



UNILAB

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS, AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS**

FRANCISCO ANTONIO FERNANDES MOREIRA

**PROJEÇÃO POPULACIONAL E DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS PARA O MUNICÍPIO DE MERUOCA-CE,
TENDO COMO HORIZONTE O ANO DE 2034**

REDENÇÃO - CE

2018

FRANCISCO ANTONIO FERNANDES MOREIRA

PROJEÇÃO POPULACIONAL E DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS PARA O MUNICÍPIO DE MERUOCA-CE, TENDO
COMO HORIZONTE O ANO DE 2034

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientadora: Prof^a.Dr^a. Rejane Felix Pereira

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Moreira, Francisco Antonio Fernandes.

M886p

Projeção populacional e de geração de resíduos sólidos urbanos para o município de Meruoca-CE, tendo como horizonte o ano de 2034 / Francisco Antonio Fernandes Moreira. - Redenção, 2018.
34f: il.

Monografia - Curso de Gestão De Recursos Hídricos, Ambientais E Energéticos - 2016.2, Coordenação De Pós-graduação, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Prof. Rejane Felix Pereira.

1. Planejamento estratégico. 2. Instrumento de gestão. 3. Projeção populacional. 4. Resíduos sólidos urbanos. I. Título

CE/UF/BSCL

CDD 658.4012

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA

FRANCISCO ANTONIO FERNANDES MOREIRA

PROJEÇÃO POPULACIONAL E DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS PARA O MUNICÍPIO DE MERUOCA-CE, TENDO
COMO HORIZONTE O ANO DE 2034

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em da
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data: ____/____/____

Nota: _____

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Rejane Felix Pereira (Orientadora)

Prof^a. Dra. Silvia Helena Lima dos Santos

Prof^a. Ms. Maria Patrícia Sales Castro

Às minhas avós, Francisca Costa
Fernandes e Dometília Dourado
Moreira.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A consciência, entre outras coisas, nos dá o discernimento e a compreensão de entender a vida. Assim, tê-la é a dádiva que eleva a existência.

Aos meus pais, Francisco Antonio e Angelina, aos meus irmãos, Jardas, Raulzito e Jaíne, porque a família é o cerne que nos faz.

A CAPES e a UNILAB por viabilizarem o curso.

Aos membros do corpo docente do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável que se empenharam na concepção e aprovação desse curso junto a CAPES.

Ao Brasil, espero retribuir as oportunidades que o Estado me ofereceu contribuindo para o desenvolvimento econômico e social brasileiro.

.

“Deve-se sempre desconfiar de qualquer argumento proveniente do determinismo econômico quando o assunto é a distribuição da riqueza e da renda. A história da distribuição da riqueza jamais deixou de ser profundamente política, o que impede sua restrição aos mecanismos puramente econômicos.”.

Thomas Piketty

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Crescimento populacional de Meruoca-Ce entre 1960 e 2010 - IBGE	22
Gráfico 2: Resultados do método aritmético de estimativa populacional do município de Meruoca-Ce	26
Gráfico 3: Resultados do método geométrico de estimativa populacional do município de Meruoca-Ce	27
Gráfico 4: Resultados do método dos mínimos quadrados de estimativa populacional do município de Meruoca-Ce.....	27
Gráfico 5: Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Meruoca-Ce	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Crescimento populacional de Meruoca-Ce entre 1960 e 2010 - IBGE	20
Tabela 2: Estimativa populacional do município de Meruoca-Ce pelo método aritmético	20
Tabela 3: Estimativa populacional do município de Meruoca-Ce pelo método geométrico	21
Tabela 4: Estimativa populacional do município de Meruoca-Ce pelo método dos mínimos quadrados	23
Tabela 5: Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte para o município de Meruoca-Ce.....	29

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CREA-PR	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná
GIRSU	Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos
GRU	Gestão de resíduos urbanos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<i>NIMBY</i>	<i>Not In My Backyard</i> – não em meu quintal
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PSGIRS	Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PRS	Plano de resíduos sólidos
RS	Resíduos sólidos
RSU	Resíduos sólidos urbanos
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS GERAIS:.....	12
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL:.....	14
2.2. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS:	15
2.3. ARCABOUÇO LEGAL	16
2.4. CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
2.5. SERVIÇOS OFERTADOS	17
3. METODOLOGIA	18
3.1. MÉTODO ARITIMÉTICO:.....	19
3.2. MÉTODO GEOMÉTRICO:	19
3.3. MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1. MÉTODO ARITMÉTICO	22
4.2. MÉTODO GEOMÉTRICO	23
4.3. MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS	24
4.4. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	26
4.5. GERAÇÃO DE RESÍDUOS	28
4.6. AVALIAÇÃO DO CAPÍTULO	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

PROJEÇÃO POPULACIONAL E DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA O MUNICÍPIO DE MERUOCA-CE, TENDO COMO HORIZONTE O ANO DE 2034

Francisco Antonio Fernandes Moreira¹

Rejane Felix Pereira²

RESUMO

O planejamento de longo prazo exige a utilização de instrumentos que nos permitam construir cenários factíveis e, assim, determinar as formas como suprir as demandas que sejam previstas. Com isso, é nesse sentido que o poder público deve se pautar de modo a gerir de uma forma mais eficiente o tesouro público. Logo, dentro do quadro dos entes que formam o Estado brasileiro os municípios, sobretudo os pequenos, são os que mais deixam a desejar no que se refere ao planejamento de longo prazo. Assim, instrumentos como a projeção populacional, geralmente, não são considerados quando da tomada decisão, então, determinações legais como a Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2011) e a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) assumem a condições de letras mortas, dado que os prazos determinados nas leis não são cumpridos e consequentemente são prorrogados sem que o cerne da questão seja enfrentado que é a falta de uma estrutura capaz de suprir os municípios com instrumentos de gestão de longo prazo. Logo, neste trabalho, ao projetar população futura e a geração de resíduos sólidos urbanos, de um universo, estamos demonstrando a exequibilidade de instrumentos de gestão de longo prazo, assim, adotou-se o método aritmético de projeção populacional e a correlação *per capita* de geração de resíduos de 0,65 kg/hab.dia, com isso, para os anos de 2018, 2026 e 2034 encontram-se, respectivamente, a população de 15.576, 17.459, 19.343 habitantes e a geração diária de Resíduos Sólidos Urbanos de 10,10; 11,30 e 12,60 toneladas

Palavras-chave: Instrumento de gestão. Planejamento. Projeção populacional. Resíduos sólidos urbanos.

