	-0,45	24,95	24,93	25,04
(E)	223.296	167.023	8,22		-1,05	25,09	25,07	25,22
(F)	533.725	404.329	13,11	-19.190,10	-1,18	26,68	26,67	26,77
(G)	530.153	401.958	13,03	-19.098,10	-1,17	26,67	26,65	26,76
(H)	791.290	707.568	19,81	707.568,00	19,81	27,32	27,31	27,36
(I)	540.727	426.005	13,36	401.622,00	11,05	26,56	26,55	26,60
(J)	400.038	301.249	11,53	119.046,00	6,35	25,95	25,94	26,00
(K)	262.483	211.617	10,45	-8.974,05	-2,72	25,26	25,25	25,35
(L)	403.188	322.945	12,30	-27.505,30	1,30	25,97	25,96	26,01

A Tabela 1 compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC) é o modelo D, que foi utilizado para gerar as previsões.

O segundo procedimento teve como objetivo prever os valores futuros da Câmara Municipal, sendo que os dados incluíram 13 períodos de tempo. Um modelo de tendência linear foi selecionado, pois tal modelo parte do princípio que a melhor previsão para dados futuros é dada pela linha de regressão linear de um ajuste a todos os dados anteriores. A Tabela 2 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência linear =  $-919.585.000 + 459.505 t$ .

**Tabela 2 - Dados ajustados para a Câmara Municipal (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	1.213.500,00	804.159,00	409.341,00
2004	1.055.000,00	1.263.660,00	-208.665,00
2005	1.395.000,00	1.723.170,00	-328.170,00
2006	2.410.000,00	2.182.680,00	227.324,00

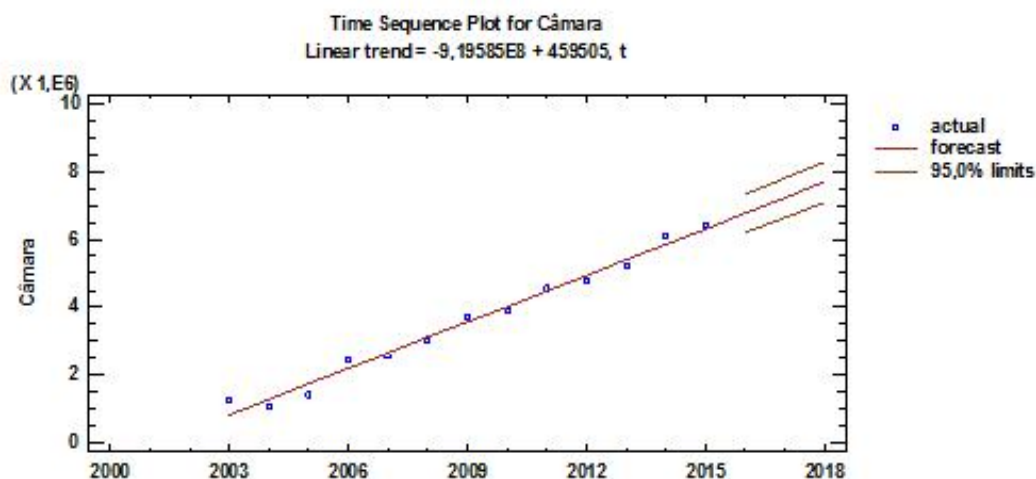
Período	Dados	Previsão	Resíduo
2007	2.557.000,00	2.642.180,00	-85.181,30
2008	3.000.000,00	3.101.690,00	-101.687,00
2009	3.700.000,00	3.561.190,00	138.808,00
2010	3.900.000,00	4.020.700,00	-120.698,00
2011	4.570.000,00	4.480.200,00	89.796,70
2012	4.800.000,00	4.939.710,00	-139.709,00
2013	5.200.000,00	5.399.210,00	-199.214,00
2014	6.100.000,00	5.858.720,00	241.280,00
2015	6.395.000,00	6.318.230,00	76.774,70

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Câmara Municipal nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 3.

**Tabela 3 - Previsão da distribuição para a Câmara Municipal (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	6.777.730,00	6.205.010,00	7.350.450,00
2017	7.237.240,00	6.647.240,00	7.827.230,00
2018	7.696.740,00	7.087.770,00	8.305.720,00

No Gráfico 1 pode ser observado o cenário da série temporal para os dados de distribuição da Câmara Municipal.



**Gráfico 1 - Previsão da distribuição para a Câmara Municipal**

#### 4.1.2 Governo Municipal

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica do Governo Municipal é o modelo de tendência quadrática =  $271.968.000.000 + (-270.789.000 t) + (67.404,1 t^2)$ , pois esse modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada pelo ajuste da curva de regressão quadrática a todos os dados anteriores.

O Quadro 10, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados, o modelo E passa nos 5 testes. A Tabela 42, no apêndice C, compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo E, que foi utilizado para gerar as previsões. A Tabela 4 demonstra os dados obtidos por meio do Modelo de tendência quadrática =  $271.968.000.000 + (-270.789.000 t) + (67.404,1 t^2)$

**Tabela 4 - Dados ajustados para o Governo Municipal (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	3.507.030,00	2.896.200,00	610.828,00
2004	1.284.200,00	2.195.280,00	-911.085,00
2005	1.877.100,00	1.629.180,00	247.923,00
2006	699.700,00	1.197.880,00	-498.177,00
2007	940.960,00	901.385,00	39.574,80
2008	1.210.000,00	739.702,00	470.298,00
2009	1.020.000,00	712.826,00	307.174,00
2010	1.049.000,00	820.759,00	228.241,00
2011	985.000,00	1.063.500,00	-78.499,80
2012	1.358.000,00	1.441.050,00	-83.048,80
2013	1.372.000,00	1.953.410,00	-581.406,00
2014	2.429.950,00	2.600.570,00	-170.622,00
2015	3.801.340,00	3.382.540,00	418.799,00

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição no Governo Municipal nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 5:

**Tabela 5 - Previsão da distribuição para o Governo Municipal (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	4.299.330,00	2.759.980,00	5.838.680,00
2017	5.350.920,00	3.550.900,00	7.150.930,00
2018	6.537.310,00	4.402.970,00	8.671.660,00

#### 4.1.3 Secretaria de Administração e Finanças

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica da Secretaria de Administração e Finanças é o modelo de tendência exponencial =  $e^{(-134.554 + 0,0750791 t)}$ , pois tal modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada por meio da curva de regressão exponencial a todos os dados anteriores.

O Quadro 22, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados. A Tabela 43, no apêndice C, compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo F, que foi utilizado para gerar as previsões. A Tabela 6 demonstra os dados obtidos por meio do Modelo de tendência exponencial =  $e^{(-134.554 + 0,0750791 t)}$ .

**Tabela 6 - Dados ajustados para a Secretaria de Administração e Finanças (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	6.138.260,00	7.490.830,00	-1.352.570,00
2004	9.195.000,00	8.074.880,00	1.120.120,00
2005	10.038.500,00	8.704.480,00	1.333.990,00
2006	10.162.600,00	9.383.160,00	779.425,00
2007	9.040.100,00	10.114.800,00	-1.074.660,00
2008	12.495.400,00	10.903.400,00	1.591.950,00
2009	10.495.500,00	11.753.500,00	-1.258.000,00
2010	12.475.000,00	12.670.000,00	-194.934,00
2011	13.284.100,00	13.657.800,00	-373.730,00
2012	15.144.200,00	14.722.700,00	421.444,00
2013	15.353.300,00	15.870.600,00	-517.379,00
2014	11.591.300,00	17.108.100,00	-5.516.810,00
2015	26.794.600,00	18.442.000,00	8.352.650,00

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Secretaria de Administração e Finanças, nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 7:

**Tabela 7 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Administração e Finanças (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	19.879.900,00	12.061.000,00	32.767.700,00
2017	21.429.900,00	12.806.900,00	35.858.900,00
2018	23.100.800,00	13.578.600,00	39.300.400,00

#### 4.1.4 Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica da Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos é o modelo de tendência quadrática =  $787283000000 + (-784701000t) + (195535, t^2)$ , pois esse modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada pelo ajuste da curva de regressão quadrática a todos os dados anteriores.

O Quadro 12, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados, o modelo selecionado E passa nos 5 testes. A Tabela 44, no apêndice C, compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo E, que foi utilizado para gerar as previsões. A Tabela 8 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência quadrática =  $787283000000 + (-784701000t) + (195535, t^2)$ .

**Tabela 8 - Dados ajustados para a Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	11.305.000,00	13.867.700,00	-2.562.670,00
2004	14.850.000,00	12.674.400,00	2.175.560,00
2005	13.483.600,00	11.872.300,00	1.611.370,00
2006	11.207.200,00	11.461.200,00	-253.989,00
2007	10.238.200,00	11.441.200,00	-1.202.990,00
2008	12.290.000,00	11.812.200,00	477.779,00



Período	Dados	Previsão	Resíduo
2009	14.180.000,00	12.574.300,00	1.605.660,00
2010	13.545.200,00	13.727.500,00	-182.315,00
2011	14.604.900,00	15.271.800,00	-666.888,00
2012	15.200.000,00	17.207.100,00	-2.007.120,00
2013	17.056.800,00	19.533.500,00	-2.476.710,00
2014	26.443.400,00	22.251.000,00	4.192.420,00
2015	24.649.400,00	25.359.500,00	-710.116,00

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 9:

**Tabela 9 - Previsão da distribuição para a Sec. de Engenharia, Obras e Serviços Públicos (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	28.859.100,00	22.104.400,00	35.613.900,00
2017	32.749.800,00	24.851.200,00	40.648.300,00
2018	37.031.500,00	27.665.900,00	46.397.100,00

#### 4.1.5 Secretaria de Educação e Cultura

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica da Secretaria de Educação e Cultura é o modelo de tendência quadrática =  $1.321.940.000.000 + -1.319.660.000 t + (329348, t^2)$ , pois esse modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada pelo ajuste da curva de regressão quadrática a todos os dados anteriores..

O Quadro 13, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados, o modelo E passa nos 5 testes. A Tabela 45, no apêndice C, compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo E, que foi utilizado para gerar as previsões. A Tabela 10 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência quadrática =  $1.321.940.000.000 + -1.319.660.000 t + (329348, t^2)$ .

**Tabela 10 - Dados ajustados para a Secretaria de Educação e Cultura (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	11.723.800,00	12.317.000,00	-593.240,00
2004	11.252.500,00	12.356.800,00	-1.104.270,00
2005	13.940.800,00	13.055.200,00	885.601,00
2006	16.610.800,00	14.412.400,00	2.198.380,00
2007	17.039.700,00	16.428.300,00	611.446,00
2008	19.520.800,00	19.102.800,00	417.993,00
2009	18.738.000,00	22.436.100,00	-3.698.060,00
2010	26.499.600,00	26.428.000,00	71.544,40
2011	32.087.200,00	31.078.700,00	1.008.570,00
2012	37.232.000,00	36.388.000,00	844.008,00
2013	43.525.000,00	42.356.000,00	1.168.970,00
2014	44.716.100,00	48.982.800,00	-4.266.650,00
2015	58.723.900,00	56.268.200,00	2.455.710,00

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Secretaria de Educação e Cultura nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 11:

**Tabela 11 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Educação e Cultura (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	64.212.300,00	57.328.400,00	71.096.200,00
2017	72.815.200,00	64.765.500,00	80.864.800,00
2018	82.076.700,00	72.532.000,00	91.621.400,00

#### 4.1.6 Secretaria de Saúde

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica da Secretaria de Saúde é o modelo de tendência quadrática =  $1.321.940.000.000 + (-1.319.660.000 t) + (329348, t^2)$ , pois esse modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada pelo ajuste da curva de regressão quadrática a todos os dados anteriores.

O Quadro 14, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados. A Tabela 46, no apêndice C, compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo E, que tem sido utilizado para gerar as previsões. A Tabela 12 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência quadrática =  $1.321.940.000.000 + (-1.319.660.000 t) + (329348, t^2)$ .

**Tabela 12 - Dados ajustados para a Secretaria de Saúde (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	21.948.700,00	21.899.600,00	49.097,20
2004	20.160.200,00	20.985.700,00	-825.473,00
2005	23.336.200,00	21.184.900,00	2.151.300,00
2006	22.894.100,00	22.497.300,00	396.846,00
2007	27.531.100,00	24.922.800,00	2.608.350,00
2008	21.157.500,00	28.461.400,00	-7.303.900,00
2009	30.000.000,00	33.113.200,00	-3.113.200,00
2010	42.107.000,00	38.878.100,00	3.228.880,00
2011	50.089.000,00	45.756.200,00	4.332.820,00
2012	54.365.000,00	53.747.400,00	617.620,00
2013	60.825.000,00	62.851.700,00	-2.026.720,00
2014	74.140.300,00	73.069.200,00	1.071.060,00
2015	83.213.100,00	84.399.800,00	-1.186.680,00

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Secretaria de Saúde nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 13:

**Tabela 13 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Saúde (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	96.843.600,00	86.430.000,00	107.257.000,00
2017	110.400.000,00	98.223.500,00	122.577.000,00
2018	125.070.000,00	110.632.000,00	139.509.000,00

#### 4.1.7 Secretaria de Ação Social e Cidadania

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica da Secretaria de Ação Social e Cidadania é o modelo de tendência exponencial =  $e^{(-238,047 + 0,126091 t)}$ , pois tal modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada por meio da curva de regressão exponencial a todos os dados anteriores.

O Quadro 15, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados. A Tabela 47, no apêndice C, compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo F, que foi utilizado para gerar as previsões. A Tabela 14 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência exponencial =  $e^{(-238,047 + 0,126091 t)}$ .

**Tabela 14 - Dados ajustados para a Secretaria de Ação Social e Cidadania (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	2.212.360,00	20.09.870,00	202494,00
2004	2.272.000,00	22.79.960,00	-7.964,93
2005	2.369.700,00	25.86.360,00	-216.659,00
2006	3.198.510,00	29.33.930,00	264.583,00
2007	3.187.450,00	33.28.200,00	-140.754,00
2008	3.563.000,00	37.75.470,00	-212.466,00
2009	3.728.000,00	42.82.830,00	-554.833,00
2010	6.045.500,00	48.58.380,00	1.187.120,00
2011	5.619.050,00	55.11.280,00	107.771,00
2012	6.041.940,00	62.51.910,00	-209.974,00
2013	6.350.940,00	70.92.080,00	-741.139,00
2014	6.084.730,00	80.45.150,00	-1.960.420,00
2015	2.750.100,00	91.26.300,00	3.623.800,00

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Secretaria de Ação Social e Cidadania nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 15:

**Tabela 15 - Previsão da distribuição para Secretaria de Ação Social e Cidadania (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	10.352.700,00	6.789.880,00	15.785.200,00

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2017	11.744.000,00	7.604.980,00	18.135.700,00
2018	13.322.200,00	8.507.200,00	20.862.500,00

#### 4.1.8 Secretaria de Desenvolvimento Urbano

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica da Secretaria de Desenvolvimento Urbano é o modelo de tendência quadrática =  $1.321.940.000.000 + (-1.319.660.000t) + (329.348, t^2)$ , pois esse modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada pelo ajuste da curva de regressão quadrática a todos os dados anteriores.

O Quadro 16, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados. A Tabela 48, no apêndice C, compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo E, que foi utilizado para gerar as previsões. A Tabela 16 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência quadrática =  $1.321.940.000.000 + (-1.319.660.000t) + (329.348, t^2)$ .

**Tabela 16 - Dados ajustados para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	2.753.310,00	3.269.440,00	-516.133,00
2004	2.913.000,00	2.869.870,00	43.126,80
2005	3.571.100,00	2.602.240,00	968.862,00
2006	2.526.800,00	2.466.530,00	60.268,80
2007	1.932.170,00	2.462.750,00	-530.584,00
2008	2.483.340,00	2.590.910,00	-107.571,00
2009	2.675.000,00	2.850.990,00	-175.987,00
2010	3.636.000,00	3.243.000,00	393.003,00
2011	4.008.340,00	3.766.940,00	241.404,00
2012	4.471.000,00	.422.800,00	48.195,20
2013	5.367.000,00	5.210.600,00	156.398,00
2014	4.284.060,00	6.130.330,00	-1.846.270,00
2015	8.447.270,00	7.181.990,00	1.265.280,00

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Secretaria de Desenvolvimento Urbano nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 17:

**Tabela 17 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	8.365.570,00	5.797.600,00	10.933.500,00
2017	9.681.080,00	6.678.260,00	12.683.900,00
2018	11.128.500,00	7.567.970,00	14.689.100,00

#### 4.1.9 Secretaria de Agricultura

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica da Secretaria de Agricultura é o modelo de tendência curva  $S = e^{(498,272 + \frac{-971,759}{t})}$ , pois esse modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada pelo ajuste da curva de crescimento em forma de S a todos os dados anteriores.

O Quadro 17, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados. A Tabela 49, no apêndice C, compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo G, que foi utilizado para gerar as previsões. A Tabela 18 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência curva  $S = e^{(498,272 + \frac{-971,759}{t})}$ .

**Tabela 18 - Dados ajustados para a Secretaria de Agricultura (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	579.565,00	498.952,00	80.612,20
2004	1.047.500,00	635.621,00	411.879,00
2005	555.400,00	809.529,00	-254.129,00
2006	979.000,00	1.030.770,00	-51.770,60
2007	1.108.940,00	1.312.160,00	-203.224,00
2008	1.085.000,00	1.669.970,00	-584.966,00

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2009	1.190.000,00	2.124.830,00	-934.828,00
2010	4.300.000,00	2.702.940,00	1.597.060,00
2011	5.347.000,00	3.437.510,00	1.909.490,00
2012	5.733.000,00	4.370.680,00	1.362.320,00
2013	6.765.000,00	5.555.840,00	1.209.160,00
2014	4.204.060,00	7.060.690,00	-2.856.630,00
2015	9.938.300,00	8.971.010,00	967.295,00

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Secretaria de Agricultura nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 19:

**Tabela 19 -Previsão da distribuição para a Secretaria de Agricultura (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	11.395.500,00	4.094.030,00	31.718.500,00
2017	14.471.700,00	5.042.590,00	41.532.300,00
2018	18.374.000,00	6.190.940,00	54.532.200,00

#### 4.1.10 Secretaria de Meio Ambiente

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica da Secretaria de Meio Ambiente é o modelo de tendência linear =  $-919.585.000 + 459.505 t$ , pois tal modelo parte do princípio que a melhor previsão para dados futuros é dada pela linha de regressão linear de um ajuste a todos os dados anteriores.

