



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIAS**

VIRGINIA ANA MENDES

**EVOLUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
EM OITO CIDADES DO MACIÇO DE BATURITÉ / CE**

REDENÇÃO- CE

2023

VIRGÍNIA ANA MENDES

EVOLUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM
OITO CIDADES DO MACIÇO DE BATURITÉ / CE

Trabalho apresentado à Universidade da
Integração Internacional da Lusofonia Afro-
Brasileira, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de Energias.

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

REDENÇÃO-CE

2023

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

Mendes, Virgínia Ana.

M538e

Evolução da geração de Resíduos sólidos urbanos em oito cidades do Maciço de Baturité/ CE / Virgínia Ana Mendes. - Redenção, 2023. 101fl: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Energias, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2023.

Orientadora: Profa.Dra. Rejane Felix Pereira.

1. Resíduos sólidos urbano. 2. Crescimento urbano. 3. Crescimento demográfico. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 628.445

TERMO DE APROVAÇÃO

VIRGÍNIA ANA MENDES

EVOLUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM OITO CIDADES DO MACIÇO DE BATURITÉ / CE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em formato de monografia ao curso de bacharelado em Engenharia de Energias, vinculado ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável (IEDS), da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Energias.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Rejane Felix Pereira (Orientadora)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira
(UNILAB)

Prof. Dr. Eduardo de Sousa Lemos
Procurador do Ministério Público junto ao Tribunal de Contas d do
Ceará (MP/TCE-CE)

Prof^a. Dr^a. Juliana Alencar Firmo Araújo
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira
(UNILAB)

A Deus por permitir que minha caminhada na Terra aconteça ao lado de pessoas especiais. Aos meus pais, pelo amor incondicional e apoio.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meu profundo agradecimento a Deus, meus pais Amália Pereira Mendes e Jorge Mendes, minhas irmãs e irmão, meu namorado Salomão Moreira Focna e minha orientadora, Professora Dra. Rejane Felix Pereira.

A Deus, agradeço por Sua presença constante em minha vida, por Sua orientação e amor incondicional. Sou grata pela Sua graça e bênçãos, que me sustentam e me fortalecem diariamente.

Aos meus pais, Amália Pereira Mendes e Jorge Mendes, sou imensamente grata pelo amor, apoio e dedicação que vocês me deram ao longo dos anos. Vocês têm sido meus pilares, meus maiores incentivadores e exemplos de amor, resiliência e bondade. Sou verdadeiramente abençoada por ter pais tão maravilhosos como vocês.

Às minhas irmãs e irmão, sou grata pela conexão profunda e pelo apoio mútuo que compartilhamos. Vocês são minha família, meus amigos e confidentes. O carinho e o vínculo que temos são preciosos para mim.

A meu namorado, Salomão Moreira Focna, agradeço por estar sempre ao meu lado, apoiando-me e inspirando-me a alcançar o melhor de mim mesma. Seu amor, compreensão e incentivo têm sido fundamentais em minha jornada.

À minha orientadora, Professora Dra. Rejane Felix Pereira, agradeço por sua orientação acadêmica e profissional. Sua sabedoria, expertise e dedicação têm sido essenciais para o meu crescimento intelectual e sucesso em meus estudos.

A cada um de vocês, meu mais profundo agradecimento por fazerem parte da minha vida. Sou grata por todo o amor, apoio, ensinamentos e inspiração que recebi de cada um de vocês. Vocês tornam minha jornada significativa e especial

RESUMO

Os resíduos sólidos urbanos constituem um grande problema na atualidade. A falta de uma boa gestão e gerenciamento podem ocasionar danos irreversíveis ao meio ambiente, já que a geração dos resíduos é inevitável e decorre de vários fatores. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a projeção da geração de resíduos sólidos urbanos em Redenção, Acarape, Baturité, Aracoiaba, Barreira, Pacoti, Palmácia e Guaramiranga, com base na projeção populacional até o ano de 2034. A realização deste trabalho baseia-se na metodologia qualitativa e quantitativa, através da projeção da população por meio dos métodos estatísticos e a sua interpretação através dos postulados teóricos. Foram utilizados dados do IBGE do censo de 1960 até 2010, aplicando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados. A população projetada nos municípios foi de 191.065 habitantes em 2034, o que permite estimar a geração dos resíduos sólidos, considerando a demanda crescente de 2011 até 2034, em pouco mais de 45.331 ton/ano.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos; Projeção Populacional.