ABSTRACT

Long-term planning requires the use of tools that allow us to construct feasible scenarios and thus determine the ways in which to meet the demands that are foreseen. With this, it is in this sense that the public power must be guided in order to more efficiently manage the public treasury. Therefore, within the framework of the entities that make up the Brazilian State, municipalities, especially the small ones, are the ones that are most incompetents when it comes to long-term planning. Thus, instruments such as population projection are generally not considered when making decisions, so, legal determinations such as the National Basic Sanitation Law and the National Solid Waste Policy Act assume the condition of dead letters, thus, the laws are not fulfilled and the deadlines are extended without that the principal of the matter being confronted which is the lack of a structure capable of supplying the municipalities with instruments of long term management. Therefore, in this work, in designing future population and the generation of urban solid waste, in a universe, we are demonstrating the feasibility of long-term management instruments.

Keywords: Management tool. Planning. Population projection. Urbansolidwaste.

¹ Estudante do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo de Redenção-Ce.

² Professora, doutora, UNILAB.

1 INTRODUÇÃO

Ao realizar uma análise sobre a projeção populacional do município de Meruoca-Ce, tendo como horizonte o ano de 2034, e uma consequente mensuração estimada da geração de resíduos sólidos urbanos, então, referind-se neste trabalho a mecanismos de gestão, como planejamento de longo prazo.

Assim, a importância do planejamento de longo prazo está na previsibilidade de demanda de serviços para um dimensionamento factível de políticas ou ações públicas.

Com isso, parte dos municípios pequenos acabam por serem incapazes de materializarem um planejamento de longo prazo realizável, ficando, assim, a reboque de políticas da União e dos Estados, que não necessariamente contemplam totalmente as necessidades dos municípios. Logo, respostas imediatas aos seus problemas (falta d'água, agentes de saúde, ocupações irregulares e etc.) acabam por ser as ações de políticas públicas.

Consequentemente, o planejamento de longo prazo é colocado num plano marginal de forma indefinida, já que pouco ou nada se percebe no que se refere as essas questões, vejamos os exemplos da Lei Nacional de Saneamento Básico e da Lei que Estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos uma vez que não encontram nos municípios a exequibilidade que os referidos ordenamentos impõem.

Nesse sentido, é diante desse quadro (ineficiência no planejamento de longo prazo) que esse trabalho se realiza, é uma forma de evidenciar que a materialidade do planejamento de longo prazo deveria se constituir como parte central das administrações municipais.

Portanto, além de uma contextualização tanto no que se refere a centralidade das projeções populacionais quanto há uma descrição que abrange a gestão dos resíduos sólidos encontram-se as estimativas populacionais e de geração de resíduos sólidos urbanos.

1.1. Objetivos Gerais

Encontrar a população futura e quantificar a provável geração de RSU. Assim, evidenciando a projeção de longo prazo como instrumento de gestão.

1.2. Objetivos Específicos

Assim, os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- Determinar a projeção populacional para o município de Meruoca através do método aritmético;
- Determinar a projeção populacional através do método geométrico;
- Determinar a projeção populacional através do método dos mínimos quadrados;
- Realizar uma comparação dos resultados das três metodologias para, então, adotar uma;
- Adotada a metodologia aplicar a correlação *per capita* de 0,65 kg/hab.dia para, então, encontrar a respectiva geração de RSU para cada ano do horizonte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A projeção populacional é um instrumento de gestão que, na administração pública, visa substanciar o planejamento adequado de serviços a serem realizados. Assim, no caso deste trabalho, como o objeto está associado a geração de resíduos sólidos urbanos estamos a tratar de uma parte do todo que é a sua gestão integrada.

Nesse sentido, a gestão integrada de resíduos sólidos (GIRS) consiste num conjunto de ações que desde a geração dos resíduos englobam a segregação, o acondicionamento, o armazenamento, a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final.

Por conseguinte, para uma eficiente aplicação do tesouro público impõe-se o planejamento de longo de prazo para que, com isso, planos, programas e ações sejam previsto e executados de modo a se estabelecer a concretude de uma realidade sustentável.

Consequentemente, quando se trata de planejamento no longo prazo, na esfera pública, estamos nos expressando sobre projeções e a populacional assume o centro dessa questão, uma vez que a existência do poder público encontra sentido em estabelecer um estado de bem-estar social onde a vida de seus cidadãos encontre na dignidade da pessoa humana o seu cerne.

2.1 Projeção Populacional

Esse tipo de instrumento torna-se imperativo nas administrações, uma vez que nas instâncias do Estado brasileiro os municípios, sobretudo os pequenos, deixam a desejar, dado que não há uma estrutura burocrática capaz de substanciar ações que encontrem materialidade através de suas sustentabilidades.

Logo, a importância desse tema está em sua utilidade nas análises de longo prazo na gestão dos recursos públicos, uma vez que o conhecimento da população futura permite que esforços sejam concentrados de modo a se antecipar as necessidades que venham a se levantar.

É nesse sentido, que Santos e Barbieri (2012) ao se referirem a documento das Nações Unidas o fazem de modo a expressar que:

Uma das recomendações do documento final foi a de inserção de variáveis demográficas no processo de planejamento, uma vez que para se obter uma visibilidade maior sobre o futuro é necessária à construção de projeções. (Santos e Barbieri, 2012, p. 3).

Assim, dos métodos adotados neste trabalho (aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados) temos expressado na literatura que o método AiBi (ou mínimos quadrados) consiste em um modelo de tendência populacional que considera uma área com população P em um determinado período de tempo t (IPECE - 2008). Logo, dito de outro modo, denota-se que a esperança é expressa como uma regressão linear da população para todo o tempo, assim, como exemplo de utilização pode-se citar Szwarcwald e de Castilho (1989).

O método geométrico considera o tempo como um exponencial para o incremento anual sobre a taxa. O crescimento populacional é função da população existente a cada instante. O método é utilizado para estimativas de menor prazo. Assim, como exemplo de utilização pode-se citar Benetti (2007).