O Quadro 18, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados, o modelo D, passa nos 5 testes. A Tabela 50, no apêndice C, compara os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo D, que foi utilizado para gerar as previsões. A Tabela 20 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência linear =  $-919.585.000 + 459.505 t$ .

**Tabela 20 - Dados ajustados para a Secretaria de Meio Ambiente (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	378.124,00	-505.764,00	883.887,00
2004	826.000,00	386.204,00	439.796,00
2005	739.400,00	1.278.170,00	-538.771,00
2006	1.022.000,00	2.170.140,00	-1.148.140,00
2007	2.836.650,00	3.062.110,00	-225.457,00
2008	3.746.000,00	3.954.070,00	-208.074,00
2009	3.816.000,00	4.846.040,00	-1.030.040,00
2010	7.395.000,00	5.738.010,00	1.656.990,00
2011	6.692.000,00	6.629.980,00	62.022,90
2012	8.299.500,00	7.521.940,00	777.555,00
2013	985.000,00	8.413.910,00	571.088,00
2014	7.014.980,00	9.305.880,00	-2.290.900,00
2015	11.247.900,00	10.197.800,00	1.050.040,00

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Secretaria de Meio Ambiente nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 21:

**Tabela 21 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Meio Ambiente (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	11.089.800,00	8.232.720,00	13.946.900,00
2017	11.981.800,00	9.038.520,00	14.925.000,00
2018	12.873.800,00	9.835.790,00	15.911.700,00

#### 4.1.11 Administração distrital

O modelo que foi utilizado para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica da Administração Distrital é o modelo de tendência quadrática =  $271.968.000.000 + (-270.789.000 t) + (67.404,1 t^2)$ , pois esse modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada pelo ajuste da curva de regressão quadrática a todos os dados anteriores.

O Quadro 19, no apêndice B, resume os resultados de cinco ensaios executados nos resíduos para determinar se cada um dos modelos é adequado para os dados. A Tabela 51, no apêndice C, compara os resultados de modelos de



montagem diferentes para os dados. O modelo com o menor valor de AIC é o modelo E, que foi utilizado para gerar as previsões. A Tabela 22 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência quadrática =  $271.968.000.000 + (-270.789.000 t) + (67.404,1 t^2)$ .

**Tabela 22 - Dados ajustados para a Administração Distrital (R\$)**

Período	Dados	Previsão	Resíduo
2003	0,00	129.801,00	-129.801
2004	0,00	44.668,10	-44.668,1
2005	0,00	-17.577,20	7.577,2
2006	77.900,00	-56.935,00	13.4835
2007	25.000,00	-73.405,10	98.405,1
2008	30.000,00	-66.987,60	96.987,6
2009	40.000,00	-37.682,50	77.682,5
2010	45.000,00	14.510,20	30.489,8
2011	50.000,00	89.590,50	-39.590,5
2012	55.000,00	187.558,00	-132.558
2013	60.000,00	308.414,00	248.414
2014	80.000,00	452.157,00	-372.157
2015	1.130.000,00	618.788,00	511.212

Sendo assim, as tendências de previsões para distribuição na Administração Distrital nos próximos anos são dadas abaixo, na Tabela 23:

**Tabela 23 - Previsão da distribuição para a Administração Distrital (R\$)**

Período	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2016	808.306,00	81.057,20	1.535.560,00
2017	1.020.710,00	170.314,00	1.871.110,00
2018	1.256.010,00	247.657,00	2.264.350,00

Nos gráficos 2 ao 11, do Apêndice F, podem ser observados os cenários das séries temporais para os dados de distribuição das funções de governo na Prefeitura em estudo.

A Procuradoria, a Secretaria de Planejamento Urbano, a Secretaria de Esporte, Lazer, Juventude e Idoso, e a Secretaria de Ciência, Tecnologia e

Inovação, são secretarias novas na estrutura organizacional da Prefeitura em estudo. Devido a isso, não possuem dados históricos suficientes para o ajuste de séries temporais.

#### 4.2. UTASTAR

Depois de construídas as séries temporais, verificou-se a importância relativa de cada departamento por meio do método UTASTAR, que considera a função preferência dos decisores, baseada num escalonamento linear. Esse procedimento objetivou encontrar os pesos de importância para cada departamento ou área do município, os quais estão sendo explorados nessa série histórica.

Inicialmente, foi feita a ordenação das alternativas conforme o decisor iniciando pela secretaria que teve maior orçamento previsto para o ano de 2015, até a de menor orçamento do ano de 2015. O *ranking* das secretarias pode ser observado no Quadro 7:

<i>Ranking</i>	Alternativas	2015
1	Saúde	83.213.130,00
2	Educação e Cultura	58.723.905,74
3	Administração e Finanças	26.794.620,00
4	Obras e Serviços públicos	24.649.400,00
5	Ação Social e Cidadania	12.750.100,00
6	Meio Ambiente	11.247.890,00
7	Agricultura	9.938.300,00
8	Desenvolvimento Econômico	8.447.270,00
9	Câmara Municipal	6.395.000,00
10	Secretaria de Esporte, Lazer, Juventude e Idoso	6.316.400,00
11	Governo Municipal	3.801.344,26
12	Ciência, Tecnologia e Inovação	2.869.100,00
13	Planejamento urbano	2.643.340,00
14	Administração distrital	1.130.000,00
15	Procuradoria	1.080.200,00

**Quadro 7 - Ranking das secretarias (R\$)**

Em seguida, os atributos foram definidos. Como o objetivo do uso do UTASTAR é saber a opinião do gestor, para considerá-la na otimização final, foi

utilizado o histórico dos últimos três últimos anos de distribuição por meio da LDO. A distribuição é apresentada na Tabela 24:

**Tabela 24 - Atributos e critérios (R\$)**

Alternativas	2013	2014	2015
Saúde	60.825.000,00	74.140.256,35	83.213.130,00
Educação e Cultura	43.525.000,00	44.716.119,80	58.723.905,74
Administração e Finanças	15.353.260,00	11.591.253,22	26.794.620,00
Obras e Serviços públicos	17.056.800,00	26.443.403,91	24.649.400,00
Ação Social e Cidadania	6.350.940,00	6.084.730,50	12.750.100,00
Meio Ambiente	8.985.000,00	7.014.980,90	11.247.890,00
Agricultura	6.765.000,00	4.204.059,84	9.938.300,00
Desenvolvimento Econômico	5.367.000,00	4.284.061,40	8.447.270,00
Câmara Municipal	5.200.000,00	6.100.000,00	6.395.000,00
Esporte, Lazer, Juventude e Idoso	0,00	3.555.243,11	6.316.400,00
Governo Municipal	1.372.000,00	2.429.948,88	3.801.344,26
Ciência, Tecnologia e Inovação	0,00	2.912.135,99	2.869.100,00
Planejamento Urbano	3.900.000,00	2.805.667,07	2.643.340,00
Administração distrital	60.000,00	80.000,00	1.130.000,00
Procuradoria	0,00	738.139,03	1.080.200,00

Os limites dos atributos antecipadamente definidos, foram divididos em  $\alpha$  intervalos iguais, do pior nível ( $g_{ij}^*$ ) para o melhor ( $g_{ij}^*$ ), com o objetivo de encontrar a utilidade marginal.

Para o primeiro critério, os valores ficaram em  $g_{11}^*$  igual a 0,  $g_{12}$  igual a 30.412.500 e o  $g_{13}^*$  ficou em 60.825.000. Para o critério dois,  $g_{11}^*$  igual a 80.000,00,  $g_{12}$  igual a 37.110.128,175 e o  $g_{13}^*$  74.140.256,35. Para o terceiro e último critério, os valores ficaram em  $g_{11}^*$  igual a 1.080.200,00,  $g_{12}$  igual a 1.080.200 e o  $g_{13}^*$  ficou em 83.213.130. Na Tabela 25 estão dispostos os dados.

**Tabela 25 - Intervalos entre os critérios**

Critério	$g_{11}^*$	$g_{12}$	$g_{13}^*$	$\alpha$
Critério 1 – 2013	0,00	30.412.500	60.825.000	30.412.500,00
Critério 2 – 2014	80.000,00	37.110.128,175	74.140.256,35	37.030.128,175
Critério 3 – 2015	1.080.200,00	1.080.200	83.213.130	41.066.465,00

O valor marginal  $g(M) \in [u_i(g_i^j), u_i(g_i^{j+1})]$  de uma ação  $M$  para o critério  $i$  foi calculado por interpolação linear conforme a equação (8). Os valores foram interpolados dentro dos intervalos definidos na Tabela 25. A Tabela 26 mostra a interpolação linear para o critério 1 – 2013. As interpolações dos critérios 2 - 2014 e 3 – 2015 estão no apêndice D, na Tabela 52 e na Tabela 53, respectivamente.

**Tabela 26 - Interpolação linear para o critério 1 – 2013**

j-1	$g^j$	$g_i(a)$	$g^{j+1}$	$u_1(g^j)$	$u_1(g^{j+1})$	$u_1(g^j)-u_1(g^{j+1})$
2	30.412.500	60.825.000,00	60.825.000	0,0000	1,0000	1,0000
2	30.412.500	43.525.000,00	60.825.000	0,5688	0,4312	-0,1377
1	0	15.353.260,00	30.412.500	0,4952	0,5048	0,0097
1	0	17.056.800,00	30.412.500	0,4392	0,5608	0,1217
1	0	6.350.940,00	30.412.500	0,7912	0,2088	-0,5823
1	0	8.985.000,00	30.412.500	0,7046	0,2954	-0,4091
1	0	6.765.000,00	30.412.500	0,7776	0,2224	-0,5551
1	0	5.367.000,00	30.412.500	0,8235	0,1765	-0,6471
1	0	5.200.000,00	30.412.500	0,8290	0,1710	-0,6580
0	0	0,00	30.412.500	1,0000	0,0000	-1,0000
1	0	1.372.000,00	30.412.500	0,9549	0,0451	-0,9098
0	0	0,00	30.412.500	1,0000	0,0000	-1,0000
1	0	3.900.000,00	30.412.500	0,8718	0,1282	-0,7435
1	0	60.000,00	30.412.500	0,9980	0,0020	-0,9961
0	0	0,00	30.412.500	1,0000	0,0000	-1,0000

O resultado localizado serviu de base para a determinação das utilidades marginais representadas na Tabela 27 e, posteriormente, da utilidade. A utilidade ( $u_i$ ) para cada critério  $i$  é representada em termos de variáveis ( $w$ ), conforme a equação (9).

**Tabela 27 - Valores marginais positivos**

$W_{11}$	$W_{12}$	$W_{13}$	$W_{14}$	$W_{15}$	$W_{21}$	$W_{22}$	$W_{23}$	$W_{24}$	$W_{25}$	$W_{31}$	$W_{32}$	$W_{33}$	$W_{34}$	$W_{35}$
1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
1,000	0,431	0,000	0,000	0,000	1,000	0,205	0,000	0,000	0,000	1,000	0,404	0,000	0,000	0,000
0,505	0,000	0,000	0,000	0,000	0,311	0,000	0,000	0,000	0,000	0,626	0,000	0,000	0,000	0,000
0,561	0,000	0,000	0,000	0,000	0,712	0,000	0,000	0,000	0,000	0,574	0,000	0,000	0,000	0,000
0,209	0,000	0,000	0,000	0,000	0,162	0,000	0,000	0,000	0,000	0,284	0,000	0,000	0,000	0,000
0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,187	0,000	0,000	0,000	0,000	0,248	0,000	0,000	0,000	0,000
0,222	0,000	0,000	0,000	0,000	0,111	0,000	0,000	0,000	0,000	0,216	0,000	0,000	0,000	0,000
0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,114	0,000	0,000	0,000	0,000	0,179	0,000	0,000	0,000	0,000
0,171	0,000	0,000	0,000	0,000	0,163	0,000	0,000	0,000	0,000	0,129	0,000	0,000	0,000	0,000





ALTERNATIVAS	UTILIDADES
Desenvolvimento Econômico	0,148505
Câmara Municipal	0,120630
Esporte, Lazer, Juventude e Idoso	0,077238
Governo Municipal	0,051151
Ciência, Tecnologia e Inovação	0,028282
Planejamento Urbano	0,054523
Administração distrital	0,001151
Procuradoria	0,000758

**Quadro 8 - Valores das utilidades de cada alternativa**

Devido à necessidade de tornar a utilidade um peso para posterior aplicação na programação linear final, os valores das utilidades foram transformados em pesos que juntos somam o valor “1”, ou 100% (cem por cento), conforme Tabela 30.

**Tabela 30 - Valores da utilidade final transformados em peso para a Programação Linear**

Alternativas	Utilidades	Peso Programação Linear
Saúde	0,999607	0,25275
Educação e Cultura	0,878525	0,22214
Administração e Finanças	0,489123	0,12368
Obras e Serviços públicos	0,489123	0,12368
Ação Social e Cidadania	0,218208	0,05517
Meio Ambiente	0,218208	0,05517
Agricultura	0,179849	0,04548
Desenvolvimento Econômico	0,148505	0,03755
Câmara Municipal	0,120630	0,03050
Esporte, Lazer, Juventude e Idoso	0,077238	0,01953
Governo Municipal	0,051151	0,01293
Ciência, Tecnologia e Inovação	0,028282	0,00715
Planejamento Urbano	0,054523	0,01379
Administração distrital	0,001151	0,00029
Procuradoria	0,000758	0,00019

### 4.3. PROGRAMAÇÃO LINEAR

Para melhor destinação dos recursos públicos, foi necessária a otimização da função objetivo para a LDO do município, através de programação linear. Esta envolveu todas as informações decorrentes das etapas anteriores, tais como pesos de importância, restrições e delimitações, a fim de encontrar os índices para a

otimização e orientar os decisores sobre quais necessidades atender para melhor distribuir os recursos no município.

#### 4.3.1 Modelagem e Restrições

No modelo proposto, as variáveis de decisão são representadas pelas funções elencadas na Lei Municipal nº 4.521, de 23 de dezembro de 2014 (LOA para 2015) como sendo as principais funções do município em estudo, de acordo com o Quadro 9.

Variável	Função de Governo
$x_1$	Secretaria Municipal de Saúde
$x_2$	Secretaria Municipal de Educação e Cultura
$x_3$	Secretaria Municipal de Administração e Finanças
$x_4$	Secretaria Municipal de Engenharia, Obras e Serviços Públicos
$x_5$	Secretaria de Ação Social e Cidadania
$x_6$	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
$x_7$	Secretaria Municipal de Agricultura
$x_8$	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico
$x_9$	Câmara Municipal
$x_{10}$	Secretaria Municipal de Esporte Lazer, Juventude e Idoso
$x_{11}$	Governo Municipal
$x_{12}$	Secretaria Municipal de Ciência e Tecnologia e Inovação
$x_{13}$	Secretaria Municipal de Planejamento Urbano
$x_{14}$	Administração Distrital
$x_{15}$	Procuradoria

**Quadro 9 - Principais funções do governo municipal**

Apesar de existir maior divisão dentro das funções, trabalhou-se com o menor número possível de variáveis. Pois, assim como ressalta Cabral (2005), o objetivo maior destas simplificações são introduzir o uso de ferramenta matemática na gestão pública, a fim de vencer as dificuldades dos atores locais (por exemplo, os servidores municipais) que desconhecem técnicas de apoio a gestão, ou oferecem resistência ao método, atrapalhando, dessa forma, uma grande transparência no



processo orçamentário e um maior envolvimento da comunidade na alocação de recursos públicos.

Depois de definidas as variáveis de decisão, é necessário elaborar a função objetivo (Z), a qual tem a finalidade de maximizar a dotação total disponibilizada na LDO para o exercício de 2015. A mesma foi dividida nas funções especificadas na Quadro 9, multiplicadas pelo respectivo peso obtido no método UTASTAR. A função objetivo é representada por:

Max (Z) = Câmara Municipal \* Peso da utilidade da Câmara Municipal + Governo Municipal \* Peso da utilidade do Governo Municipal + Procuradoria \* Peso da utilidade da Procuradoria + Sec. Municipal de Planejamento Urbano \* Peso da utilidade da Sec. Municipal de Planejamento Urbano + Sec. Municipal de Administração e Finanças \* Peso da utilidade da Sec. Municipal de Administração e Finanças + Sec. Municipal de Engenharia, Obras e Serviços Públicos \* Peso da utilidade da Sec. Municipal de Engenharia, Obras e Serviços Públicos + Secretaria de Educação e Cultura \* Peso da utilidade da Sec. Municipal de Educação e Cultura + Sec. Municipal de Saúde \* Peso da utilidade da Sec. Municipal de Saúde + Sec. de Ação Social e Cidadania \* Peso da utilidade da Sec. de Ação Social e Cidadania + Sec. Municipal de Desenvolvimento Econômico \* Peso da utilidade da Sec. de Desenvolvimento Econômico + Sec. Municipal de Agricultura \* Peso da utilidade da Sec. de Agricultura + Sec. Municipal de Meio Ambiente \* Peso da utilidade da Sec. de Meio Ambiente + Administração Distrital \* Peso da utilidade da Administração Municipal + Sec. Municipal de Esporte Lazer, Juventude e Idoso \* Peso da utilidade da Sec. de Esporte Lazer, Juventude e Idoso + Sec. Municipal de Ciência e Tecnologia e Inovação \* Peso da utilidade da Sec. Municipal de Ciência e Tecnologia e Inovação

Ou seja, Função Objetivo:

$$Max (Z) = \sum_{j=1}^{15} w_j * x_j$$

(24)

Em que:

$x_j$  = É a dotação orçamentária destinada a cada secretaria;

$w_j$  = Peso para cada secretaria, definido pelo método UTASTAR.