ABSTRACT

Urban solid waste is a major problem today, the lack of good management and management can cause irreversible damage to the environment, since its waste generation is inevitable and stems from several factors. The present work aims to present the projection of the generation of urban solid waste in Redenção, Acarape, Baturité, Aracoiaba, Barreira, Pacoti, Palmácia and Guaramiranga, based on the population projection until the year 2034. For the accomplishment of this work, it is based on the qualitative and quantitative methodology, this is due to the approach of the projection of the population through the statistical methods and its interpretation through the theoretical postulates. For data sources, IBGE data were used, starting from the 1960 to 2010 census, applying the arithmetic, geometric and least squares methods. The projected population in the municipalities was 191.065 inhabitants in 2034, which allows estimating the generation of solid waste, considering the growing demand from 2011 to 2034 (a little more than 45.331 ton/year).

Keywords: Urban solid waste ; Population Projection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Aproveitamento do biogás em aterros sanitários.....	31
Figura 2- Motor ciclo Otto.	32
Figura 3- Microturbinas a gás.	33
Figura 4- Mapa do município de Redenção.	36
Figura 5- Mapa do município de Acarape	37
Figura 6- Mapa do município de Baturité	37
Figura 7- Mapa do município de Aracoiaba	38
Figura 8- Mapa do município de Barreira	39
Figura 9 Mapa do município de Pacoti	39
Figura 10- Mapa do município de Palmácia	40
Figura 11- Mapa do município de Guaramiranga	41
Figura 12 -Crescimento Populacional de Redenção entre 1960 e 2010	43
Figura 13- Crescimento Populacional de Acarape entre 1960 e 2010	44
Figura 14- Crescimento Populacional de Baturité entre 1960 e 2010.....	44
Figura 15- Crescimento Populacional de Aracoiaba entre 1960 e 2010.....	45
Figura 16- Crescimento Populacional de Barreira entre 1960 e 2010	46
Figura 17- Crescimento Populacional de Pacoti entre 1960 e 2010	46
Figura 18 – Crescimento Populacional de Palmácia entre 1960 e 2010	47
Figura 19- Crescimento Populacional de Guaramiranga entre 1960 e 2010.....	48

Figura 20 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Redenção	49
Figura 21 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Acarape	49
Figura 22 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Baturité-	50
Figura 23- Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Aracoiaba-	50
Figura 24 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Barreira-	51
Figura 25 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Pacoti-	51
Figura 26 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Palmácia-	52
Figura 27- Resultados dos métodos de estimativa populacional do município deGuaramiranga	52
Figura 28– Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Redenção	53
Figura 29 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Acarape.	54
Figura 30 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Baturité.....	55
Figura 31– Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Aracoiaba	55
Figura 32 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Barreira.....	56
Figura 33– Geração anual de resíduos sólidos ton/ano do município Pacoti...	56
Figura 34 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Palmácia	56

Figura 35 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Guaramiranga	58
Figura 36 - Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) nos municípios analisados	59
Figura 37 - Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) nos municípios analisados por porcentagem (%)	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Crescimento Populacional de Redenção entre 1970 e 2010	65
Tabela 2 - Crescimento Populacional de Acarape entre 1991 e 2010	65
Tabela 3 - Crescimento Populacional de Baturité entre 1970 e 2010	65
Tabela 4 - Crescimento Populacional de Aracoiaba entre 1970 e 2010	66
Tabela 5 - Crescimento Populacional de Barreira entre 1991 e 2010	66
Tabela 6 - Crescimento Populacional de Pacoti entre 1970 e 2010	66
Tabela 7 - Crescimento Populacional de Palmácia entre 1970 e 2010	67
Tabela 8 - Crescimento Populacional de Guaramiranga entre 1970 e 2010	67
Tabela 9 - Estimativa populacional do município de Redenção pelo método aritmético	68
Tabela 10- Estimativa populacional do município de Redenção pelo método geométrico	68
Tabela 11- Estimativa populacional do município de Redenção pelo método dos mínimos quadrados.....	69
Tabela 12- Estimativa populacional do município Acarape pelo método aritmético	69
Tabela 13- Estimativa populacional do município Acarape pelo método geométrico	70
Tabela 14- Estimativa populacional do município Acarape pelo método dos mínimos quadrados	71
Tabela 15- Estimativa populacional do município de Baturité pelo método aritmético	72
Tabela 16- Estimativa populacional do município Baturité pelo método geométrico	73
Tabela 17- Estimativa populacional do município Baturité pelo método dos mínimos quadrados.....	74
Tabela 18- Estimativa populacional do município de Aracoiaba pelo método aritmético	75
Tabela 19- Estimativa populacional do município Aracoiaba pelo método geométrico	75
Tabela 20- Estimativa populacional do município Aracoiaba pelo método dos mínimos quadrados	76
Tabela 21- Estimativa populacional do município de Barreira pelo método aritmético	77
Tabela 22- Estimativa populacional do município Barreira pelo método geométrico	77