O método aritmético parte do princípio de que o crescimento populacional se efetua através de uma taxa constante, referente à população na data inicial do período de previsão e sem acúmulo periódico, evoluindo em progressão aritmética. O método é utilizado para estimativas de menor prazo. Assim, como exemplo de utilização pode-se citar Benetti (2007).

2.2 Gestão de Resíduos Sólidos

A Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) é um tema da seara ambiental. Logo, quando da concepção de Planos de Resíduos Sólidos (PRS) a questão ambiental está posta, ou seja, está-se tratando de qualidade ambiental.

Por conseguinte, este quadro implica em valoração ambiental, logo, necessita-se entender as implicações econômicas da GRS, uma vez que se constituem como princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

conceitos como o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; o desenvolvimento sustentável; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.

Portanto, costuma-se, de uma maneira geral, dividir, no campo econômico, as falhas de mercado em duas, uma quando referente à teoria dos bens públicos e outra a teoria das externalidades, assim, a partir desses conceitos econômicos pode-se idealizar mecanismo de controle e a responsabilização a serem impostas aos agentes geradores de resíduos sólidos (RS).

2.3 Aspectos legais

Em 2007 foi sancionada a Lei 11.445 que estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico e em 2010 sancionou-se a Lei 12.305, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Ambas as leis se constituem como meios que objetivam inaugurar uma cultura de consciência sanitária ou ambiental que deixe no passado os hábitos de pouca preocupação com esse problema.

Assim, as práticas de destinar recursos insuficientes para o manejo dos RSU, de dispor os resíduos em lugares impróprios e de qualquer maneira, desde que fora da zona urbana, são combatidas na forma da lei, obrigando os agentes públicos e privados a se adequarem a essa nova conjuntura, uma vez que uma das determinações da PNRS é a responsabilização dos agentes sobre os resíduos gerados. Com isso, fazendo com que se acompanhe o ciclo de vida dos produtos ao estimular o sistema de logística reversa.

A literatura classifica essa displicência coletiva como a síndrome do “não em meu quintal” (NIMBY – Not In MyBackyard, no original), no qual as pessoas não estão preocupadas com o manejo adequado dos resíduos, apenas desejam não serem afetadas diretamente pelas eventuais externalidades negativas geradas pelo acúmulo de resíduos, ou seja, não querem pontos de despejo nas proximidades de suas residências. Logo, satisfeita essa condição, nada ou pouco lhes interessa o fim que tomam os resíduos.

2.4 Características dos Resíduos Sólidos

Conhecer os resíduos não é uma tarefa que se limita apenas à sua observação, suas propriedades, estipulação da quantidade de coletores ou a quantidade de empregados para a varrição, deve-se incluir, também, análise sobre a renda, as características de consumo e etc.

Assim, quando do ato de planejar a realização desses serviços, devem-se levar em conta os mais variados fatores que impactarão no seu custeio com intuito de dimensionar de maneira adequada a estrutura que se deverá constituir. Logo, destacam-se os seguintes fatores:

- I. Quantidade e diversidade de resíduos;
- II. Crescimento populacional e consumo;
- III. Expansão da área urbana.

Esses três fatores acabam por se apresentarem como sínteses da complexidade que envolve essa área.

A possibilidade de se estabelecer políticas que estimulem um consumo mais sustentável, que leve as pessoas às mudanças de hábitos é um exemplo dos efeitos que uma visão sistêmica de todo esse processo oferece.

2.5 Serviços Ofertados

Os problemas ambientais violam as premissas de um mercado perfeito, uma vez que não permitem eficiência alocativa sem a intervenção do governo. Assim, o conjunto de serviços para o manejo dos RS constitui-se como um bem público puro e a execução dos serviços tende a criar um monopólio natural.

Numa abordagem de mercado para o manejo dos RS temos a seguinte configuração:

I. O produto a ser ofertado num mercado de GRS é uma junção de diferentes atividades que envolvem principalmente o armazenamento, a coleta, o transporte e o descarte do resíduo;

II. A demanda de mercado constitui a necessidade que os consumidores têm de descartar de forma correta os resíduos gerados em função do seu consumo.

Assim, a oferta de mercado constitui os serviços necessários para o correto manejo dos RS de acordo com a legislação.

3 METODOLOGIA

O município de Meruoca encontra-se num maciço residual que consiste numa serra com o mesmo nome, está localizado na Região Metropolitana de Sobral (Lei Complementar nº 168/2016 – Ceará) e, também, está encravado na Área de Proteção Ambiental da Serra da Meruoca (Lei Federal nº 11.89/2008).

No último censo o município detinha uma população de 13.693 habitantes. Assim, administrativamente está dividido em 6 distritos: sede, Anil, Camilos, Palestina do Norte, Santo Antônio dos Fernandes, São Francisco.

O objeto deste trabalho constitui-se num estudo de caso, logo, consiste numa projeção populacional do município de Meruoca-Ce e a sua correspondente geração de resíduos sólidos urbanos. Assim, tem-se que se pode realizar uma projeção da população por meio de métodos matemáticos ou estatísticos e a geração de resíduos através de uma correlação *per capita* indicada por estudo de referência. Por isso, sua abordagem é quantitativa.

Nesse sentido, ao final do estudo, deve-se saber qual a população estimada para cada ano do horizonte. Assim - considerando o Manual de Orientação para a elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS do Ministério do Meio Ambiente -, optou-se por utilizar os métodos de crescimento aritmético, de crescimento geométrico e dos mínimos quadrados. Com isso, ao final escolher-se-á o que mais seguir a tendência da curva histórica.

Como fonte de dados utilizar-se-á os oferecidos pelo IBGE correspondentes aos censos de 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

Isto posto, adotar-se-á como correlação *per capita* o valor de 0,65 kg/hab.dia, já que é um dado que corresponde a média de geração para municípios com faixa populacional abaixo dos 30 mil habitantes, conforme indicadores constantes na versão 2007 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS

Logo, os métodos serão realizados da seguinte forma:

3.1 Método aritmético

Consiste em somar, à população atual, sempre o mesmo número de habitantes em iguais períodos do tempo. Graficamente, o crescimento é representado por uma linha reta, utilizando como base os dois últimos censos.