As restrições ao problema são enumeradas na ordem que segue:

1ª Restrição: Conforme definido no art. 16 da Lei Municipal nº 4.372, de 29 de julho de 2014, a programação das despesas a serem custeadas com recursos de operações de crédito não poderá exceder o montante das despesas de capital fixadas no orçamento, salvo existência de lei específica autorizando a aplicação em despesas correntes, observado o disposto no inciso III, do Art. 167 da Constituição Federal.

Despesas correntes são as despesas de manutenção dos serviços públicos; sem que haja retorno desse patrimônio de igual valor. Despesas de capital são gastos onde há a recompensa pela entrada direta de um bem, de valor igual no patrimônio; ou seja, investimentos, inversões financeiras e transferências de capital (PINHO, 2004).

Ou seja, a soma de todas as funções governamentais, multiplicadas pelos seus pesos, terá que ser no máximo, ou igual, ao valor da dotação autorizada para o exercício vigente. Pode-se apresentá-la da seguinte forma:

$$\sum_{j=1}^{15} x_j * w_j \leq RecTotal$$

(25)

Em que:

$x_j$  = Dotação orçamentária destinada a cada secretaria;

$w_j$  = Peso para cada secretaria, definido pelo método UTASTAR;

RecTotal = Receita Total, estimada pela LDO.

2ª Restrição: Em consonância com o art. 212 da Constituição, o município deve destinar à educação não menos que 25% da sua arrecadação de impostos e transferências. Como a prefeitura em estudo não distingue na LDO os valores específicos para Educação e para a Cultura estimou-se um valor global para a secretaria. Considera-se, nesse caso, que não há nenhuma restrição legal que determine a destinação de recurso para a Cultura.

Os dados presentes na Lei Municipal nº 4521, de 23 de dezembro de 2014, que estima a receita e fixa a despesa no município em estudo para o exercício financeiro de 2015 e na Lei Municipal nº 4372, de 29 de julho de 2014 - LDO, não são suficientes para saber quais são os valores relativos às transferências previstas no § 5º, do artigo 153, e nos artigos nº 158 e 159 da Constituição Federal. Devido a esse fator, foi solicitado ao setor de contabilidade, do município em estudo, o valor de ambas, sendo que a receita tributária corresponde a R\$39.920.585,68, e as transferências correspondem a R\$173.372.308,66, totalizando o valor de R\$213.292.894,34.

$$x_2 \geq 0,25 * (RecTrib + RecTransf)$$

(26)

Em que:

$x_2$  = dotação orçamentária relativa a Secretaria de Educação e Cultura;

RecTrib = receita tributária;

RecTransf = receita de transferências.

3ª Restrição: Com a intenção de definir fontes seguras de financiamento da saúde e participação efetiva das três esferas de Governo, em 2000 foi aprovada a Emenda Constitucional nº 29 (EC 29/2000) (Brasil, 2000). Segundo sua redação, no primeiro ano de vigência, os Estados e municípios deveriam alocar pelo menos 7% das receitas de impostos e transferências constitucionais, sendo que esse percentual deveria crescer anualmente até atingir, para os Estados, 12% em 2004 e, para os municípios, 15%. Para a União, definia, no primeiro ano, o aporte de pelo menos 5% em relação ao orçamento empenhado do período anterior; nos seguintes, o valor apurado no ano anterior seria corrigido pela variação do PIB nominal (VILLANI & BEZERRA, 2013). Para efeito de modelagem, foi considerado somente o percentual de vinculação de 15%, entendendo que a prefeitura em questão encontra-se com o percentual de acordo com a EC 29/2000.

$$x_1 \geq 0,15 * (RecTrib + RecTransf) \quad (27)$$

Em que:

$x_1$  = dotação orçamentária relativa a Secretaria de Saúde;

RecTrib = receita tributária;

RecTransf = receita de transferências.

4ª Restrição: Considerando o art. 14 da Lei Municipal nº 4.372, de 29 de julho de 2014, acrescentadas das Emendas Constitucionais nº 58/2009 e nº 25/2000, do art. 29-A, I, da Constituição Federal, o orçamento distribuído para a Câmara Municipal não poderá ultrapassar a 7% da receita tributária e das transferências previstas no § 5º, do artigo 153 e nos artigos nº 158 e 159 da Constituição Federal, para municípios de até cem mil habitantes, como no caso do município de estudo.

$$x_3 \leq 0,07 * (RecTrib + RecTransf) \quad (28)$$

Em que:

$x_3$  = dotação orçamentária relativa a Câmara Municipal;

RecTrib = receita tributária;

RecTransf = receita de transferências.

5ª Restrição: Para que nenhuma secretaria fique sem o mínimo de recursos para seu funcionamento, foi estipulado que o percentual mínimo de valor destinado a cada secretaria, calculado sobre o orçamento total da LDO, seria o menor percentual aplicado àquela secretaria em anos anteriores, calculado sobre orçamento total da respectiva LDO. Optou-se por avaliar os dois últimos anos, pois existem secretarias criadas recentemente que não possuem histórico mais longo.

Na Tabela 31 pode-se observar qual a percentagem mínima para cada secretaria, de acordo com o valor estipulado na LDO dos anos de 2014 e 2015.

**Tabela 31 - Percentagem de cada secretaria em relação ao valor total dos anos 2014 e 2015**

Secretaria	2014 (R\$)	% 2014	2015 (R\$)	% 2015
Saúde	74.140.256,35	37,62%	83.213.130,00	32,01%
Educação e Cultura	44.716.119,80	22,69%	58.723.905,74	22,59%
Administração e Finanças	11.591.253,22	5,88%	26.794.620,00	10,31%
Obras e Serviços Públicos	26.443.403,91	13,42%	24.649.400,00	9,48%
Ação Social e Cidadania	6.084.730,50	3,09%	12.750.100,00	4,90%
Meio Ambiente	7.014.980,90	3,56%	11.247.890,00	4,33%
Agricultura	4.204.059,84	2,13%	9.938.300,00	3,82%
Desenvolvimento Econômico	4.284.061,40	2,17%	8.447.270,00	3,25%
Câmara Municipal	6.100.000,00	3,09%	6.395.000,00	2,46%
Esporte, Lazer, Juventude e Idoso	3.555.243,11	1,80%	6.316.400,00	2,43%
Governo Municipal	2.429.948,88	1,23%	3.801.344,26	1,46%
Ciência, Tecnologia e Inovação	2.912.135,99	1,48%	2.869.100,00	1,10%
Planejamento Urbano	2.805.667,07	1,42%	2.643.340,00	1,02%
Administração distrital	80.000,00	0,04%	1.130.000,00	0,43%
Procuradoria	738.139,03	0,37%	1.080.200,00	0,42%
Total	197.100.000,00	100%	260.000.000,00	100%

Como cada uma das 15 secretarias possui uma percentagem mínima de destinação de recursos diferente, foi construída uma restrição para cada secretaria, conforme equação abaixo:

$$\sum_{j=1}^{15} x_j \geq b_j * RecTotal$$

(29)

Em que:

$b_j$  = menor percentual aplicado à secretaria entre os últimos dois anos, calculado sobre o orçamento total da respectiva LDO.

RecTotal = Receita Total, estimada pela LDO.

Com o objetivo de tornar o modelo mais flexível para o gestor, permitindo que ele possa investir menos em cada secretaria, foram construídas alternativas para a restrição 5 (equação 29), subtraindo do valor de  $b_j$  3% (equação 30), 10% (equação 31) e 20% (equação 32), da seguinte forma:

$$\sum_{j=1}^{15} x_j \geq b_j - 3\% * b_j$$

(30)

$$\sum_{j=1}^{15} x_j \geq b_j - 10\% * b_j$$

(31)

$$\sum_{j=1}^{15} x_j \geq b_j - 20\% * b_j$$

(32)

6ª Restrição: Como última restrição, foi estabelecido que nenhuma das áreas atendidas pela Administração Municipal pode ficar com alocação de recursos negativos, conforme equação (33).

$$x_1; x_2; x_3; \dots; x_{15} \geq 0$$

(33)

#### 4.3.2 Otimização

Para proceder com a aplicação do modelo proposto, foram consideradas as receitas e despesas estipuladas por meio da LDO do ano de 2015, no município em estudo. Os cálculos foram realizados com o auxílio do suplemento “*Solver*”, do *Microsoft Excel*.

A primeira otimização considerou a equação 29, da restrição 5, ou seja, o menor percentual aplicado àquela secretaria em anos anteriores, calculado sobre orçamento total da respectiva LDO. O valor a ser distribuído para cada secretaria ficou de acordo com a Tabela 32.

**Tabela 32 - Otimização da Função Objetivo**

	Secretaria	Peso	Variável	Valor (R\$)
$x_1$	Saúde	0,2527529	443.152.150,89	112.008.000,00
$x_2$	Educação e Cultura	0,2221370	264.404.450,14	58.734.000,00
$x_3$	Administração e Finanças	0,1236758	123.613.543,87	15.288.000,00
$x_4$	Engenharia, Obras e Serviços Públicos	0,1236758	199.295.305,43	24.648.000,00
$x_5$	Ação Social e Cidadania	0,0551743	145.611.356,86	8.034.000,00
$x_6$	Meio Ambiente	0,0551743	167.759.362,60	9.256.000,00
$x_7$	Agricultura	0,0454753	121.780.505,75	5.538.000,00
$x_8$	Desenvolvimento Econômico	0,0375499	150.253.376,21	5.642.000,00
$x_9$	Câmara Municipal	0,0305015	209.694.752,50	6.396.000,00
$x_{10}$	Esporte Lazer, Juventude e Idoso	0,0195297	239.635.358,84	4.680.000,00
$x_{11}$	Governo Municipal	0,0129336	247.263.679,34	3.198.000,00
$x_{12}$	Ciência e Tecnologia e Inovação	0,0071512	399.931.742,77	2.860.000,00
$x_{13}$	Planejamento Urbano	0,0137863	192.364.740,44	2.652.000,00
$x_{14}$	Administração Distrital	0,0002910	357.446.677,62	104.000,00
$x_{15}$	Procuradoria	0,0001917	5.018.461.858,61	962.000,00

A segunda otimização considerou a equação 30, da restrição 5, ou seja, menor percentual aplicado àquela secretaria em anos anteriores, calculado sobre orçamento total da respectiva LDO, subtraindo deste 3%. O valor a ser distribuído para cada secretaria ficou de acordo com a Tabela 33.

**Tabela 33 - Otimização da Função Objetivo considerando a equação 30 na restrição 5**

	Secretaria	Peso	Variável	Valor (R\$)
$x_1$	Saúde	0,2527529	443.152.150,89	112.008.000,00
$x_2$	Educação e Cultura	0,2221370	264.404.450,14	58.734.000,00
$x_3$	Administração e Finanças	0,1236758	123.613.543,87	15.288.000,00
$x_4$	Engenharia, Obras e Serviços Públicos	0,1236758	199.295.305,43	24.648.000,00
$x_5$	Ação Social e Cidadania	0,0551743	145.611.356,86	8.034.000,00
$x_6$	Meio Ambiente	0,0551743	167.759.362,60	9.256.000,00
$x_7$	Agricultura	0,0454753	121.780.505,75	5.538.000,00
$x_8$	Desenvolvimento Econômico	0,0375499	150.253.376,21	5.642.000,00
$x_9$	Câmara Municipal	0,0305015	209.694.752,50	6.396.000,00
$x_{10}$	Esporte Lazer, Juventude e Idoso	0,0195297	239.635.358,84	4.680.000,00
$x_{11}$	Governo Municipal	0,0129336	247.263.679,34	3.198.000,00

Secretaria	Peso	Variável	Valor (R\$)
$x_{12}$ Ciência e Tecnologia e Inovação	0,0071512	399.931.742,77	2.860.000,00
$x_{13}$ Planejamento Urbano	0,0137863	192.364.740,44	2.652.000,00
$x_{14}$ Administração Distrital	0,0002910	357.446.677,62	104.000,00
$x_{15}$ Procuradoria	0,0001917	5.018.461.858,61	962.000,00

A terceira otimização considerou a equação 31, da restrição 5, ou seja, menor percentual aplicado àquela secretaria em anos anteriores, calculado sobre orçamento total da respectiva LDO, subtraindo deste 10%. O valor a ser distribuído para cada secretaria ficou de acordo com Tabela 34.

**Tabela 34 - Otimização da Função Objetivo considerando a equação 31 na restrição 5**

Secretaria	Peso	Variável	Valor (R\$)
$x_1$ Saúde	0,2527529	499.873.855,37	126.344.576,42
$x_2$ Educação e Cultura	0,2221370	240.046.610,34	53.323.223,59
$x_3$ Administração e Finanças	0,1236758	111.252.189,49	13.759.200,00
$x_4$ Engenharia, Obras e Serviços Públicos	0,1236758	179.365.774,89	22.183.200,00
$x_E$ Ação Social e Cidadania	0,0551743	131.050.221,18	7.230.600,00
$x_E$ Meio Ambiente	0,0551743	150.983.426,34	8.330.400,00
$x_7$ Agricultura	0,0454753	109.602.455,17	4.984.200,00
$x_E$ Desenvolvimento Econômico	0,0375499	135.228.038,59	5.077.800,00
$x_9$ Câmara Municipal	0,0305015	188.725.277,25	5.756.400,00
$x_{10}$ Esporte Lazer, Juventude e Idoso	0,0195297	215.671.822,95	4.212.000,00
$x_{11}$ Governo Municipal	0,0129336	222.537.311,41	2.878.200,00
$x_{12}$ Ciência e Tecnologia e Inovação	0,0071512	359.938.568,50	2.574.000,00
$x_{13}$ Planejamento Urbano	0,0137863	173.128.266,40	2.386.800,00
$x_{14}$ Administração Distrital	0,0002910	321.702.009,86	93.600,00
$x_{15}$ Procuradoria	0,0001917	4.516.615.672,75	865.800,00

A quarta otimização considerou a equação 32, da restrição 5, ou seja, menor percentual aplicado àquela secretaria em anos anteriores, calculado sobre orçamento total da respectiva LDO, subtraindo deste 20%. O valor a ser distribuído para cada secretaria ficou de acordo com a Tabela 35.



**Tabela 35 - Otimização da Função Objetivo considerando a equação 32 na restrição 5**

Secretaria	Peso	Variável	Valor (R\$)
$x_1$ Saúde	0,2527529	535188185,31	135.270.376,42
$x_2$ Educação e Cultura	0,2221370	240046610,34	53.323.223,59
$x_3$ Administração e Finanças	0,1236758	98890835,10	12.230.400,00
$x_4$ Engenharia, Obras e Serviços Públicos	0,1236758	159436244,34	19.718.400,00
$x_5$ Ação Social e Cidadania	0,0551743	116489085,49	6.427.200,00
$x_6$ Meio Ambiente	0,0551743	134207490,08	7.404.800,00
$x_7$ Agricultura	0,0454753	97424404,60	4.430.400,00
$x_8$ Desenvolvimento Econômico	0,0375499	120202700,97	4.513.600,00
$x_9$ Câmara Municipal	0,0305015	167755802,00	5.116.800,00
$x_{10}$ Esporte Lazer, Juventude e Idoso	0,0195297	191708287,07	3.744.000,00
$x_{11}$ Governo Municipal	0,0129336	197810943,48	2.558.400,00
$x_{12}$ Ciência e Tecnologia e Inovação	0,0071512	319945394,22	2.288.000,00
$x_{13}$ Planejamento Urbano	0,0137863	153891792,36	2.121.600,00
$x_{14}$ Administração Distrital	0,0002910	285957342,10	83.200,00
$x_{15}$ Procuradoria	0,0001917	4014769486,89	769.600,00

Na quinta otimização, utilizou-se o valor da distribuição total, previsto por meio da construção de séries temporais (item 4.1). O procedimento teve como objetivo prever os valores futuros da Prefeitura, sendo que os dados incluíram 13 períodos de tempo. Um modelo de tendência quadrática foi selecionado, pois esse modelo assume que a melhor previsão para dados futuros é dada pelo ajuste da curva de regressão quadrática a todos os dados anteriores. A Tabela 36 demonstra os dados obtidos por meio do modelo de tendência quadrática =  $6.480.290.000.000 + (-6.465.880.000 t) + (1.612.890 t^2)$ .

**Tabela 36 - Dados ajustados para o valor total das LDO's dos anos de 2003 a 2016 (R\$)**

Arrecadação	Valor real	Valor ajuste
2003	61.790.001,55	61.556.010,00
2004	64.915.550,00	58.526.240,00
2005	71.407.105,00	58.722.250,00
2006	72.738.785,00	62.144.040,00
2007	77.555.482,00	68.791.610,00
2008	81.861.000,00	78.664.960,00
2009	90.922.535,00	91.764.090,00
2010	122.387.285,00	108.089.000,00
2011	138.837.231,00	127.639.690,00
2012	154.500.350,00	150.416.160,00

Arrecadação	Valor real	Valor ajuste
2013	176.455.000,00	176.418.410,00
2014	197.100.000,00	205.646.440,00
2015	260.000.000,00	238.100.250,00
2016		273.779.840,00

A Tabela 37 demonstra a otimização utilizando a aplicação de séries temporais. Essa ferramenta pode ajudar o gestor municipal a fazer uma previsão de quanto deverá investir em cada secretaria, considerando o quanto irá dispor de recursos segundo a previsão.