Tabela 23- Estimativa populacional do município Barreira pelo método dos mínimos quadrados	78
Tabela 24- Estimativa populacional do município de Pacoti pelo método aritmético	79
Tabela 25- Estimativa populacional do município Pacoti pelo método geométrico.....	80
Tabela 26- Estimativa populacional do município Pacoti pelo método dos mínimos quadrados	81
Tabela 27- Estimativa populacional do município de Palmácia pelo método aritmético	82
Tabela 28- Estimativa populacional do município Palmácia pelo método geométrico	83
Tabela 29 - Estimativa populacional do município Palmácia pelo método dos mínimos quadrados	84
Tabela 30- Estimativa populacional do município de Guaramiranga pelo método aritmético.....	85
Tabela 31- Estimativa populacional do município Guaramiranga pelo método geométrico	86
Tabela 32- Estimativa populacional do município Guaramiranga pelo método dos mínimos quadrados	87
Tabela 33- Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de Redenção	88
Tabela 34 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de Acarape	89
Tabela 35 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de Baturité	90
Tabela 36 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de Aracoiaba.....	91
Tabela 37- Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de Barreira	92
Tabela 38 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de Pacoti	93

Tabela 39 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de Palmácia	94
Tabela 40 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de Guaramiranga	95
Tabela 41- Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) nos municípios analisados	96
Tabela 42- Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) nos municípios analisados por porcentagem (%).	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
IBGE	Instituto Brasileira de Geografia e Estatística
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
PSGIRS	Plano Simplificado de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
GIRSU	Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos
GRS	Gestão de Resíduos Sólidos
FGV	Fundação Getulio Vargas
PMGIRS	Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
BEN	Balanco Energético Nacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Objetivos:	15
1.1.1	Objetivo geral.....	15
1.1.2	Objetivos específicos.....	15
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1	Resíduos sólidos urbanos.....	16
2.2	Gestão de resíduos sólidos.....	20
2.2.1	Gestão de resíduos sólidos nos municípios.....	24
2.3	Potencial energético dos resíduos sólidos	29
3.	METODOLOGIA.....	35
3.1	Método aritmético	35
3.2	Método geométrico.....	36
3.1	Método dos mínimos quadrados.....	36
3.1	Projeção da geração de resíduos sólidos.....	37
3.2	Caracterização das Áreas de Estudo	37

3.5.1	Redenção	37
3.5.2	Acarape	38
3.5.1	Baturité	38
3.5.2	Aracoiaba	39
3.5.1	Barreira.....	40
3.5.1	Pacoti.....	41
3.5.2	Palmácia	42
3.5.1	Guaramiranga	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	Projeção da população	42
4.1.1	Projeção populacional do município de Redenção.....	42
4.1.2	Projeção populacional do município de Acarape	42
4.1.3	Projeção populacional do município de Baturité	42
4.1.4	Projeção populacional do município de Aracoiaba	42
4.1.5	Projeção populacional do município de Barreira	42
4.1.6	Projeção populacional do município de Pacoti	43
4.1.7	Projeção populacional do município de Palmácia	43

4.1.8 Projeção populacional do município de Guaramiranga.....	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS	68
APÊNDICES A.....	72
APÊNDICES B	66
APÊNDICES C	90
APÊNDICES D	98

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os municípios são responsáveis pela gestão de seus RSU, e muitas vezes enfrentam dificuldades para solucionar problemas de resíduos. Esses problemas normalmente são motivados por falta de organização, dificuldades econômicas e a complexidade do sistema de gestão. Geralmente, as cidades usam diferentes tecnologias, políticas e comportamentos para controlar os impactos negativos dos resíduos sólidos e procuram diferentes formas de reutilização desses resíduos (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2016). A política de gestão dos resíduos sólidos deve incluir questões relacionadas ao ciclo de vida do produto, no sentido de minimizar o impacto residual no meio ambiente. O gerenciamento de resíduos deve priorizar o combate ao desperdício e incentivar a coleta seletiva.