A expressão que traduz este método é a seguinte:

$$P = P_2 + \left(\frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \right) \cdot (t - t_2)$$

Onde:

P = população futura do ano t; P₂ = população do último censo;

P₁ = população do penúltimo censo; t₂ = ano do último censo;

t₁ = ano do penúltimo censo; t = ano da população futura.

3.2 Método geométrico

O modelo de crescimento da população é dado por uma progressão geométrica, sendo a curva representativa de evolução de população consequência do crescimento exponencial.

Analicamente, a fórmula que traduz este crescimento é dada pela seguinte expressão:

$$P_2 = P_1 (1 + k)^{t_2 - t_1}$$

Onde:

k = taxa de crescimento anual médio;

P₂ = população do ano 2;

P₁ = população do ano 1;

t₂ = ano 2;

t₁ = ano 1.

$$k = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \frac{\text{variação da população}}{\text{variação do tempo}}$$

3.3 Método dos mínimos quadrados

Este método resume-se ao cálculo da equação da reta dos mínimos quadrados para os valores obtidos em censos anteriores e a sua extrapolação para anos futuros. Assim, a estimativa da população (P_n), é dada pela seguinte expressão:

$$P_n = a \cdot t_n + b$$

Onde:

P_n = população no ano “n”; t_n = ano “n”.

Os parâmetros a e b são obtidos pelas seguintes expressões:

$$a = \frac{\sum t_i \sum P_i - M \sum t_i P_i}{(\sum t_i)^2 - M \sum (t_i)^2}$$

$$b = \frac{\sum t_i \sum t_i P_i - \sum P_i \sum (t_i)^2}{(\sum t_i)^2 - M \sum (t_i)^2}$$

Sendo M o número de censos disponíveis e t_i o ano em que se apurou a população P_i .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de os métodos serem aplicados faz-se necessário a observação histórica da contagem da população. Assim, observaram-se os censos demográficos de 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

Na análise dos censos demográficos pudemos constatar que a divisão clara entre população urbana e rural se dá a partir do censo de 1991. Então, para determinar essa divisão realizou-se uma aproximação para os censos de 1960 até 1980.

Para 1960, considerou-se a relação entre a quantidade pessoas em atividades agrícola/pastoris e afins e atividades de comércio/serviços e afins como sendo a que nos oferecesse a proporção da população urbana e rural, assim, encontrou-se uma população urbana correspondente a 27,75% do total.

Para 1970, considerou-se a mesma relação indicada para o censo de 1960, assim, encontrou-se uma população urbana correspondente a 30,17% do total.

Para 1980, diante da não clareza do censo de 1980 da relação indicada para os dois censos anteriores optou-se por realizar uma que considerou a origem da população no que se refere que se a procedência do habitante é urbana ou rural, logo, encontramos uma população urbana correspondente a 26,54% do total.

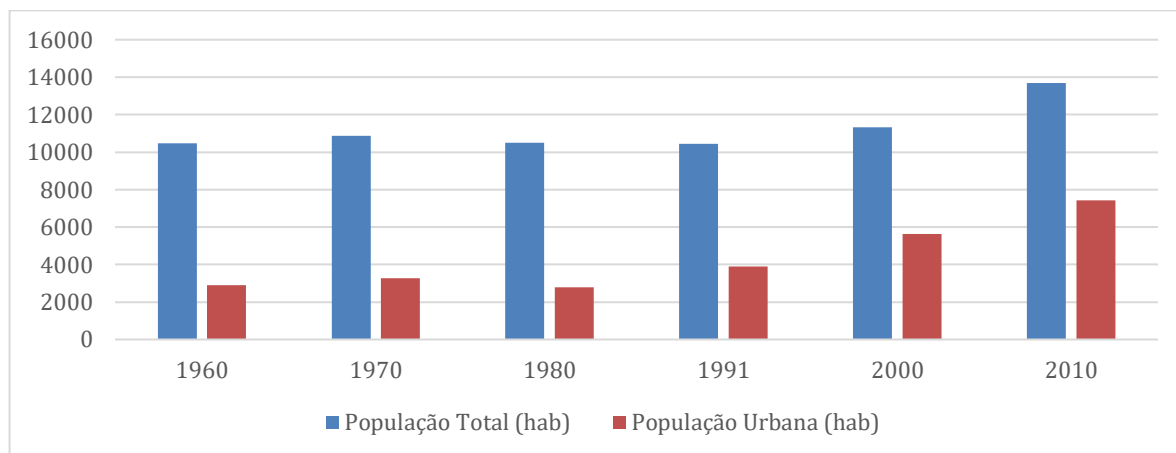
Embora a priori possa parecer estranha a queda da população ao se observar o período é perceptível que nesse recorte histórico, entre os anos da década de 1970 e 1980, se estabeleceu uma grande migração de estados nordestinos para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro em busca de trabalho e consequentemente melhores condições financeiras de vida. Assim, inclusive na contagem da população total em 1980, na tabela 1, ver-se-á sua diminuição.

Tabela 1: Crescimento populacional de Meruoca-Ce entre 1960 e 2010 - IBGE

Ano	População Total (hab)	Taxa de Cresc. da Pop. Total (% a.a)	População Urbana (hab)	População Urbana (%)	Taxa de Cresc. da Pop. Urbana (% a.a)
1960	10476	-	2907	27,75%	-
1970	10864	0,36%	3278	30,17%	1,21%
1980	10489	-0,35%	2784	26,54%	-1,62%
1991	10446	-0,04%	3890	37,24%	3,09%
2000	11339	0,92%	5627	49,63%	4,19%
2010	13693	1,90%	7420	54,19%	2,80%

Fonte: Censos Demográficos – IBGE – 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010.

Gráfico 1: Crescimento populacional de Meruoca-Ce entre 1960 e 2010 - IBGE



Fonte: Censos Demográficos – IBGE – 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010.

4.1 Método Aritmético

Aplicou-se o método aritmético. Assim, a tabela 2 expressa a projeção populacional encontrada. Logo, como se trata de uma progressão aritmética a representação gráfica desses resultados corresponde a uma reta, como se poderá observar no gráfico 1.