**Tabela 37 - Otimização a partir da aplicação de séries temporais**

Secretaria	Peso	Variável	Valor (R\$)
$x_1$ Saúde	0,2527529	464.934.510,83	117.513.555,07
$x_2$ Educação e Cultura	0,2221370	277.400.783,10	61.620.965,86
$x_3$ Administração e Finanças	0,1236758	129.689.548,92	16.039.454,59
$x_4$ Engenharia, Obras e Serviços Públicos	0,1236758	209.091.313,57	25.859.528,83
$x_5$ Ação Social e Cidadania	0,0551743	152.768.625,49	8.428.897,06
$x_6$ Meio Ambiente	0,0551743	176.005.277,26	9.710.962,30
$x_7$ Agricultura	0,0454753	127.766.411,05	5.810.210,59
$x_8$ Desenvolvimento Econômico	0,0375499	157.638.815,09	5.919.322,53
$x_9$ Câmara Municipal	0,0305015	220.001.927,06	6.710.384,06
$x_{10}$ Esporte Lazer, Juventude e Idoso	0,0195297	251.414.210,93	4.910.037,12
$x_{11}$ Governo Municipal	0,0129336	259.417.488,04	3.355.192,03
$x_{12}$ Ciência e Tecnologia e Inovação	0,0071512	419.589.680,02	3.000.578,24
$x_{13}$ Planejamento Urbano	0,0137863	201.820.088,92	2.782.354,37
$x_{14}$ Administração Distrital	0,0002910	375.016.336,65	109.111,94
$x_{15}$ Procuradoria	0,0001917	5.265.135.472,45	1.009.285,41

A Tabela 38 compara o valor real distribuído pela LDO de 2015 do município em estudo, com o valor obtido pela otimização, considerando a equação 30, a equação 31 e a equação 32 da restrição 5, ou seja, menor percentual aplicado àquela secretaria em anos anteriores, calculado sobre orçamento total da respectiva LDO, subtraindo 3%, 10% e 20%, respectivamente.

**Tabela 38 - Comparação do valor real distribuído, com a otimização; otimização equação 30, otimização equação 31 e otimização equação 32 na restrição 5 (R\$)**

Secretaria	Valor Real	Otimização	Valor -3%	Valor -10 %	Valor -20%
x <sub>1</sub> Saúde	832.13.130,00	112.008.000,00	112.008.000,00	126.344.576,42	135.270.376,42
x <sub>2</sub> Educação e Cultura	587.23.905,74	587.34.000,00	58.734.000,00	53.323.223,59	53.323.223,59
x <sub>3</sub> Administração e Finanças	267.94.620,00	152.88.000,00	15.288.000,00	13.759.200,00	12.230.400,00
x <sub>4</sub> Engenharia, Obras e Serviços Públicos	246.49.400,00	246.48.000,00	24.648.000,00	22.183.200,00	19.718.400,00
x <sub>5</sub> Ação Social e Cidadania	127.50.100,00	80.34.000,00	8.034.000,00	7.230.600,00	6.427.200,00
x <sub>6</sub> Meio Ambiente	112.47.890,00	92.56.000,00	9.256.000,00	8.330.400,00	7.404.800,00
x <sub>7</sub> Agricultura	99.38.300,00	55.38.000,00	5.538.000,00	4.984.200,00	4.430.400,00
x <sub>8</sub> Desenvolvimento Econômico	84.47.270,00	56.42.000,00	5.642.000,00	5.077.800,00	4.513600,00
x <sub>9</sub> Câmara Municipal	63.95.000,00	63.96.000,00	6.396.000,00	5.756.400,00	5.116800,00
x <sub>10</sub> Esporte Lazer, Juventude e Idoso	63.16.400,00	46.80.000,00	4.680.000,00	4.212.000,00	37.44.000,00
x <sub>11</sub> Governo Municipal	38.01.344,26	31.98.000,00	3.198.000,00	2.878.200,00	25.58.400,00
x <sub>12</sub> Ciência e Tecnologia e Inovação	28.69.100,00	28.60.000,00	2.860.000,00	2.574.000,00	22.88.000,00
x <sub>13</sub> Planejamento Urbano	26.43.340,00	26.52.000,00	2.652.000,00	2.386.800,00	2.121.600,00
x <sub>14</sub> Administração Distrital	11.30.000,00	1.04.000,00	104.000,00	93.600,00	83.200,00
x <sub>15</sub> Procuradoria	10.80.200,00	9.62.000,00	962.000,00	865.800,00	769.600,00
<b>Total</b>	<b>260.000.000, 00</b>	<b>260.000.000,00</b>	<b>260.000.000,00</b>	<b>260.000.000,00</b>	<b>260.000.000,00</b>

A Tabela 39 compara a diferença percentual dos resultados obtidos com a otimização e o valor real aplicado na LDO do município em estudo.

**Tabela 39 - Diferença percentual do valor real distribuído na LDO 2015 e o valor obtido na otimização**

	Secretaria	Valor Real 2015 (R\$)	Otimização (R\$)	Diferença em %
$x_1$	Saúde	83.213.130,00	112.008.000,00	34,60%
$x_2$	Educação e Cultura	58.723.905,74	58.734.000,00	0,02%
$x_3$	Administração e Finanças	26.794.620,00	15.288.000,00	-42,94%
$x_4$	Engenharia, Obras e Serviços Públicos	24.649.400,00	24.648.000,00	-0,01%
$x_5$	Ação Social e Cidadania	12.750.100,00	8.034.000,00	-36,99%
$x_6$	Meio Ambiente	11.247.890,00	9.256.000,00	-17,71%
$x_7$	Agricultura	9.938.300,00	5.538.000,00	-44,28%
$x_8$	Desenvolvimento Econômico	8.447.270,00	5.642.000,00	-33,21%
$x_9$	Câmara Municipal	6.395.000,00	6.396.000,00	0,02%
$x_{10}$	Esporte Lazer, Juventude e Idoso	6.316.400,00	4.680.000,00	-25,91%
$x_{11}$	Governo Municipal	3.801.344,26	3.198.000,00	-15,87%
$x_{12}$	Ciência e Tecnologia e Inovação	2.869.100,00	2.860.000,00	-0,32%
$x_{13}$	Planejamento Urbano	2.643.340,00	2.652.000,00	0,33%
$x_{14}$	Administração Distrital	1.130.000,00	104.000,00	-90,80%
$x_{15}$	Procuradoria	1.080.200,00	962.000,00	-10,94%
	Total	260.000.000,00	260.000.000,00	0,00%

A diferença em um terço das secretarias ficou abaixo de 1% (Planejamento Urbano; Ciência, Tecnologia e Inovação; Câmara Municipal; Engenharia, Obras e Serviços Públicos; Educação e Cultura). Apenas uma secretaria teve diferença acima de 45% (Administração Distrital), sendo que esta teve uma distribuição atípica de acordo com o histórico, podendo representar um investimento maior naquela secretaria, no ano de 2015 especificamente. As demais secretarias tiveram uma variabilidade entre 10 e 45% (Procuradoria; Governo Municipal; Esporte, Lazer, Juventude e Idoso; Ação Social e Cidadania; Meio Ambiente; Agricultura; Desenvolvimento Econômico; Administração e Finanças; Saúde).

Comparando os valores da Tabela 39 com os da Tabela 40 é possível observar que, apesar de existirem diferenças entre os valores e a otimização, à medida que se deixa o orçamento mais flexível, essas diferenças aumentam, ou

seja, o modelo proposto conseguiu chegar mais próximo da opinião real do gestor municipal.

**Tabela 40 - Diferença percentual entre a distribuição real da LDO 2015 e a otimização mais flexível – equação 32 da restrição 5**

	Secretaria	Valor Real 2015 (R\$)	Otimização (-20%) (R\$)	Diferença em %
$x_1$	Saúde	83.213.130,00	13.5270.376, 42	62,56%
$x_2$	Educação e Cultura	58.723.905,74	53.323.223,59	-9,20%
$x_3$	Administração e Finanças	26.794.620,00	12.230.400,00	-54,36%
$x_4$	Engenharia, Obras e Serviços Públicos	24.649.400,00	19.718.400,00	-20,00%
$x_5$	Ação Social e Cidadania	12.750.100,00	6.427.200,00	-49,59%
$x_6$	Meio Ambiente	11.247.890,00	7.404.800,00	-34,17%
$x_7$	Agricultura	9.938.300,00	4.430.400,00	-55,42%
$x_8$	Desenvolvimento Econômico	8.447.270,00	4.513.600,00	-46,57%
$x_9$	Câmara Municipal	6.395.000,00	5.116.800,00	-19,99%
$x_{10}$	Esporte Lazer, Juventude e Idoso	6.316.400,00	3.744.000,00	-40,73%
$x_{11}$	Governo Municipal	3.801.344,26	2.558.400,00	-32,70%
$x_{12}$	Ciência e Tecnologia e Inovação	2.869.100,00	2.288.000,00	-20,25%
$x_{13}$	Planejamento Urbano	2.643.340,00	2.121.600,00	-19,74%
$x_{14}$	Administração Distrital	1.130.000,00	83.200,00	-92,64%
$x_{15}$	Procuradoria	1.080.200,00	769.600,00	-28,75%
	Total	260.000.000,00	260.000.000,00	0,00%

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação atendeu o disposto no seu objetivo geral e, desenvolveu um modelo de otimização das contas públicas para o suporte da tomada de decisão do gestor municipal, tendo se baseado na Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) como fonte de informação, utilizando de análise multicritério, séries temporais e programação linear.

Na pesquisa, foram levantados os dados e informações relevantes da LDO para a construção de históricos, que foram ajustados em séries temporais, utilizando os dados de distribuição e arrecadação dos anos de 2003 a 2015.

Os resultados para o presente trabalho estiveram ligados a uma melhoria no processo de decisão sobre a aplicação dos recursos públicos do orçamento municipal anual. O modelo proposto visou encontrar as funções características em cada etapa do processo, de maneira a direcionar o que o município vem adotando como importante, nos últimos 13 anos, por meio da representação pelas séries temporais. As séries temporais também se mostraram importantes para uma previsão de quanto terá disponível para aplicação, ajudando o gestor a melhor direcionar os gastos com base no valor que cada secretaria possivelmente precisará de aplicação.

Nessa etapa, primeiramente, foi escolhido o modelo para o ajuste da série temporal, conforme o intervalo e característica de cada função de governo. Depois, foram realizados cinco ensaios nos resíduos para determinar se cada um dos modelos era adequado para os dados. Ainda, foram comparados os resultados de modelos de montagem diferentes para os dados. Escolhido o modelo, foi prevista a distribuição dos recursos, para os 3 anos seguintes, conforme a tendência dos dados. A Procuradoria, a Secretaria de Planejamento Urbano, a Secretaria de Esporte, Lazer, Juventude e Idoso, e a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação, são secretarias novas na estrutura organizacional da Prefeitura em estudo, e não possuem dados históricos suficientes para o ajuste de séries temporais.

Após, visou-se saber quais as opiniões (preferências) do gestor municipal quanto à aplicabilidade dos recursos utilizando o método multicritério UTASTAR. Por meio dessa ferramenta, pôde-se medir o peso de cada secretaria segundo a opinião do gestor nos últimos três anos.

Na construção do método UTASTAR foram definidos os critérios e os pesos para serem utilizados na aplicação da otimização. Foi analisado também, como seria o desempenho na alocação dos recursos nos setores da gestão municipal.

Para o UTASTAR, inicialmente foram ordenadas as alternativas como sendo cada função ou secretaria que compõe a distribuição de recursos na LDO do município em estudo. Decidida a ordenação das 15 funções, foram definidos os critérios com o objetivo de saber a opinião do gestor. Os três últimos anos foram elencadas, sendo depois separados em intervalos iguais, calculada a interpolação linear dos 3 critérios, as utilidades marginais, a diferença dos pares e a programação linear, introdução dos erros e finalmente a utilidade de cada secretaria.

A Secretaria de Saúde ficou com a maior utilidade com o valor de 0,999607 e a Procuradoria com a menor no valor de 0,000758. Essas utilidades foram transformadas em pesos para inserção na otimização final.

Ainda, o modelo apresentou uma proposta de aplicação dos recursos constantes na LDO, de maneira prática, viável e que atende o previsto na legislação brasileira, em uma equação matemática que levou em consideração os aspectos intrínsecos e importantes que devem ser considerados por uma gestão municipal de excelência.

Uma comparação foi feita entre o método e o valor real, onde foi verificado que o método é próximo do valor real e, quanto maior a variação no método, maior torna-se a diferença. Um terço das secretarias obteve diferença menor que 10% de do valor real para o valor do modelo, sendo que as que apresentaram maior percentual de diferença foram as que tiveram distribuição de recursos de forma atípica em 2015.

Alguns fatores foram limitantes ao trabalho, como, por exemplo, a falta de informação sobre a destinação dos recursos, ou mesmo, a demora em se obter essas informações. Também, houve a dificuldade em relacionar os dados que são considerados nos índices e indicadores com as secretarias do município, fator que foi determinante para a não consideração dos próprios no modelo proposto. Outro fator dificultoso foi a falta da pesquisa com os gestores, visto que se torna inviável

em pouco tempo, agendamento com os 15 secretários. Por último, a não existência de regulamentação e aplicação da Lei Municipal nº 1698, de 23 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a participação popular na elaboração da Lei de Diretrizes Orçamentárias.

Para trabalhos futuros, sugere-se considerar os índices e indicadores como critérios no método UTASTAR, a fim de identificar quais são as áreas que mais necessitam de investimento, segundo os parâmetros de comparação entre municípios. Sugere-se ainda a inclusão do orçamento participativo no processo multicritério, de modo que a opinião da população seja considerada na distribuição dos recursos.



## REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v. 19, p. 716 - 723, 1974.

AKANBI, O. A. Macroeconomic effects of fiscal policy changes: A case of South Africa. **Economic Modeling**, v. 35, p. 771 - 785, 2013.

ALMEIDA, A. T. **O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão**. 2. ed. Recife: Editora Universitária, 2011.

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações**: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas, 2013.

ALMEIDA, M. R. **Modelo multicritério para classificação de demandas do orçamento participativo: o caso da prefeitura de Campina Grande**. Universidade federal de Pernambuco – Programa de pós-graduação em engenharia de produção. Recife, p. 67 f. 2012.

ALVES, M. V. C.; BAX, M. P. **Da necessidade e viabilidade da adoção do padrão LOD pelo Congresso Nacional**: um estudo no contexto do orçamento público. 1. ed. João Pessoa: Informação & Sociedade, v. 24, 2014. 73 - 94 p.

ANDRADE, E. DE O.; GOUVEIA, V. V.; D'ÁVILA, R. L.; CARNEIRO, M. B.; MASSUD, M.; GALLO, J. H. Índice de Desenvolvimento em Saúde: conceituação e reflexões sobre sua necessidade. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 58, p. 413 - 421, 2012.

ANDRADE, M. M. D. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

ARAÚJO, A. N. S. M. D. A Abordagem Multicritério na Avaliação da Qualidade da Gestão Pública no Setor Saneamento: uma experiência aplicada, 2011. Disponível em: <[http://www.orcamentofederal.gov.br/educacao-orcamentaria/premio-sof-de-monografias/IV\\_Premio\\_SOF/Tema\\_1\\_3\\_Lugar.pdf](http://www.orcamentofederal.gov.br/educacao-orcamentaria/premio-sof-de-monografias/IV_Premio_SOF/Tema_1_3_Lugar.pdf)>. Acesso em: 11 outubro 2015.

ARISTOVNIK, A.; SELJAK, J.; MENCINGER, J. Performance measurement of police forces at the local level: A non-parametric mathematical programming approach. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 4, p. 1647 - 1653, 2014.

ARVATE, P. R.; BIDERMAN, C. **Economia do setor público no Brasil**. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

AZIZ, R. W. A.; TAWIL, N. M.; SHUIB, A.; NAWAWI, A. H. M. A conceptual overview on quantitative models in higher education's budget planning. **International Business Management**, v. 6, n. 5, p. 568 - 575, 2012.

BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. MACBETH — An Interactive Path Towards the Construction of Cardinal Value Functions. **International Transactions in Operational Research**, v. 1, n. 4, p. 489 - 500, Outubro 1994.

BARRICO, C. M. C. S. Introdução à programação linear, 2015. Disponível em: <<http://www.di.ubi.pt/~cbarrico/Disciplinas/InvestigacaoOperacional/Downloads/Capitulo2.pdf>>. Acesso em: 12 outubro 2015.

BAUDUCCO, S.; CAPRIOLI, F. Optimal fiscal policy in a small open economy with limited commitment. **Journal of International Economics**, n. 93, p. 302 - 315, 2014.

BERCINI, L. O.; TOMANIK, E. A. **Na teoria e na vida: saúde, ambiente e representações sociais**. Maringá: UDUEM, 2009.

BERTHO JUNIOR, R. **Programação linear com controle de risco para o planejamento da operação do SIN**. Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 116 f. 2013.

BERTOLO, L. A. Professor Bertolo, 22 Agosto 2015. Disponível em: <<http://www.bertolo.pro.br/MetodosQuantitativos/Previsao/pmc41.htm>>.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Modelling and Simulation - Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241 - 264, 2002.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p. Disponível em: <[http://www.senado.gov.br/atividade/const/con1988/CON1988\\_05.10.1988/ind.asp](http://www.senado.gov.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988/ind.asp)>.

\_\_\_\_\_. Melhoria da gestão pública por meio da definição de um guia referencial para medição do desempenho da gestão e controle para o gerenciamento dos indicadores de eficiência, eficácia e de resultados do programa nacional de gestão pública e desburocratização, 2009. Disponível em:  
<[http://www.gespublica.gov.br/biblioteca/pasta.2010-12-08.2954571235/Guia%20-%20Indicadores%20\(versao%20preliminar%20Dez%2009\).pdf](http://www.gespublica.gov.br/biblioteca/pasta.2010-12-08.2954571235/Guia%20-%20Indicadores%20(versao%20preliminar%20Dez%2009).pdf)>. Acesso em: 12 outubro 2015.

\_\_\_\_\_. Cartilha gestão fiscal responsável. Disponível em:  
<<http://www.fazenda.gov.br/arquivos-economia-servicos/gestao-fiscal-responsavel-cartilha/view>>. Acesso em: 2015.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**. Disponível em:  
<<http://www.ipea.gov.br/portal/>>. Acesso em: Junho 2015.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Tesouro Nacional. Portaria nº 42 de 14 de abril de 1999. Atualiza a discriminação da despesa por funções de que tratam o inciso I do § 1º do art. 2º e § 2º do art. 8º, ambos da Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964, estabelece os conceitos de função, subfunção, programa, projeto, atividade, operações especiais, e dá outras providências. Disponível em:  
<<http://www3.tesouro.gov.br/legislacao/download/contabilidade/portaria42.pdf>>. Acesso em: 17 de março de 2016.

\_\_\_\_\_. Lei nº 4320, de 17 de março de 1964. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4320.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4320.htm)>. Acesso em: 16 de março de 2016.

\_\_\_\_\_. Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del0200.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0200.htm)>. Acesso em: 17 de março de 2016.