Tabela 2: Estimativa populacional do município de Meruoca-Ce pelo método aritmético

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	13928	7599
2012	14164	7779
2013	14399	7958
2014	14635	8137
2015	14870	8317
2016	15105	8496
2017	15341	8675
2018	15576	8854
2019	15812	9034
2020	16047	9213
2021	16282	9392
2022	16518	9572

2023	16753	9751
2024	16989	9930
2025	17224	10110
2026	17459	10289
2027	17695	10468
2028	17930	10647
2029	18166	10827
2030	18401	11006
2031	18636	11185
2032	18872	11365
2033	19107	11544
2034	19343	11723

Fonte: Elaboração do autor.

4.2 Método geométrico

Aplicou-se o método geométrico. Assim, a tabela 3 expressa a projeção populacional encontrada. Logo, como se trata de uma progressão geométrica a representação gráfica desses resultados corresponde a uma curva, assim, em função da tendência histórica essa curva consiste numa parábola.

Tabela 3: Estimativa populacional do município Meruoca-Ce pelo método geométrico

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	13954	7628
2012	14219	7842
2013	14490	8062
2014	14766	8288
2015	15047	8521
2016	15334	8760
2017	15626	9005
2018	15923	9258
2019	16227	9517

2020	16536	9784
2021	16851	10059
2022	17171	10341
2023	17498	10631
2024	17832	10929
2025	18171	11236
2026	18517	11551
2027	18870	11875
2028	19229	12208
2029	19595	12550
2030	19969	12902
2031	20349	13264
2032	20736	13636
2033	21131	14018
2034	21534	14411

Fonte: Elaboração do autor.

4.3 Método dos Mínimos Quadrados

Aplicou-se o método de mínimos quadrados. Assim, a tabela 4 expressa a projeção populacional encontrada. Logo, como se trata de uma expressão estatística que leva em consideração a influência de cada parte da série história, a representação gráfica desses resultados tende a uma reta de baixa inclinação.

Tabela 4: Estimativa populacional do município Meruoca-Ce pelo método dos mínimos quadrados

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)	valores baseados na linha de tendência – não coincidem com os
1960	9981	2129	
1970	10472	2998	
1980	10964	3868	
1991	11505	4825	
2000	11947	5608	
2010	12439	6478	

			dados do IBGE
2011	12488	6565	
2012	12537	6652	
2013	12586	6739	
2014	12635	6826	
2015	12684	6913	
2016	12734	7000	
2017	12783	7087	
2018	12832	7174	
2019	12881	7261	
2020	12930	7348	
2021	12979	7435	
2022	13029	7522	
2023	13078	7609	
2024	13127	7696	
2025	13176	7782	
2026	13225	7869	
2027	13274	7956	
2028	13324	8043	
2029	13373	8130	
2030	13422	8217	
2031	13471	8304	
2032	13520	8391	
2033	13569	8478	
2034	13618	8565	

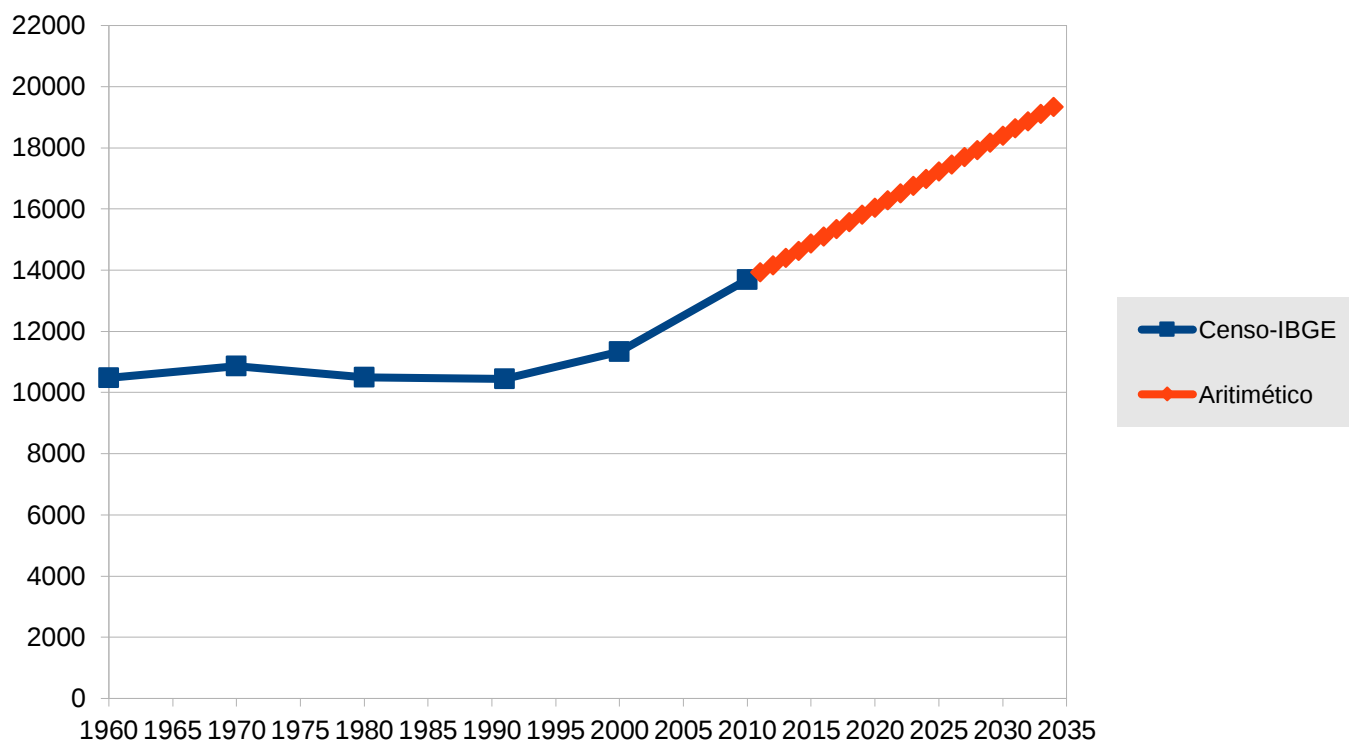
Fonte: Elaboração do autor.

	População Total (hab)	População Urbana (hab)
a =	49	87
b =	-86374	-168358

4.4 Representação Gráfica

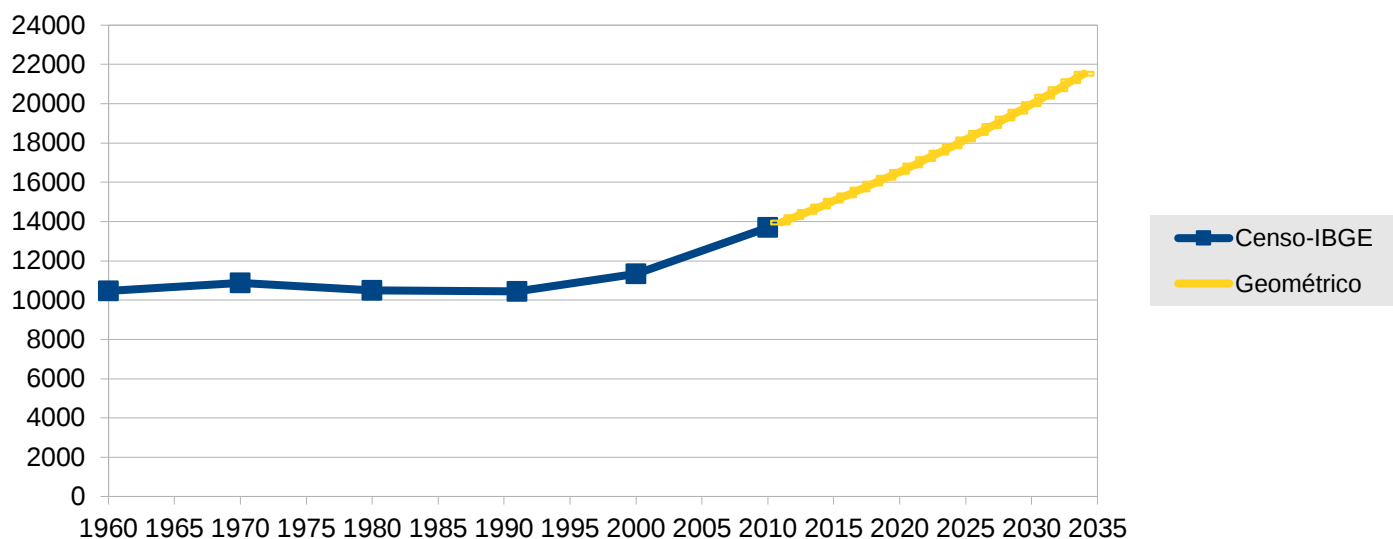
Encontrados os resultados colocaram-nos em gráficos de modo a se observar as tendências e, assim, realizar um comparativo a representação gráfica da série dos censos do IBGE. Então, a partir dessa observação deve-se escolher a que se adéqua a tendência histórica. Logo, seguem quatro Gráficos, assim, o gráfico 1 faz referência a estimativa aritmética, o gráfico 2 faz referência a estimativa geométrica, o gráfico 3 faz referência a estimativa pelos mínimos quadrados e no gráfico 4 se tem todas as estimativas juntas.

Gráfico 2: Resultados do método aritmético de estimativa populacional do município de Meruoca-Ce



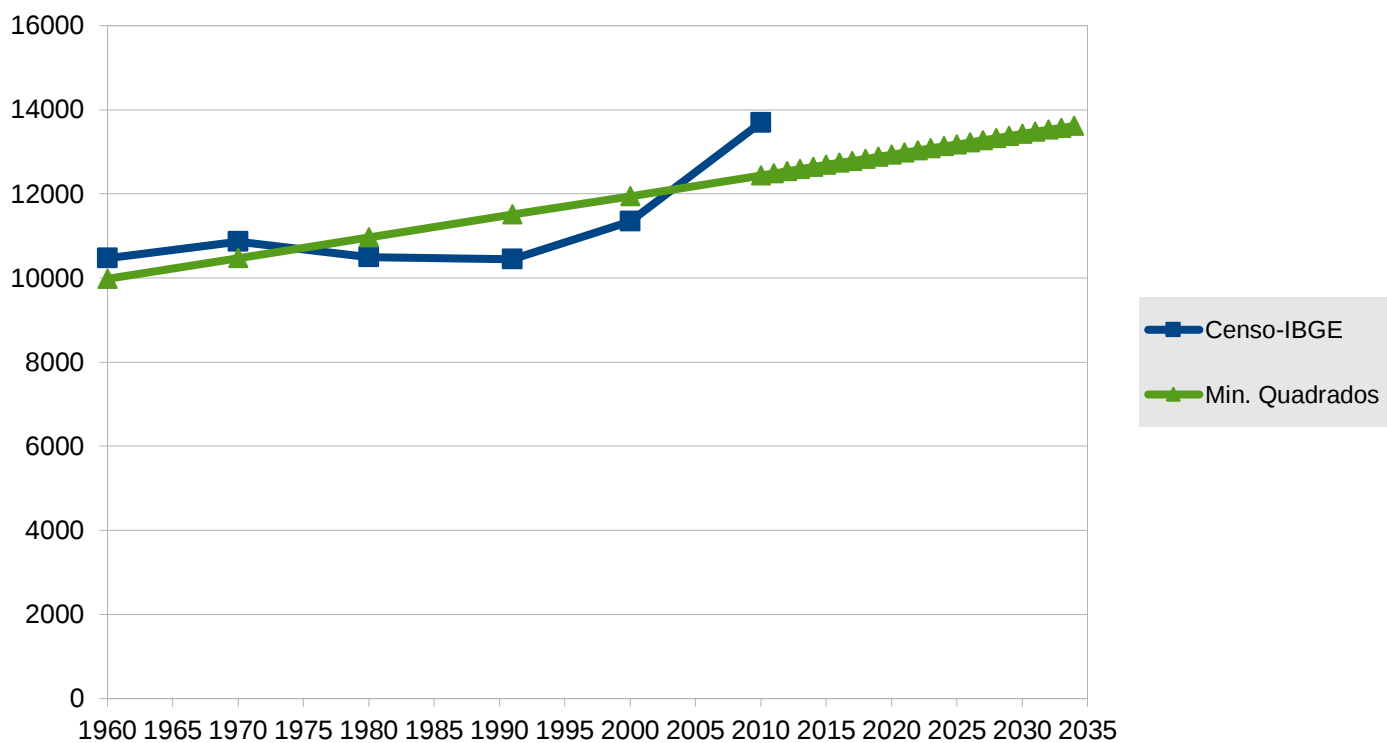
Fonte: Elaboração do autor.