\_\_\_\_\_. Lei Complementar nº 101, de 04 de maio de 2000. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. Disponível em:  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LCP/Lcp101.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp101.htm). Acesso em: 17 de fevereiro de 2016.

BRETTTHAUER, K. M.; CÔTÉ, M. J. A model for planning resource requirements in health care organizations. **Decision Sciences**, v. 29, n. 1, p. 243 - 268, dezembro 1998.

BROCKWELL, P. J.; DAVIS, R. A. **Introduction to time series and forecasting**. 2. ed. Nova Iorque: Springer, 2002.

BUFFA, F. P. A zero-base budgeting process with goal programming feedback. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 8, n. 2, p. 93 - 108, 1983.

CABRAL, M. L. **Avaliação de Melhorias em Processos de Software Durante a Execução de um Projeto**. - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 194 f. 2012.

CABRAL, V. M. N. **A programação linear como ferramenta estratégica para otimização de orçamentos públicos**. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 100 f. 2005.

CÂMARA, P. H. S. **O papel do TCE-PE na qualidade da gestão dos recursos públicos: uma análise dos municípios pernambucanos**. Gestão Pública, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 160 f. 2006.

CARLOS, F. A.; LOPES, J. E. DE G.; RIBEIRO FILHO, J. F.; PEDERNEIRAS, M. M. M.; MACÊDO, J. M. A.; AMARO, R. G. Uma discussão sobre a criação de indicadores de transparência na gestão pública federal como suporte ao ciclo da política pública. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 1, 2008.

CARVALHO, E. D. Decisão na administração pública. **Sociologia, problemas e práticas**, n. 73, p. 131 - 148, 2013.

CAVALLIERI, F.; LOPES, G. P. Índice de Desenvolvimento Social – comparando as realidades microurbanas da cidade do Rio de Janeiro. **Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Instituto Municipal de urbanismo Pereira Passos, Diretoria de Informações Geográficas**, 2008. Disponível em:  
<[http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download/2394\\_%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Social\\_IDS.pdf](http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download/2394_%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Social_IDS.pdf)>. Acesso em: 12 outubro 2015.

CERVO, A. L. **Metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

CHAVES, M. C. DE C.; GOMES JÚNIOR, S. F.; PEREIRA, E. R.; DE MELLO, J. C. B. S. Utilização do Método ELECTRE II para avaliação de pilotos no campeonato de Fórmula 1. **Produção**, v. 20, n. 1, p. 102 - 113, 2010.

CHEN, R.; WANG, X.; MENG, X.; HUA, J.; ZHOU, Z.; CHEN, B.; KAN, H. Communicating air pollution-related health risks to the public: an application of the air quality health index in Shanghai, China. **Environment International**, v. 51, p. 68 - 173, 2013.

CHEN, S. I.; NORMAN, B.A.; RAJGOPAL, J.; HYPERLINK  
["http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=35221033400&eid=2-s2.0-84899877891"](http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=35221033400&eid=2-s2.0-84899877891) \o "Show Author Details" ASSI, T.M. ; HYPERLINK  
["http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=35272935100&eid=2-s2.0-84899877891"](http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=35272935100&eid=2-s2.0-84899877891) \o "Show Author Details" LEE, B.Y. ; HYPERLINK  
["http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7501416705&eid=2-s2.0-84899877891"](http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7501416705&eid=2-s2.0-84899877891) \o "Show Author Details" BROWN, S.T. A. A planning model for the WHO-EPI vaccine distribution network in developing countries. **IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)**, v. 46, n. 8, p. 853 - 865, 2014.

CHIAVENATO, I. **Administração dos Novos Tempos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

CHUNG, K. H.; TCHA, D. W. A fuzzy set-theoretic method for public facility location. **European Journal of Operational Research**, v. 58, n. 1, p. 90 - 98, 1992.

COSTA, G. P. D. **Heranças patrimonialistas, (dis)funções burocráticas, práticas gerenciais e os novos arranjos do Estado em rede: Entendendo a configuração atual da administração pública brasileira**. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, p. 253 f. 2012.

CRUZ, C. F. D. **Responsabilidade na gestão fiscal: um estudo em grandes municípios com base nos pilares da Lei de Responsabilidade Fiscal no período de 2010-2013**. Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 301 f. 2015.

CRUZ, N. F.; MARQUES, R. The challenges of designing municipal governance indicators. **Public Money and Management**, n. 33, p. 209 - 212, 2013.

CRUZ, V.; MARQUES, R. C. Revisiting the determinants of local government performance. **Omega**, n. 44, p. 91 - 103, 2014.

DAL BELLO, L. H. A. Modelagem em experimentos mistura-processo para otimização de processos industriais. **Tese - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Departamento de Engenharia Industrial**, Rio de Janeiro, 2010. 155 f.

DALEHITE, E. G. Determinants of Performance Measurement: An Investigation into the Decision to Conduct Citizen Surveys. **Public Administration Review**, 2008. 891 - 907.

DIAKOULAKI, D.; ZOPOUNIDIS, C.; MAVROTAS, G.; DOUMPOS, M. The use of a preference disaggregation method in energy analysis and policy making. **Energy: The International Journal**, 1999. 157 - 166.

DIMENSTEIN, G. **O cidadão de papel: a infância, a adolescência e os direitos humanos no Brasil**. 22. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DOERNER, K. F.; GUTJAHR, W. J.; NOLZ, P. C. Multi-criteria location planning for public facilities in tsunami-prone coastal areas, v. 31, n. 3, p. 651 - 678, 2009.

EDWARDS, W.; BARRON, F. H. SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, n. 60, p. 306 - 325 , 1994.

FACHIN, O. **Fundamentos da metodologia**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

FAVARETO, A.; DEMARCO, D.; BRANCHER, P. **Indicadores Analíticos de Desenvolvimento Territorial – bases teóricas, metodologia e resultados iniciais**. São Paulo, p. 75 f. 2005.

FIGUEIRA, J. R.; GREGO, S.; ROY, B. ELECTRE methods with interaction between criteria: an extension of the concordance index. **European Journal of Operational Research**, v. 199, p. 478 - 495, 2009.

FIRJAN. Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal. **Sistema Firjan**, 2014. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/ifdm/>>. Acesso em: 11 outubro 2015.

FITZGERALD, M. R.; DURANT, R. F. Citizen Evaluations and Urban Management: Service Delivery in an Era of Protest. **Public Administration Review**, v. 6, n. 40, p. 585 -594, 1980.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. UAB/UFRGS; SEAD/UFRGS. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2009.

GIAMBIAGI, F.; PORTO, C. **2022 – Propostas para um Brasil melhor no ano do bicentenário**. Rio de Janeiro: Campus, 2011.

GOMEZ, J.; INSUA, D. R.; LAVIN, J. M.; ALFARO C. On deciding how to decide: Designing participatory budget processes. **European Journal of Operational Research**, n. 229, p. 743 - 750, 2013.

GONZÁLEZ-ARAYA, M. C.; RANGEL, L. A. D.; LINS, M. P. E.; GOMES, L. F. A. M. Building the additive utility functions for CAD-UFRJ evaluation staff criteria. **Annals of Operations Research**, n. 116, p. 271 - 288, 2002.

GRIGOROUDIS, E.; ORFANOUDAKI, E.; ZOPOUNIDIS, C. Strategic performance measurement in a healthcare organisation: A multiple criteria approach based on balanced scorecard. **Omega**, n. 40, p. 104 - 119, 2012.

GRIGOROUDIS, E.; POLITIS, Y.; SISKOS, Y. Satisfaction benchmarking and customer classification: an application to the branches of a banking organization. **International Transactions in Operational Research**, n. 9, p. 599 - 618, 2002.

GUO, Z. **A land use model for urban public transport hub based on TOD**. 3rd International Conference on Energy and Environmental Protection, ICEEP 2014 Xian, China. [S.l.]: [s.n.]. 2014. p. 2505 - 2509.

HAIDER, H.; SINGH, P.; ALI, W.; TESFAMARIAM, S.; SADIQ, R. Sustainability evaluation of surface water quality management options in developing countries: multicriteria analysis using fuzzy UTASTAR method. **Water Resour Manage**, n. 29, p. 2987 - 3013, 2015.

HECKMAN, J. J.; HEINRICH, C. J.; SMITH, J. **The Performance of Performance Standards**. Kalamazoo: Upjohn Institute for Employment Research, 2011.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

HWANG, C.; YOON, K. Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications A State-of-the-Art Survey. **Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems**, v. 186, 1981.

IBGE, I. B. D. G. E. E. **Índice de Desenvolvimento Municipal**. [S.l.]. 2010.  
IPEA. Índice de Qualidade do Desenvolvimento. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, 2009. Disponível em:  
<[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2960](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=2960)>. Acesso em: 05 outubro 2015.

JACQUET-LAGRÈZE, E.; SISKOS, Y. Preference disaggregation: 20 years of MCDA experience. **European Journal of Operational Research**, n. 130, p. 233 - 245, 2001.

JACQUET-LAGREZE, J.; SISKOS, J. Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. **European Journal of Operational Research**, n. 10, p. 51 - 164, 1982.

JANUZZI, P. D. M.; MIRANDA, W. L.; SILVA, D. S. G. Análise Multicritério e Tomada de Decisão em Políticas Públicas: Aspectos Metodológicos, Aplicativo Operacional e Aplicações. **Informática Pública**, n. 11, p. 69 - 87, 2009.

JANUZZI, P. M. **Indicadores para Dimensionamento de Déficits de Atendimento de Programas Sociais e Identificação de seus Públicos-Alvo no Brasil**. São Paulo: Oficina Editorial, 2006. Manual para capacitação em indicadores sociais nas políticas públicas e em direitos humanos: textos básicos e guia de uso e referência do material multimídia.

JOHNSEN, A. What Does 25 Years of Experience Tell Us about the State of Performance Measurement in Public Policy and Management? **Public Money and Management**, v. 1, n. 25, p. 9 - 17, 2005.

JOINER, C.; DRAKE, A. E. Governmental Planning and Budgeting with Multiple Objective Models. **Omega**, v. 11, p. 57 - 66, 1983.

JOLYA, M.; ROCHAD, R.; SOUSA, L. C. F.; TAKAHASHIE, M. T.; MENDONC, P. N.; MORAES, L. A.M.; QUELHAS, A. D. The strategic importance of teaching Operations Research for achieving high performance in the petroleum refining business. **Education for chemical engineers**, n. 10, p. 1 - 19, 2015.



JORGE, M. A.; FREI, F.; SALES, J. M. S.; LIMA, B. M. Cálculo e implementação do índice de desenvolvimento da gestão municipal (IDGM) no município de Itabaiana/SE. **Planejamento e políticas públicas**, n. 34, 2010.

JUBRAN, J. **Modelo de análise de eficiência na administração pública: Estudo aplicado às prefeituras brasileiras usando análise envoltória de dados**. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1976.

KHAN, A. Capital budgeting under capital rationing: An analytical overview of optimization models for government. **International Journal of Public Administration**, v. 31, n. 2, p. 168 - 194, 2008.

KIM, J. Intergovernmental Distribution of VAT Revenue in Korea: Local Consumption Tax. **The Korean Economic Review**, v. 30, 2014.

KISIL, R. **Elaboração de projetos e propostas para organizações da sociedade civil**. São Paulo: Editora Global, 2001.

KLUKOWSKI, L.; KUBA, E. Minimisation of public debt servicing costs based on nonlinear mathematical programming approach. **Control and Cybernetics**, v. 30, n. 1, p. 99 - 111, 2001.

LACHTERMARCHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LAMY, M. **Metodologia da pesquisa jurídica: técnicas de investigação, argumentação e redação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

LÄNGKVIST, M.; KARLSSON, L.; LOUTFI, A. A review of unsupervised feature learning and deep learning for time-series modeling. **Pattern Recognition Letters**, v. 42, p. 11 - 24, 2014.

LEE, H. S.; HER, M.; LEVINE, M.; MOORE, G. E. Time series analysis of human and bovine brucellosis in South Korea from 2005 to 2010. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 110, n. 2, p. 190 - 197, 2013.

LIN, J. J.; YU, C. J. A bikeway network design model for urban areas. **Transportation**, v. 40, n. 1, p. 45 - 68, 2013.

MACÊDO, N. M. M. N.; CÂNDIDO, G. A. Índice de Desenvolvimento Sustentável Local e suas influências nas políticas públicas: um estudo exploratório no município de Alagoa Grande – PB. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 619 - 632, 2011.

MAKUI, A.; MOMENI, M. Using CSW weight's in UTASTAR method. **Decision Science Letters**, n. 1, p. 39 - 46, 2012.

MALUF, S. **Teoria Geral do Estado**. 26. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

MAUAD, T.; MARTINELLI, D. P. **Índice de desenvolvimento Setorial**: uma proposta para analisar o ciclo de vida dos setores sob uma abordagem sistêmica. Anais do 4º Congresso Brasileiro de Sistemas – Centro Universitário de Franca Uni-FACEF. São Paulo: [s.n.]. 2008.

MCKENNA, C.; CHALABI, Z.; EPSTEIN, D.; CLAXTON, K. Budgetary policies and available actions: A generalisation of decision rules for allocation and research decisions. **Journal of Health Economics**, v. 29, n. 1, p. 170 - 181, Janeiro 2010.

MCNAMARA, J. F. Mathematical Programming Applications in Educational Planning. **Socio-Economic Planning Sciences**, Grã-Bretanha, v. 7, p. 19 - 35, 1973.

MELLO, J. C. C. B. S. D.; GOMES, E. G.; MELLO, M. H. C. S. D. Emprego de métodos ordinais multicritério na análise do campeonato mundial de Fórmula 1, 2009. Disponível em:  
<[www.Producao.Uff.Br/Conteudo/Rpep/Volume22003/009relpesq103.Doc](http://www.Producao.Uff.Br/Conteudo/Rpep/Volume22003/009relpesq103.Doc)>. Acesso em: 20 outubro 2015.

MERLIN, V. R.; SAARI, D. G. COPELAND Method II: Manipulation, monotonicity, and paradoxes. **Journal of Economic Theory**, v. 72, n. 1, p. 148 - 175, 1997.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MIYAJIMA, M.; NAKAI, M. The municipal financial planning model: A simultaneous regression equations and goal programming approach. **European Journal of Operational Research**, v. 27, n. 2, p. 158 - 167, outubro 1983.

MORAIS, P.; CAMANHO, A. Evaluation of performance of European cities with the aim to promote quality of life improvements. **Omega**, n. 39, p. 298 - 409, 2011.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. D. C. **Modelos para previsão de séries temporais**. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 1981.

NEWMAN, W. H.; WARREN, E. K. **Diagnóstico**: um pré-requisito para boas decisões. São Paulo: Atlas, 1980.

OLIVEIRA, M. M. D. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

ORAL, M.; KETTANI, O.; COSSET, J. C.; DAOUAS, M. An estimation model for country risk rating. **International Journal of Forecasting**, n. 8, p. 583 - 593, 1992.

PALUDO, A. V. **Administração pública**: teoria e questões. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PARKS, R. B. Linking Objective and Subjective Measures of Performance. **Public Administration Review**, v. 44, n. 2, p. 118 - 127, 1984.

PATINIOTAKIS, I.; APOSTOLOU, D.; MENTZAS, G. Fuzzy UTASTAR: A method for discovering utility functions from fuzzy data. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 15463 - 15474, 2011.

PATO BRANCO. Lei nº 3762, de 26 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a Estrutura Administrativa Organizacional da Prefeitura Municipal de Pato Branco e dá outras providências. Disponível em:

<<http://camarapatobranco.com.br/uploads/laws/1/2011/3762.pdf>>. Acesso em: 12 outubro 2015.

\_\_\_\_\_. Lei nº 1698, de 23 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a participação popular na elaboração da Lei de Diretrizes Orçamentárias, do Plano Plurianual, do Orçamento Anual do Município e Cria o Conselho Municipal do Orçamento Participativo. Disponível em <<http://www.camarapatobranco.com.br/uploads/laws/1/1997/1698.pdf>>. Acesso em: 15 de março de 2016.

\_\_\_\_\_. Lei nº 3762, de 26 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a Estrutura Administrativa Organizacional da Prefeitura Municipal de Pato Branco e dá outras providências – Plano de Cargos e Salários. Disponível em: <<http://www.camarapatobranco.com.br/uploads/laws/1/2011/3762.pdf>>. Acesso em: 15 de março de 2016.

\_\_\_\_\_. Lei nº 3999, 21 de março de 2013. Dispõe sobre a criação da Secretaria Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação; da Secretaria de Esporte, Lazer, Juventude e Idoso e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camarapatobranco.com.br/uploads/laws/1/2013/3999.pdf>>. Acesso em: 15 de março de 2016.

\_\_\_\_\_. Lei nº 4372, 29 de julho de 2014. Dispõe sobre ações prioritárias da Administração Pública Municipal, Funções e Sub-funções de Governo, Metas e Riscos Fiscais, Diretrizes Gerais para Elaboração Financeira e Políticas de Fomento e Desenvolvimento a serem executadas pelas administrações direta e indireta do Município de Pato Branco, no exercício de 2015 e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.camarapatobranco.com.br/uploads/laws/1/2014/4.372\\_\\_DE\\_29\\_DE\\_JULHO\\_DE\\_2014.pdf](http://www.camarapatobranco.com.br/uploads/laws/1/2014/4.372__DE_29_DE_JULHO_DE_2014.pdf)>. Acesso em: 15 de março de 2016.

\_\_\_\_\_. Lei nº 4521, de 23 de dezembro de 2014. Estima as receitas e fixa as despesas do Município de Pato Branco, para o exercício financeiro de 2015. (Lei Orçamentária 2015 - R\$ 260.000.000,00 (duzentos e sessenta milhões de reais). Disponível em: <<http://www.camarapatobranco.com.br/uploads/laws/1/2014/4521.pdf>>. Acesso em: 15 de março de 2016.

PEÑA, C. R. Um Modelo de Avaliação da eficiência da administração pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83 - 106, 2008.

PENNA, C. M.; LINHARES, F.; ARAGÃO, K.; PETTERINI, F. Convergência do pib per capita agropecuário estadual: uma análise de séries temporais. **Economia aplicada**, v. 16, n. 4, p. 665 - 681, 2012.