Gráfico 3: Resultados do método geométrico de estimativa populacional do município de Meruoca-Ce



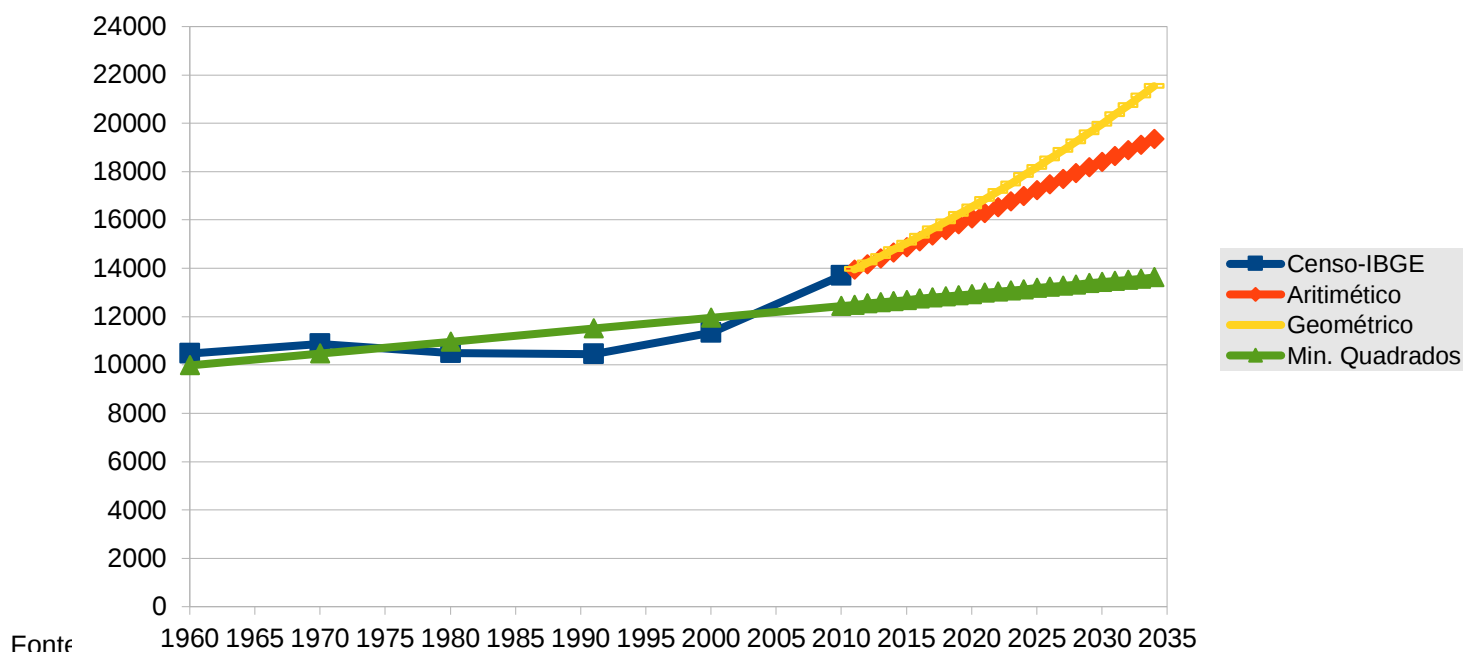
Fonte: Elaboração do autor.

Gráfico 4: Resultados do método dos mínimos quadrados de estimativa populacional do município de Meruoca-Ce



Elaboração do autor.

Gráfico 5: Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Meruoca-Ce



Fonte

Elaboração do autor.

4.5 Geração de Resíduos

Existem trabalhos que indicam a relação *per capita* de geração de resíduos. Assim, podemos citar o indicado pelo CREA-PR (2009) de 0,50/hab.dia para municípios de até 30 mil habitantes.

No entanto, como já expressado na metodologia adota-se nesse trabalho o valor de 0,65 kg/hab.dia que corresponde a média de geração para municípios com faixa populacional abaixo dos 30 mil habitantes, conforme indicadores constantes na versão 2007 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, conforme consta no Manual de Orientação para a elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS (2016).

No que se refere a escolha de que método utilizar optou-se pelo aritmético. A discussão sobre os motivos que levaram a sua escolha é objeto da seção 4.6.

Assim, seguem na tabela 5 os valores encontrados.

Tabela 5: Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte para o município de Meruoca-Ce

Ano	População Total (hab)	Geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab/dia)	Geração diária de resíduos sólidos (ton/dia)	Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano)
2011	13928	0,65	9,1	3305
2012	14164	0,65	9,2	3360
2013	14399	0,65	9,4	3416
2014	14635	0,65	9,5	3472
2015	14870	0,65	9,7	3528
2016	15105	0,65	9,8	3584
2017	15341	0,65	10,0	3640
2018	15576	0,65	10,1	3695
2019	15812	0,65	10,3	3751
2020	16047	0,65	10,4	3807
2021	16282	0,65	10,6	3863
2022	16518	0,65	10,7	3919
2023	16753	0,65	10,9	3975
2024	16989	0,65	11,0	4031
2025	17224	0,65	11,2	4086
2026	17459	0,65	11,3	4142
2027	17695	0,65	11,5	4198
2028	17930	0,65	11,7	4254
2029	18166	0,65	11,8	4310
2030	18401	0,65	12,0	4366
2031	18636	0,65	12,1	4421
2032	18872	0,65	12,3	4477
2033	19107	0,65	12,4	4533
2034	19343	0,65	12,6	4589

Fonte: Elaboração do autor

4.6 Avaliação do Capítulo

A projeção populacional é um instrumento de planejamento, que muitas vezes fica a margem nas administrações municipais, ou seja, não há uma preocupação com o estabelecimento de um quadro pessoal qualificado de modo a se estabelecer um contínuo planejamento dos serviços públicos.