PEREIRA, L. C. B.; SPINK, P. K. **Reforma do Estado e administração pública gerencial**. Rio de Janeiro: Editora FGV, v. 4, 2001.

PINHO, T. C. N. D. **Modelo para otimização do orçamento público municipal: Estudo de caso – Prefeitura Municipal de Fortaleza**. Mestrado em Informática Aplicada, Universidade de Fortaleza. Fortaleza, p. 106 f. 2004.

POLLOCK, D. S. G. **A handbook of time-series analysis, signal processing, and dynamics**. São Diego: Academic Press, 1999.

REZENDE, A. J.; SLOMSKI, V.; CORRAR, L. J. A gestão pública municipal e a eficiência dos gastos públicos: uma investigação empírica entre as políticas públicas e o índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios do estado de São Paulo. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 1, n. 1, p. 24 - 40, 2005.

ROCHA, C. V. Gestão pública municipal e participação democrática no Brasil. **Revista de Sociologia e Política**, v. 19, n. 38, p. 171 - 185, fevereiro 2011.

ROCHA, J. O. S. **Otimização de processos de usinagem em uma célula flexível de manufatura**. Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco. [S.l.], p. 102 f. 2006.

ROTHSTEIN, M. Hospital manpower shift scheduling by mathematical programming. **Health Services Research**, v. 8, n. 1, p. 60 - 66, 1973.

ROY, B.; VINCKE, P. Multicriteria analyses: survey and new directions. **European Journal of Operacional Research**, n. 8, p. 207 - 218, 1981.

SAARI, D. G.; MERLIN, V. R. The Copeland method. **Economic Theory**, n. 8, p. 51 - 76, 1996.

SAATY, T. L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. **Interfaces**, v. 24, n. 6, p. 19 - 43, 1994.

SCARPIN, J. E.; SLOMSKI, V. Estudo dos fatores condicionantes do índice dedesenvolvimento humano nos municípios do estado do Paraná: instrumento de controladoria para a tomada de decisões na gestão governamental. **Revista Administração Pública Rio de Janeiro**, v. 41, n. 5, p. 909 - 933, 2007.

SCIPIONI, A.; MAZZI, A.; ZULIANI, F.; MASON, M. The ISO 14031 standard to guide the urban sustainability measurement process: an Italian experience. **Journal of Cleaner Production**, n. 16, p. 1247 - 1257, 2008.

SILVA, D. S. G.; JANUZZI, P. D. M. O uso da Análise Multicritério na construção de um indicador de Condições de Vida: Estudo para a Baixada Fluminense. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 2, n. 4, p. 122 - 135, 2009.

SISKOS, J.; MATSATSINIS, N. F. A DSS for market analysis and new product design. **Journal of Decision Systems**, n. 2, p. 35 - 60, 1993.

SISKOS, J.; ZOPOUNIDIS, C. T. he evaluation criteria of the venture capital investment activity: an interactive assessment. **European Journal of Operational Research**, n. 31, p. 304 - 313, 1987.

SISKOS, Y.; GRIGOROUDIS, E.; MATSATSINIS, N. F. **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. Boston: Springer Science, 2005.

SISKOS, Y.; MATSATSINIS, N. F.; BAOURAKIS, G. Multicriteria analysis in agricultural marketing: the case of French olive oil market. **European Journal of Operational Research**, n. 130, p. 315 - 331, 2001.

SNYDER, R. D.; ORD, J. K. **Exponential smoothing and the Akaike information criterion**. Department of econometrics and business statistics - Monash University. [S.l.]. 2009.

SOLA, A. V. H. **Modelo de decisão multicritério para substituição de tecnologias em sistemas industriais aplicado ao uso eficiente de energia**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 98 f. 2011.

STINNETT, A. A.; PALTIEL, A. D. Mathematical programming for the efficient allocation of health care resources. **Journal of Health Economics**, v. 15, n. 5, p. 641 - 665, 1996.

STIPAK, B. Citizen Satisfaction with Urban Services: Potential Misuse as a Performance Indicator. **Public Administration Review**, n. 39, p. 46 - 52, 1979.

STUART, D. G. Urban improvement programming models. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 4, n. 2, p. 217 - 237, junho 1970.

TAYLOR III, B. W.; KEOWN, A. J.; GREENWOOD, A. G. Integer goal programming model for determining military aircraft expenditures. **Journal of the Operational Research Society**, v. 34, n. 5, p. 379 - 390, 1983.

TROJAN, F. **Modelos multicritério para apoiar decisões na gestão da manutenção de redes de distribuição de água para redução de custos e perdas**. Programa de pós-graduação em engenharia de produção, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 117 f. 2012.

UNIFESP. Manual do Orçamento Público. **Universidade Federal de São Paulo**, 2015. Disponível em:  
<[http://www.unifesp.br/reitoria/etageae/images/ct\\_controladoria/mop\\_26\\_05.pdf](http://www.unifesp.br/reitoria/etageae/images/ct_controladoria/mop_26_05.pdf)>.  
Acesso em: Novembro 2015.

UNITED NATIONS LENNIUM DECLARATION. General Assembly, A/RES/55/2, 2000. Disponível em: <<http://www.un.org/lennium/declaration/ares552e.htm>>.  
Acesso em: 03 novembro 2015.

VANDYCK, T.; REGEMORTER, D. V. Distributional and regional economic impact of energy taxes in Belgium. **Energy Policy**, v. 72, p. 190 - 203, 2014.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

VILLANI, R. A. G.; BEZERRA, A. F. B. Concepções dos gestores municipais de saúde de Pernambuco sobre a destinação e gestão dos gastos com saúde. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 521 - 529, 2013.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid**. Chichester: Wiley, 1992.

WANG, J.; SPARROW, F. T. The cost of uncertainty in capacity expansion problems. **International Journal of Energy Research**, v. 23, n. 13, p. 1187 - 1198, outubro 1999.

WATSON, D. J.; ROBERT, J. J.; GERALD, W. J. Institutionalized Use of Citizen Surveys in the Budgetary and Policy-Making Processes: A Small City Case Study. **Public Administration Review**, n. 51, p. 232 - 239, 1991.

WILSON, L. A. Preference Revelation and Public Policy: Making Sense of Citizen Data. **Public Administration Review**, n. 43, p. 335 - 342, 1983.

WORTHINGTON, A.; DOLLERY, B. An empirical survey of frontier efficiency measurement techniques in local government. **Local Government Studies**, n. 26, p. 23 - 52, 2000.

ZOPOUNIDIS, C.; DOUMPOS, M. Developing a multicriteria decision support system for financial classification problems: the FINCLAS system. **Optimization Methods and Software**, n. 8, p. 277 - 304, 1998.

ZOPOUNIDIS, C.; DOUMPOS, M. Business failure prediction using UTADIS multicriteria analysis. **Journal of the Operational Research Society**, n. 50, p. 1138 - 1148, 1999.





DEPARTAMENTO/ANO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Secretaria de Agricultura	0	0	0	979	1.108	1.085	1.190	4.300	5.347	5.733	6.765	4.204	9.938
Secretaria de Meio Ambiente	0	0	0	1.022	2.836	3.746	3.816	7.395	6.692	8.299	8.985	7.014	11.247
Coordenaria do PROCON	0	0	0	117	127	180	180	181	265	285	295	0	0
Administração Distrital - São Roque do Chopim	0	0	0	77	25	30	40	45	50	55	60	80	1.130
Companhia de Mineração de Pato Branco	30	60	100	100	126	140	160	200	250	300	0	0	0
Secretaria de Esporte Lazer Juventude e Idoso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.555	6.316
Secretaria de Ciência Tecnologia e Inovação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.912	2.869
<b>TOTAL</b>	<b>61.790</b>	<b>64.915</b>	<b>71.407</b>	<b>72.783</b>	<b>77.555</b>	<b>81.861</b>	<b>90.922</b>	<b>122.387</b>	<b>138.837</b>	<b>154.500</b>	<b>176.455</b>	<b>197.100</b>	<b>260.000</b>
Arrecadação	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>Valor</i>	61.790	64.915	71.407	72.738	77.555	81.861	90.922	122.387	138.837	154.500	176.455	197.100	260.000

APÊNDICE B – Ensaio executados nos resíduos para determinar o modelo adequado a cada série temporal

Os ensaios executados nos resíduos para determinar o modelo adequado a cada série temporal (do quadro 23 ao quadro 32), foram elaborados considerando:

Erro RMSE = Erro na média da raiz quadrada

RUNS = teste para execuções excessivas cima e para baixo

Runm = teste para execuções excessivas acima e abaixo médio

Teste AUTO = Box-Pierce para autocorrelação excessiva

Média = Teste de diferença na média 1º semestre para 2º semestre

VAR = Teste de diferença de variância 1º semestre para 2º semestre

OK = não significativo ( $p > 0,05$ )

\* = Marginalmente significativa ( $0,01 < p \leq 0,05$ )

\*\* = Significativo ( $0,001 < P \leq 0,01$ )

\*\*\* = Altamente significativa ( $p \leq 0,001$ )

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	912.401	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	952.627	OK	OK	OK	OK	OK
(C)	992.987	OK	*	OK	OK	OK
(D)	1.023.960	OK	OK	OK	OK	OK
(E)	493.723	OK	OK	OK	OK	OK
(F)	1.042.980	OK	OK	OK	OK	OK
(G)	1.043.300	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	789.264	OK	OK	OK	*	OK
(I)	908.635	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	1.015.630	OK	OK	OK	OK	OK
(K)	837.417	OK	OK	OK	OK	OK
(L)	1.056.710	OK	*	OK	OK	OK

**Quadro 10 - Ensaio executados nos resíduos para determinar modelo para o Governo Municipal**

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	4.835.980	OK	OK	OK	OK	*
(B)	4.720.200	OK	OK	OK	OK	*

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(C)	4.998.410	OK	OK	OK	*	*
(D)	3.311.370	OK	OK	OK	OK	*
(E)	3.224.240	OK	OK	OK	OK	OK
(F)	3.184.730	OK	OK	OK	OK	*
(G)	3.187.290	OK	OK	OK	OK	*
(H)	4.658.120	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	4.435.940	OK	OK	OK	OK	*
(J)	4.424.720	OK	OK	OK	OK	*
(K)	4.116.000	OK	OK	OK	OK	*
(L)	4.219.040	OK	OK	OK	OK	*

**Quadro 11 - Ensaios executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Administração e Finanças**

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	3.227.380,00	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	3.164.470,00	OK	OK	OK	OK	OK
(C)	4.919.290,00	OK	OK	OK	*	*
(D)	3.350.450,00	OK	OK	OK	OK	OK
(E)	2.166.480,00	OK	OK	OK	OK	OK
(F)	3.155.620,00	OK	OK	OK	OK	OK
(G)	3.161.350,00	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	3.816.840,00	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	3.227.570,00	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	3.194.690,00	OK	OK	OK	OK	OK
(K)	3.321.010,00	OK	OK	OK	OK	OK
(L)	3.072.580,00	OK	OK	OK	OK	OK

**Quadro 12 - Ensaios executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos**

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	5.602.840,00	OK	OK	OK	OK	*
(B)	4.184.570,00	OK	OK	OK	OK	*
(C)	15.020.500,00	**	**	*	**	**
(D)	4.916.640,00	**	*	*	OK	OK
(E)	2.207.910,00	OK	OK	OK	OK	OK
(F)	2.476.150,00	OK	OK	OK	OK	*
(G)	2.493.970,00	OK	OK	OK	OK	*
(H)	7.418.730,00	OK	*	OK	OK	OK
(I)	5.603.030,00	OK	OK	OK	OK	*
(J)	3.976.580,00	OK	OK	OK	OK	*
(K)	3.924.680,00	OK	OK	OK	OK	*

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(L)	3.324.920,00	OK	OK	OK	OK	*

**Quadro 13 - Ensaios executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Educação e Cultura**

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	7.548.270	OK	OK	OK	**	OK
(B)	5.807.040	OK	OK	OK	**	OK
(C)	21.734.800	OK	**	*	***	***
(D)	8.155.940	**	*	*	OK	OK
(E)	3.339.990	OK	OK	OK	OK	OK
(F)	5.122.260	OK	OK	OK	OK	OK
(G)	5.152.980	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	10.991.300	OK	*	OK	OK	OK
(I)	7.548.680	OK	OK	OK	***	OK
(J)	5.464.130	OK	OK	OK	OK	OK
(K)	6.023.520	OK	OK	OK	**	OK
(L)	4.888.650	OK	OK	OK	OK	OK

**Quadro 14 - Ensaios executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Saúde**

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	2.065.460	OK	OK	OK	OK	**
(B)	1.952.610	OK	OK	OK	OK	**
(C)	2.854.550	OK	**	OK	**	**
(D)	1.545.100	OK	OK	OK	OK	*
(E)	1.348.440	*	OK	OK	OK	**
(F)	1.332.130	OK	OK	OK	OK	***
(G)	1.334.470	OK	OK	OK	OK	***
(H)	2.247.320	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	2.065.450	OK	OK	OK	OK	***
(J)	1.927.590	OK	OK	OK	OK	***
(K)	1.856.990	OK	OK	OK	OK	**
(L)	2.065.460	OK	OK	OK	OK	**

**Quadro 15 - Ensaios executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Ação Social e Cidadania**

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	1.379.230	OK	OK	OK	OK	OK
(B)	1.352.630	OK	OK	OK	OK	OK
(C)	1.703.990	*	**	OK	*	*

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(D)	1.186.870	OK	OK	OK	OK	OK
(E)	823.638	OK	OK	OK	OK	OK
(F)	1.115.570	OK	OK	OK	OK	OK
(G)	1.117.500	OK	OK	OK	OK	OK
(H)	1.401.510	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	1.335.120	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	1.248.400	OK	OK	OK	OK	OK
(K)	1.900.520	*	OK	OK	*	OK
(L)	1.167.230	OK	OK	OK	OK	OK

**Quadro 16 - Ensaios executados nos resíduos para determinar modelo da Secretaria de Desenvolvimento Urbano**

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	2.083.490	OK	OK	OK	OK	**
(B)	2.017.930	OK	OK	OK	OK	**
(C)	2.993.790	OK	**	OK	**	***
(D)	1.501.390	OK	OK	OK	OK	OK
(E)	1.331.190	OK	OK	OK	OK	**
(F)	1.353.140	OK	OK	OK	OK	**
(G)	1.352.150	OK	OK	OK	OK	**
(H)	2.081.890	OK	OK	OK	OK	*
(I)	2.002.200	OK	OK	OK	OK	***
(J)	1.875.620	OK	OK	OK	OK	***
(K)	1.798.740	OK	OK	OK	OK	OK
(L)	1.778.630	OK	OK	OK	OK	**

**Quadro 17 - Ensaios executados nos resíduos para determinar modelo da Secretaria de Agricultura**

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	1.883.450	OK	OK	OK	OK	*
(B)	1.724.760	OK	OK	OK	OK	*
(C)	3.635.130	OK	**	*	***	OK
(D)	1.118.820	OK	OK	OK	OK	OK
(E)	1.163.710	OK	OK	OK	OK	OK
(F)	2.506.640	OK	*	OK	OK	**
(G)	2.496.240	OK	*	OK	OK	**
(H)	1.967.520	OK	OK	OK	OK	OK
(I)	1.841.500	OK	OK	OK	OK	OK
(J)	1.717.560	OK	OK	OK	OK	**
(K)	1.398.630	OK	OK	OK	OK	OK

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(L)	1.717.660	OK	OK	OK	OK	**

**Quadro 18 - Ensaios executados nos resíduos para determinar modelo para a Secretaria de Meio Ambiente**

Modelo	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	304.411	OK	OK	OK	OK	**
(B)	302.352	OK	OK	OK	OK	**
(C)	303.928	***	OK	OK	OK	***
(D)	270.733	**	*	OK	OK	**
(E)	233.254	***	OK	OK	OK	*
(F)	336.341	OK	OK	OK	OK	*
(G)	304.411	*	OK	OK	OK	***
(H)	301.054	OK	OK	OK	OK	**
(I)	315.057	OK	OK	OK	OK	***
(J)	296.651	OK	*	OK	OK	***
(K)	304.411	OK	OK	OK	OK	**
(L)	302.352	OK	OK	OK	OK	**

**Quadro 19 - Ensaios executados nos resíduos para determinar modelo para a Administração Distrital**

## APÊNDICE C – Resultados de modelos de montagens diferentes

**Tabela 42 - Resultados de modelos de montagem diferentes para o Governo Municipal**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	912.401	633.564	46,40	24.526,20	-14,68	27,45	27,45	27,45
(B)	952.627	627.143	46,26	0,00	-16,67	27,69	27,68	27,73
(C)	992.987	767.614	50,97	0,00	-27,47	27,77	27,76	27,81
(D)	1.023.960	761.379	50,09	0,00	-26,46	27,99	27,97	28,07
(E)	493.723	357.360	26,32	0,00	-5,31	26,68	26,65	26,81
(F)	1.042.980	680.393	38,99	203.458,00	-10,82	28,02	28,01	28,11
(G)	1.043.300	680.577	39,01	203.550,00	-10,83	28,02	28,01	28,11
(H)	789.264	528.579	33,90	179.873,00	-3,77	27,31	27,30	27,36
(I)	908.635	579.717	41,08	31.074,40	-13,78	27,59	27,58	27,64
(J)	1.015.630	654.850	48,01	32.288,20	-11,47	27,82	27,81	27,86
(K)	837.417	619.426	37,76	358.371,00	15,55	27,58	27,57	27,67
(L)	1.056.710	749.334	48,26	142.311,00	-15,32	27,90	27,89	27,94

**Tabela 43 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Administração e Finanças**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	4.835.980,00	2.868.750,00	18,90	1.721.360,00	8,24	30,78	30,78	30,78
(B)	4.720.200,00	2.824.680,00	19,76	0,00	-6,14	30,89	30,88	30,93
(C)	4.998.410,00	3.182.140,00	26,66	0,00	-11,90	31,00	30,99	31,05
(D)	3.311.370,00	2.037.580,00	15,15	0,00	-2,95	30,33	30,32	30,42
(E)	3.224.240,00	1.850.860,00	15,13	0,00	-3,50	30,43	30,41	30,56
(F)	3.184.730,00	1.837.510,00	13,93	254.729,00	-1,65	30,26	30,24	30,34
(G)	3.187.290,00	1.838.710,00	13,93	254.995,00	-1,65	30,26	30,24	30,34
(H)	4.658.120,00	2.755.120,00	17,41	1.847.830,00	9,07	30,86	30,85	30,91
(I)	4.435.940,00	2.747.810,00	19,37	1.894.220,00	9,43	30,76	30,76	30,81
(J)	4.424.720,00	2.740.080,00	19,43	1.933.960,00	12,29	30,76	30,75	30,80
(K)	4.116.000,00	2.255.960,00	16,37	996.479,00	4,60	30,77	30,75	30,86
(L)	4.219.040,00	2.615.110,00	19,28	1.421.090,00	8,76	30,66	30,66	30,71

**Tabela 44 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	3.227.380	2.285.470	13,61	1.112.030,00	4,96	29,97	29,97	29,97
(B)	3.164.470	2.195.010	13,55	0,00	-2,68	30,09	30,08	30,13
(C)	4.919.290	3.417.560	21,51	0,00	-7,64	30,97	30,96	31,01
(D)	3.350.450	2.769.680	18,04	0,00	-2,97	30,36	30,34	30,44
(E)	2.166.480	1.548.120	10,07	0,00	-1,20	29,64	29,61	29,77
(F)	3.155.620	2.385.360	14,94	272.224,00	-1,43	30,24	30,22	30,32
(G)	3.161.350	2.389.560	14,97	273.000,00	-1,43	30,24	30,22	30,33
(H)	3.816.840	2.500.210	14,68	1.578.960,00	6,14	30,46	30,45	30,51
(I)	3.227.570	2.108.950	12,56	1.028.720,00	4,59	30,13	30,12	30,17
(J)	3.194.690	2.077.040	12,80	1.018.000,00	4,33	30,11	30,10	30,15
(K)	3.321.010	2.084.450	12,91	878.594,00	3,12	30,34	30,32	30,43
(L)	3.072.580	1.924.860	12,12	787.572,00	2,43	30,03	30,02	30,07

**Tabela 45 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Educação e Cultura**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	5.602.840	4.125.690	13,37	3.916.680,00	11,98	31,08	31,08	31,08
(B)	4.184.570	3.201.900	13,33	0,00	-5,72	30,65	30,64	30,69
(C)	15.020.500	12.469.200	57,38	0,00	-30,56	33,20	33,19	33,25
(D)	4.916.640	3.507.070	16,98	0,00	0,60	31,12	31,11	31,21
(E)	2.207.910	1.486.500	6,31	0,00	-0,48	29,68	29,65	29,81
(F)	2.476.150	1.762.730	6,98	220.508,00	-0,39	29,75	29,73	29,84
(G)	2.493.970	1.770.880	7,01	224.042,00	-0,40	29,77	29,75	29,85



Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(H)	7.418.730	5.815.230	18,36	5.815.230,00	18,36	31,79	31,78	31,84
(I)	5.603.030	3.808.550	12,34	3.615.650,00	11,06	31,23	31,22	31,27
(J)	3.976.580	2.989.280	11,57	1.950.950,00	7,85	30,55	30,54	30,59
(K)	3.924.680	2.837.620	9,72	1.851.910,00	4,73	30,67	30,66	30,76
(L)	3.324.920	2.609.210	10,71	1.019.820,00	4,70	30,19	30,18	30,23

**Tabela 46 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Saúde**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	7.548.270	6.539.400	16,07	5.105.370	9,25	31,67	31,67	31,67
(B)	5.807.040	4.524.570	14,76	0,00	-5,94	31,30	31,29	31,35
(C)	21.734.800	18.355.100	53,53	0,00	-26,70	33,94	33,93	33,99
(D)	8.155.940	6.016.310	20,23	0,00	-1,88	32,14	32,12	32,22
(E)	3.339.990	2.224.000	7,18	0,00	-1,09	30,50	30,48	30,63
(F)	5.122.260	3.652.010	11,26	684.780	-1,25	31,21	31,19	31,29
(G)	5.152.980	3.671.750	11,31	690.661	1,26	31,22	31,20	31,30
(H)	10.991.300	8.841.720	18,79	8.104.430	15,30	32,58	32,57	32,62
(I)	7.548.680	6.036.660	14,84	4.713.070	8,54	31,83	31,82	31,87
(J)	5.464.130	4.073.000	12,36	1.997.990	4,15	31,18	31,17	31,22
(K)	6.023.520	4.365.660	14,55	-120.758	-5,94	31,53	31,51	31,62
(L)	4.888.650	3.694.620	11,36	1.139.500	1,81	30,96	30,95	31,00

**Tabela 47 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Ação Social e Cidadania**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	2.065.460	995.431	13,53	878.145,00	11,48	29,08	29,08	29,08
(B)	1.952.610	1.204.430	21,61	0,00	-10,08	29,12	29,11	29,17
(C)	2.854.550	2.095.380	51,61	0,00	-27,54	29,88	29,87	29,93
(D)	1.545.100	995.849	19,47	0,00	-0,99	28,81	28,79	28,90
(E)	1.348.440	777.357	13,39		-2,27	28,69	28,66	28,82
(F)	1.332.130	725.383	11,50	103.196,00	-1,13	28,51	28,49	28,60
(G)	1.334.470	726.111	11,51	103.670,00	-1,13	28,52	28,50	28,60
(H)	2.247.320	1.148.880	16,62	1.128.570,00	16,28	29,40	29,40	29,45
(I)	2.065.450	918.837	12,49	810.625,00	10,60	29,24	29,23	29,28
(J)	1.927.590	1.017.000	18,32	801.309,00	14,75	29,10	29,09	29,14
(K)	1.856.990	879.044	15,18	545.508,00	7,71	29,18	29,16	29,26
(L)	2.065.460	995.431	13,53	878.145,00	11,48	29,08	29,08	29,08

**Tabela 48 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	1.379.230	928.142	21,89	474.497,00	5,66	28,27	28,27	28,27
(B)	1.352.630	809.498	20,76	0,00	-8,57	28,39	28,38	28,43
(C)	1.703.990	1.185.420	33,25	0,00	-15,05	28,85	28,84	28,89
(D)	1.186.870	893.761	25,89	0,00	-6,09	28,28	28,26	28,37
(E)	823.638	488.699	12,85		-2,57	27,70	27,68	27,83
(F)	1.115.570	740.341	20,39	132.846,00	-2,99	28,16	28,14	28,24
(G)	1.117.500	741.440	20,42	133.197,00	-3,00	28,16	28,14	28,25
(H)	1.401.510	1.021.240	25,27	572.695,00	6,92	28,46	28,45	28,50
(I)	1.335.120	871.657	20,87	479.142,00	5,83	28,36	28,35	28,41
(J)	1.248.400	891.592	22,34	462.718,00	6,58	28,23	28,22	28,27
(K)	1.900.520	1.567.010	44,77	806.977,00	19,90	29,22	29,21	29,31
(L)	1.167.230	827.326	21,23	318.889,00	2,39	28,09	28,09	28,14

**Tabela 49 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Agricultura**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	2.083.490	1.292.720	35,98	779.895,00	10,70	29,10	29,10	29,10
(B)	2.017.930	1.300.610	56,98	0,00	-38,18	29,19	29,18	29,23
(C)	2.993.790	2.541.290	171,89	0,00	-134,34	29,98	29,97	30,02
(D)	1.501.390	1.119.220	68,66	0,00	-6,72	28,75	28,73	28,84
(E)	1.331.190	854.665	33,58	0,00	-12,92	28,66	28,64	28,80
(F)	1.353.140	954.356	34,34	202.465,00	-7,09	28,54	28,53	28,63
(G)	1.352.150	955.643	34,40	204.021,00	-7,10	28,54	28,52	28,63
(H)	2.081.890	1.391.740	32,42	973.004,00	15,13	29,25	29,24	29,29
(I)	2.002.200	1.290.390	34,64	913.635,00	14,51	29,17	29,16	29,22
(J)	1.875.620	1.211.700	41,82	712.525,00	29,94	29,04	29,03	29,09
(K)	1.798.740	1.341.060	62,58	481.480,00	6,71	29,11	29,10	29,20
(L)	1.778.630	1.116.130	43,23	458.632,00	25,07	28,94	28,93	28,98

**Tabela 50 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Secretaria de Meio Ambiente**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	1.883.450	1.365.750	27,94	905.814,00	19,56	28,90	28,90	28,90
(B)	1.724.760	1.269.060	37,20	0,00	-19,48	28,88	28,87	28,92
(C)	3.635.130	3.162.790	227,89	0,00	-191,35	30,37	30,36	30,41
(D)	1.118.820	837.136	45,67	0,00	5,93	28,16	28,15	28,25
(E)	1.163.710	789.621	39,03	0,00	1,13	28,40	28,37	28,53
(F)	2.506.640	1.557.670	33,21	-195.737,00	-6,82	29,78	29,76	29,86
(G)	2.496.240	1.551.440	33,09	-194.777,00	-6,76	29,77	29,75	29,86
(H)	1.967.520	1.544.990	29,28	1249.120,00	25,06	29,14	29,13	29,18
(I)	1.841.500	1.265.550	27,79	982.823,00	19,72	29,01	29,00	29,05

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(J)	1.717.560	1.292.310	54,77	603.955,00	44,60	28,87	28,86	28,91
(K)	1.398.630	960.299	57,66	206.574,00	23,68	28,61	28,59	28,70
(L)	1717660	1339020	53,42	120.768,00	34,97	28,87	28,86	28,91

**Tabela 51 - Resultados de modelos de montagem diferentes para a Administração Distrital**

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	304.411	102.983		94.166,70		25,25	25,25	25,25
(B)	302.352	159.306		0,00		25,39	25,38	25,44
(C)	303.928	154.995		0,00		25,40	25,39	25,45
(D)	270.733	166..805		0,00		25,33	25,31	25,41
(E)	233.254	148.798		0,00		25,18	25,15	25,31
(F)	336.341	112.800		106.364,00		25,61	25,60	25,65
(G)	304.411	95.061		86.923,70		25,41	25,40	25,45
(H)	301.054	101.296		80..828,50		25,38	25,38	25,43
(I)	315.057	96.332		80.485,80		25,63	25,61	25,72
(J)	296.651	113.517		75.039,40		25,35	25,35	25,40
(K)	304.411	102.983		94.166,70		25,25	25,25	25,25
(L)	302.352	159.306		0,00		25,39	25,38	25,44

#### APÊNDICE D- Interpolação linear

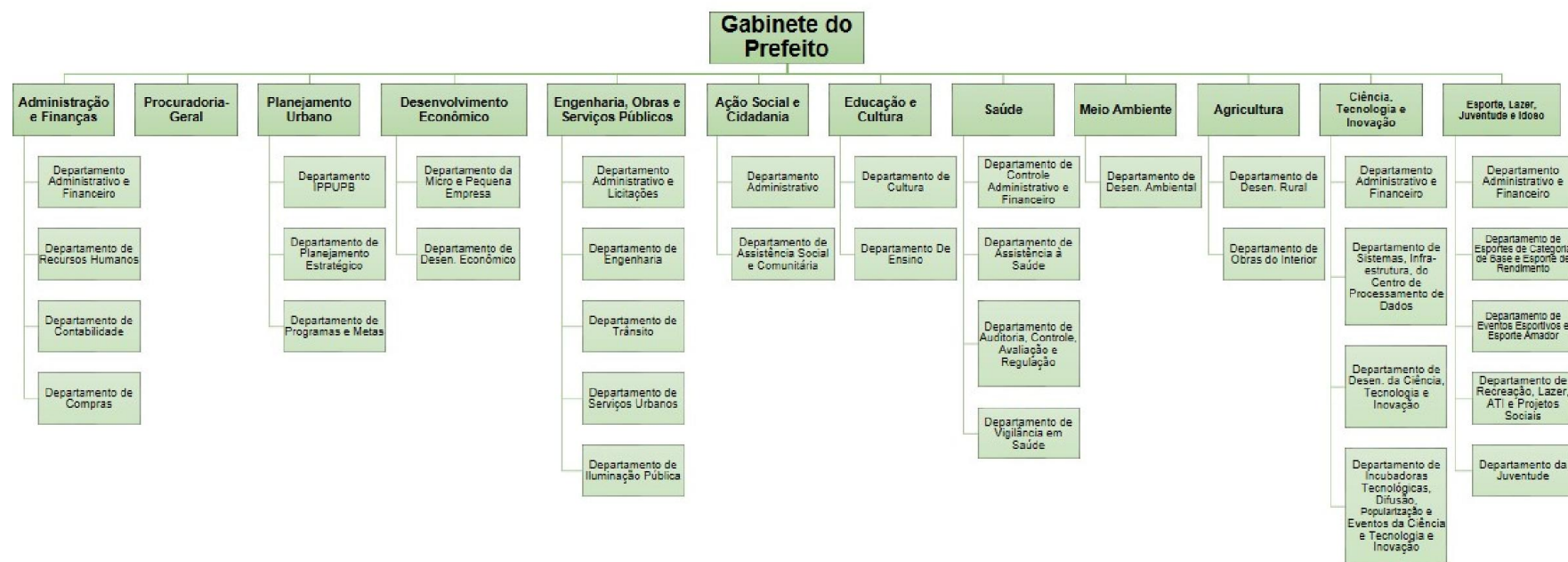
**Tabela 52 - Interpolação linear para o critério 2 – 2014**

j-1	$g^j$	$g(a)$	$g^{j+1}$	$u_2(g^j)$	$u_2(g^{j+1})$	$\frac{u_1(g^j)-u_1(g^{j+1})}{g^j-g^{j+1}}$
2	37.110.128,175	74.140.256,35	7.414.0256,35	0,0000	1,0000	1,0000
2	37.110.128,175	44.716.119,80	7.414.0256,35	0,7946	0,2054	-0,5892
1	80.000	11.591.253,22	37.110.128,175	0,6891	0,3109	-0,3783
1	80.000	26.443.403,91	37.110.128,175	0,2881	0,7119	0,4239
1	80.000	6..084.730,50	37.110.128,175	0,8378	0,1622	-0,6757
1	80.000	7.014.980,90	37.110.128,175	0,8127	0,1873	-0,6254
1	80.000	4.204.059,84	3.7110128,175	0,8886	0,1114	-0,7773
1	80.000	4..284.061,40	37.110.128,175	0,8865	0,1135	-0,7729
1	80.000	6.100.000,00	37.110.128,175	0,8374	0,1626	-0,6749
1	80.000	3.555.243,11	37.110.128,175	0,9062	0,0938	-0,8123
1	80.000	24.29..948,88	37.110.128,175	0,9365	0,0635	-0,8731
1	80.000	2.912.135,99	37.110.128,175	0,9235	0,0765	-0,8470
1	80.000	2.805.667,07	37.110.128,175	0,9264	0,0736	-0,8528
0	80.000	80.000,00	37.110.128,175	1,0000	0,0000	-1,0000
1	80.000	738.139,03	37.110.128,175	0,9822	0,0178	-0,9645

**Tabela 53 - Interpolação linear para o critério 3 – 2015**

$j-1$	$g^j$	$g_i(a)$	$g^{j+1}$	$u_3(g^j)$	$u_3(g^{j+1})$	$u_1(g^j)-u_1(g^{j+1})$
2	42.146.665	83.213.130,00	83.213.130	0,0000	1,0000	1,0000
2	42.146.665	58.723.905,74	83.213.130	0,5963	0,4037	-0,1927
1	1.080.200	26.794.620,00	42.146.665	0,3738	0,6262	0,2523
1	1.080.200	24.649.400,00	42.146.665	0,4261	0,5739	0,1479
1	1.080.200	12.750.100,00	42.146.665	0,7158	0,2842	-0,4317
1	1.080.200	11.247.890,00	42.146.665	0,7524	0,2476	-0,5048
1	1.080.200	9.938.300,00	42.146.665	0,7843	0,2157	-0,5686
1	1.080.200	8.447.270,00	42.146.665	0,8206	0,1794	-0,6412
1	1.080.200	6.395.000,00	42.146.665	0,8706	0,1294	-0,7412
1	1.080.200	6.316.400,00	42.146.665	0,8725	0,1275	-0,7450
1	1.080.200	3.801.344,26	42.146.665	0,9337	0,0663	-0,8675
1	1.080.200	2.869.100,00	42.146.665	0,9564	0,0436	-0,9129
1	1.080.200	2.643.340,00	42.146.665	0,9619	0,0381	-0,9239
1	1.080.200	1.130.000,00	42.146.665	0,9988	0,0012	-0,9976
0	1.080.200	1.080.200,00	42.146.665	1,0000	0,0000	-1,0000