Nesse sentido, este trabalho aborda essa questão quando ao projetar a geração de resíduos estaria, então, posta a condição de dimensionar os serviços relacionados ao correto manejo. Então, daí, a exemplificação que este trabalho representa.

Isto posto, como forma de auxiliar os municípios a União, através do Ministério do Meio Ambiente, ao publicar o Manual de Orientação para a elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS (2016) indica os três métodos utilizados neste trabalho.

Logo, a decisão de escolher que tendência está mais compatível, quando se está diante de semelhanças, com o porvir é uma análise que deve considerar não apenas o resultado matemático/estatístico, mas também uma percepção subjetiva de consideração do quadro atual, uma vez que as tendências ao indicarem as possibilidades não refletem cabalmente algo inalterável. Então, entre as projeções geométricas e aritméticas optou-se pela acolhida dessa última como a que melhor expõe a esperança de se realizar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No intuito de realizar uma projeção populacional e de geração de resíduos sólidos urbanos para o município de Meruoca-Ce, tendo como horizonte o ano de 2034. Assim, aplicaram-se três métodos de projeção, que foram o aritmético, o geométrico e o de mínimos quadrados, para que ao final observada à tendência se escolhesse um.

Os resultados obtidos a partir das projeções indicam que os métodos geométricos e aritméticos de partida apresentaram proximidade e que na parte final da projeção o geométrico indicava valores maiores.

O método dos mínimos quadrados ao se constituir como uma tendência geral de todo o período ofereceu resultados subdimensionados. Assim, para o caso de Meruoca-Ce o método dos mínimos quadrados se revela inadequado.

Realizando um comparativo entre a estimativa anual do IBGE e as estimativas realizadas temos que para o ano de 2017 os seguintes resultados:

- IBGE: 14.948;
- Aritmético: 15.341;
- Geométrico: 15.626;
- Mínimos quadrados: 12.783.

Por conseguinte, a projeção populacional como instrumento de gestão busca subsidiar a realização de um planejamento factível de longo prazo.

Com isso, diante dos resultados obtidos optou-se pelo método aritmético.

Assim, estudos com outros métodos de projeção podem ser elaboradas, além do que estudos que segmentem a população por faixa etária e renda.

Portanto, a questão central é a de planejamento de longo prazo factível. Assim, esses instrumentos devem fazer parte do planejamento municipal, uma vez que a falta de um planejamento mais adequado implica na ineficiência do atendimento das demandas postas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012**. São Paulo, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA. SINDICATO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia de orientação para adequação à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. São Paulo, 2011.

BENETTI, Joana Kirchner. A Utilização da Projeção Populacional na Elaboração de Projetos de Saneamento Básico: Estudo de Caso, Ijuí, RS. 2007. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Tecnologia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2007.

BRASIL. decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm> Acesso em: 03 mar. 2018.

. Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007 Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 03 mar. 2018.

. Lei nº 11.891 de 24 de dezembro de 2008. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Serra da Meruoca, no Estado do Ceará, e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11891.htm> Acesso em: 13 mar. 2018.

. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 13 mar. 2018.

CEARÁ. Lei Complementar nº 168, de 27 de dezembro de 2016. Dispõe sobre a Criação da Região Metropolitana de Sobral. Cria o Conselho de Desenvolvimento e Integração da Região Metropolitana de Sobral. Disponível em <<https://apeoc.org.br/wp-content/uploads/2017/03/doeaumentodaprevidencia.pdf>> Acesso em: 03 mar. 2018.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO PARANÁ (CREA-PR). **Guia para a Elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos, Volume I**. Curitiba. 2009.

DIAS, Ana Carolina Martins. **Avaliação da gestão de RSU a Nível Nacional – O Usode Indicadores**. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade deAveiro, 2009.

IBGE. **Censo Demográfico**, 1960. Disponível em:
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/68/cd_1960_v1_t4_ce.pdf>
Acesso em: 03 mar. 2018.

. **Censo Demográfico**, 1970. Disponível em:
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/69/cd_1970_v1_t7_ce.pdf>
Acesso em: 03 mar. 2018.

. **Censo Demográfico**, 1980. Disponível em:
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/72/cd_1980_v1_t4_n9_ce.pdf>
Acesso em: 03 mar. 2018.

. **Censo Demográfico**, 1991. Disponível em:
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/82/cd_1991_n11_caracteristicas_populacao_domicilios_ce.pdf> Acesso em: 03 mar. 2018.

. **Censo Demográfico**, 2000. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br> > Acesso em: 03 mar. 2018.

. **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br> > Acesso em: 03 mar. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos ResíduosSólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa**. Brasília. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **NOTA TÉCNICA Nº 29**. Fortaleza. 2008.

LOPES, Margarida Vidal Silva. **Contribuição para um modelo sustentável deresíduos urbanos a nível municipal**. Departamento de Ambiente e Ordenamento.Universidade de Aveiro, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS: Manual de Orientação**. 3ª edição. Brasília: MMA. 2016.

MORAES, Orozimbo José. **Economia Ambiental: Instrumentos Econômicos para oDesenvolvimento Sustentável**. 1ª Edição. São Paulo: Centauro, 2009.

PIZZO, Heloisa. **Gestão da Limpeza Urbana: Um Investimento para o Futuro dasCidades**. São Paulo. 2010. Disponível em<http://www.ablp.org.br/pdf/Heloisa_Pizzo.pdf>. Acesso em: 03mar. 2018.

SANTOS, Ronaldo Onofre dos. BARBIERI, Alisson Flávio. **Crescimento Econômico, Projeções Populacionais e Planejamento Regional: Cenários Econômico-Demográficos para o Alto Paraopeba - MG.** Disponível em <
http://diamantina.cedeplar.ufmg.br/portal/download/diamantina-2012/crescimento_economico_projecoes_populacionais_e_planejamento_regional.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2018.

SZWARCWALD, Célia Landmann. Castilho, Euclides Ayres de. **Proposta de um Modelo para Desagregar Projeções Demográficas de Grandes Áreas em seus Componentes Geográficos.** Disponível em
<https://www.scielo.org/pdf/rsp/1989.v23n4/269-276/pt>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

THOMAS, Janet M. CALLAN, Scott J. **Economia Ambiental: Fundamentos, Política e Aplicações.** 1ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2012.