## APÊNDICE E – Organograma da Prefeitura em estudo



APÊNDICE F- Cenário da série temporal para os dados de distribuição

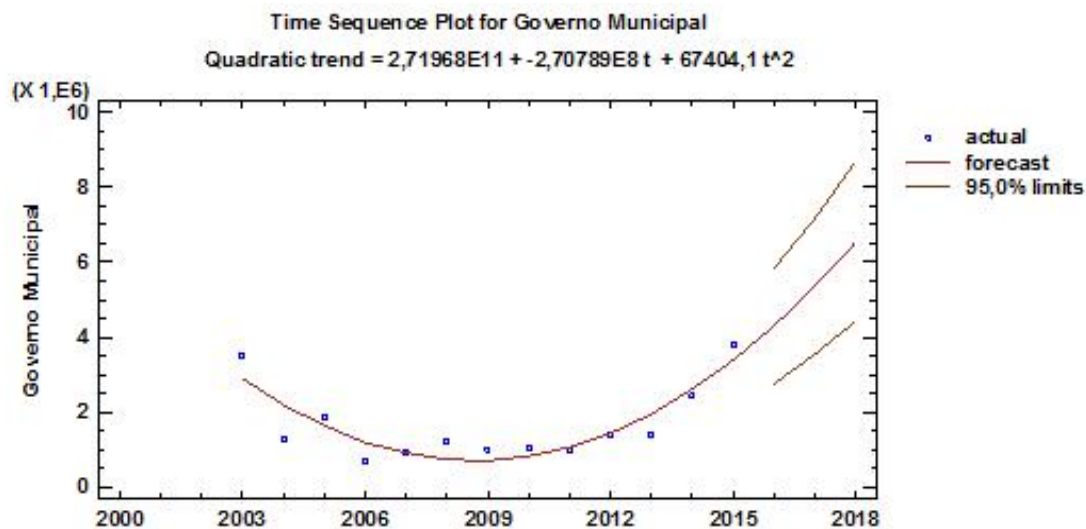


Gráfico 2 - Previsão da distribuição para o Governo Municipal

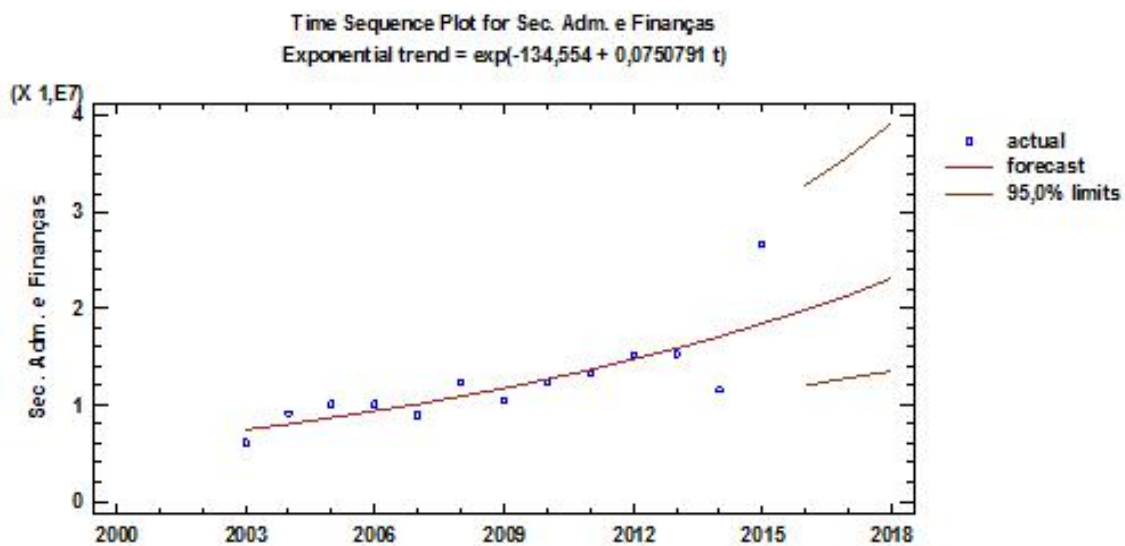


Gráfico 3 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Administração e Finanças

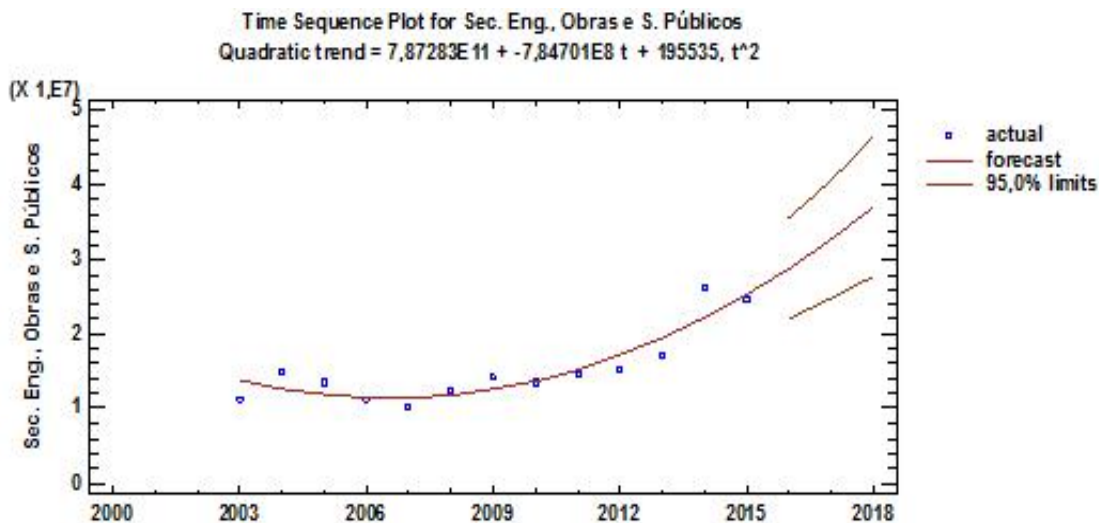


Gráfico 4 -Previsão da distribuição para a Secretaria de Engenharia, Obras e Serviços Públicos

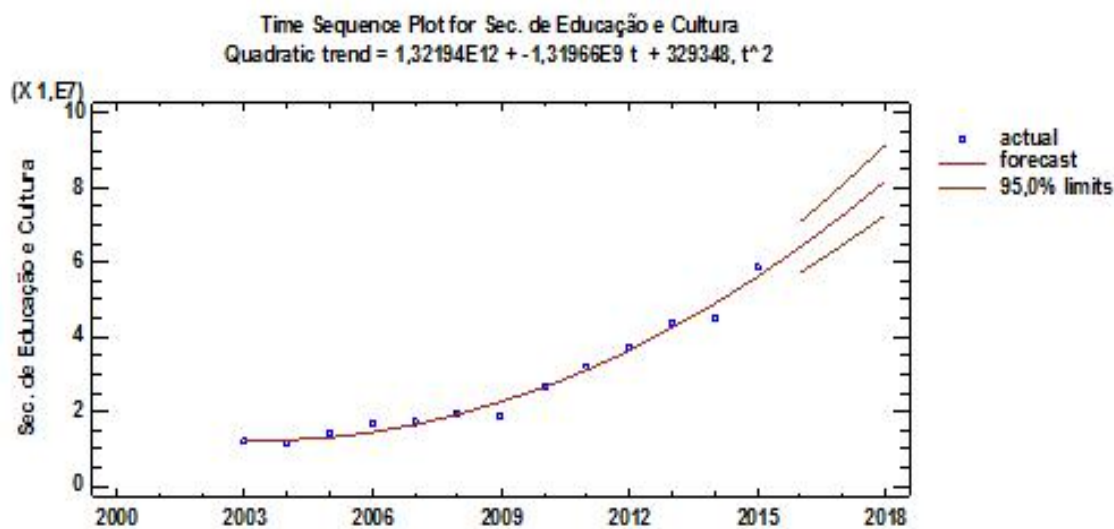


Gráfico 5 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Educação e Cultura

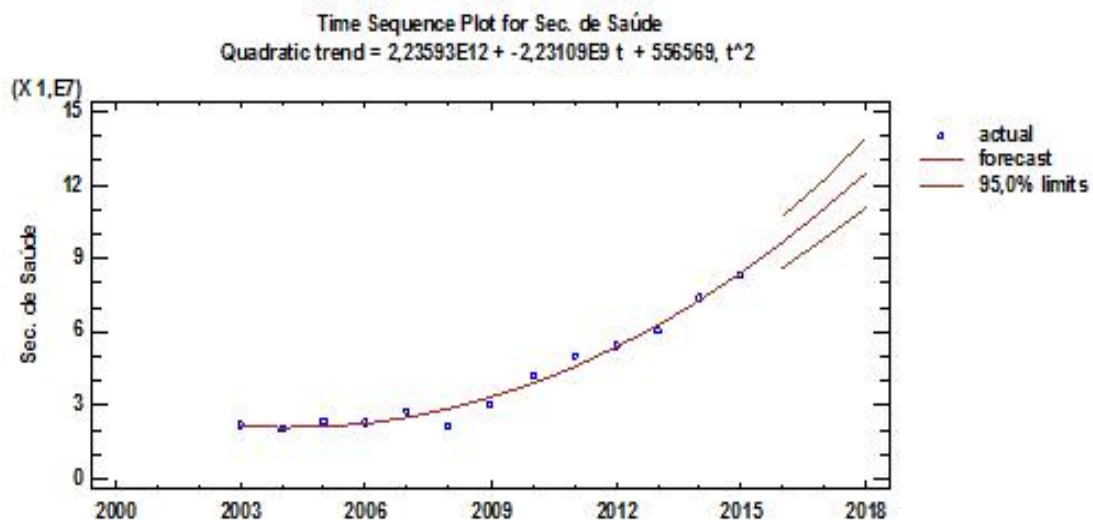


Gráfico 6 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Saúde

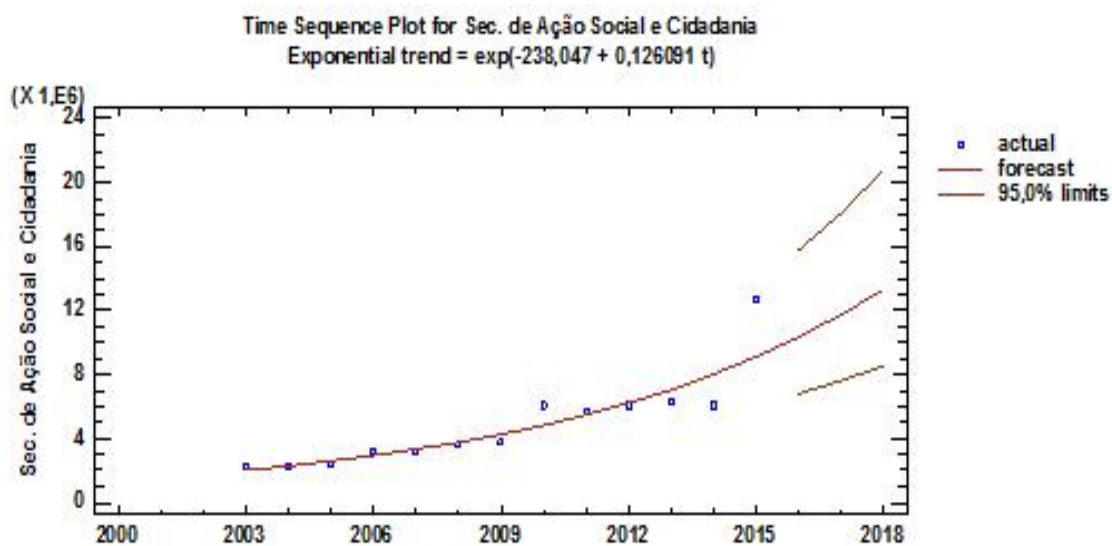


Gráfico 7 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Ação Social e Cidadania



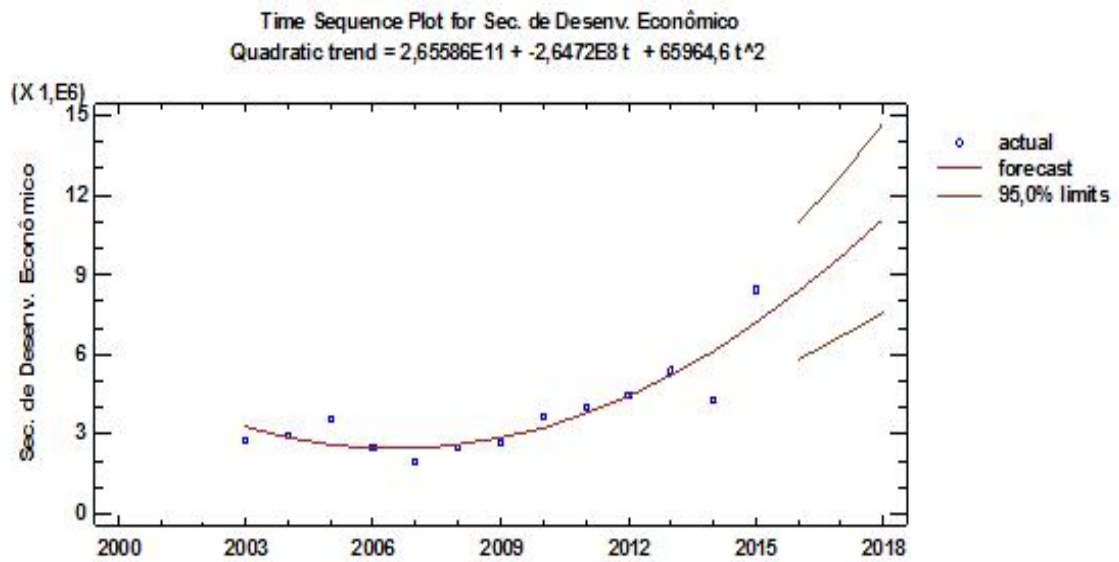


Gráfico 8 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano

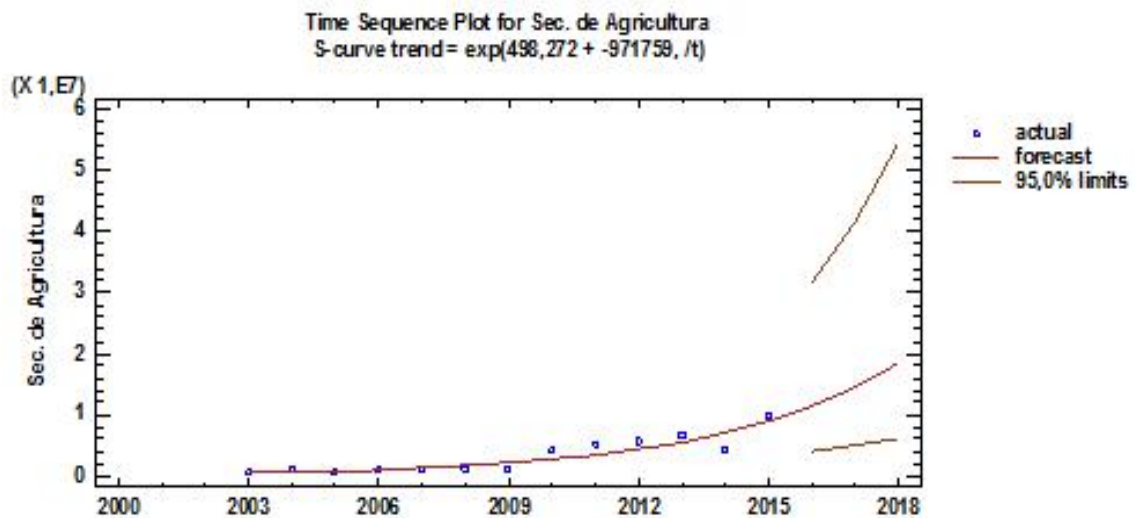


Gráfico 9 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Agricultura

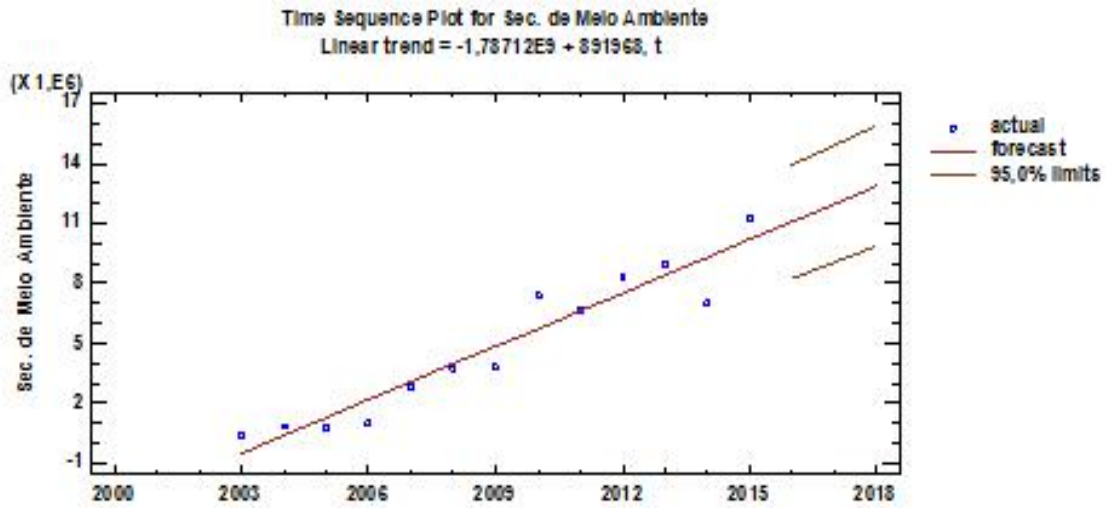


Gráfico 10 - Previsão da distribuição para a Secretaria de Meio Ambiente

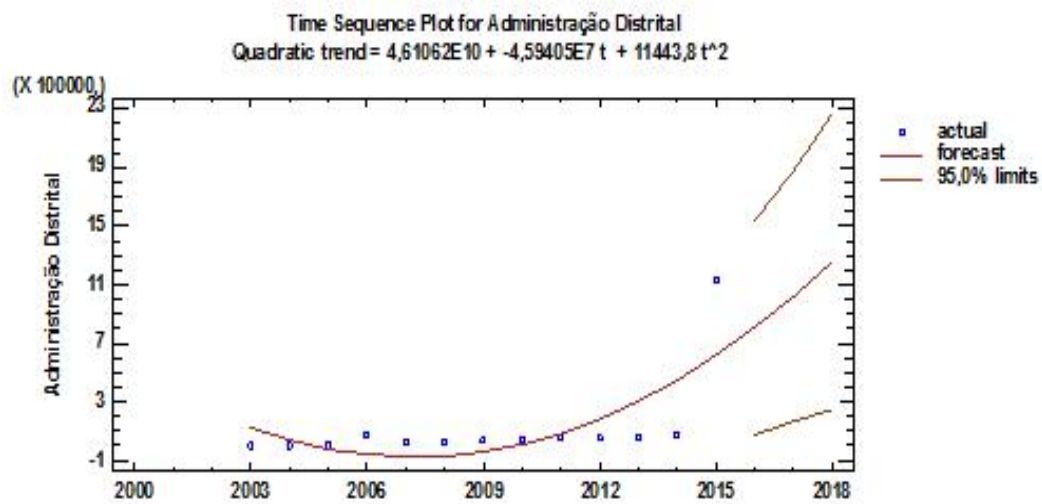


Gráfico 11 - Previsão da distribuição para a Administração Distrital