Este trabalho aborda a projeção da população por meio dos métodos estatísticos, a sua metodologia é quantitativa. Para estimar o incremento na geração de resíduos sólidos, utilizou-se os dados populacionais do IBGE, começando do censo de 1960 a 2010, e uma projeção de 2010 a 2034 aplicando-se os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados. Com a população estimada até 2034 é possível ter noção do crescimento da população e, conseqüentemente, o crescimento da geração dos resíduos sólidos. Possibilitando, assim, o planejamento das políticas públicas a serem aplicadas nos municípios, notadamente a de gestão dos resíduos sólidos. A população projetada nos municípios foi de 191.065 habitantes em 2034, o que permite estimar a geração dos resíduos sólidos, considerando a demanda crescente de 2011 até 2034 (pouco mais de 45.331ton/ano).

As projeções populacionais são instrumentos importantes quanto se trata de gestão pública, definitivamente as projeções populacionais fornecem estimativas populacionais e indicadores demográficos prospectivos e são a principal fonte de informação populacional. As projeções populacionais constituem como sendo uma importante ferramenta para avaliações da transformação do meio físico e social, buscando a elaboração e formulação de políticas e ações urbanas. Os indicadores [...] “são normalmente medidas numéricas que têm função de estruturar e dar informações sobre questões-chave e suas tendências consideradas relevantes para o desenvolvimento sustentável” (SANTIAGO E DIAS, 2012, p.204).

1.1 Objetivos:

1.1.1 Objetivo geral

- Analisar a projeção da geração de resíduos sólidos urbanos em diferentes cidades do Maciço de Baturité.

1.1.2 Objetivos específicos

- Compreender os tipos de RSU nos municípios estudados;
- Avaliar a destinação final;
- Identificar os desafios tecnológicos para o aproveitamento energético de RSU;
- Apresentar os impactos provocados.

1.2 Estrutura do trabalho

O está dividido em três partes:

- (I) a primeira parte contextualiza o objeto da pesquisa, onde são trazidas as principais questões como: os tipos dos resíduos sólidos urbanos; as normas da ABNT que regularizam todo o setor de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil; e as diferentes formas de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos nos municípios estudados. Também são abordados os potenciais energéticos através de resíduos sólidos.
- (II) (II) A segunda parte do trabalho trata de dados estatísticos dos municípios, onde são apresentados os métodos, as fórmulas adotadas para calcular as projeções populacionais e residuais; também são calculados os dados disponíveis que posteriormente ajudaram a alcançar os dados almejados;
- (III) (III) E por último, são trazidas as conclusões finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Resíduos sólidos urbanos

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), ao longo do tempo, vem acarretando problemas ambientais, e muitas vezes ocasionam danos irreversíveis ao meio ambiente. No âmbito gerencial, os RSU representam um desafio para os gestores públicos, devido ao aumento da população e, conseqüentemente, crescentes volumes de resíduos sólidos. Os RSU necessitam de um gerenciamento adequado devido às suas diferentes características e origens.

Segundo a *International Solid Waste Association* (ISWA, 2022), estima-se que, no cenário vigente de produção de bens de consumo, a geração de resíduos sólidos urbanos aumentará em todo o mundo, passando de 2 bilhões de toneladas/ano em 2016 para 3,4 bilhões de toneladas em 2050, sendo que a maior parte desse aumento será observada em países de baixa renda, onde a geração deve triplicar. O mundo ainda carece de um sistema de gestão de resíduos justo, que é um direito humano global. A Declaração Universal dos Direitos Humanos, no artigo 25 dispõe que “todos têm direito a condições de vida adequadas à sua saúde e bem-estar e de sua família” (ISWA, 2022, p.9).

No Brasil, os municípios são responsáveis pela gestão de seus RSU, e muitas vezes enfrentam dificuldades para solucionar problemas de resíduos. Esses problemas normalmente são motivados por falta de organização, dificuldades econômicas e a complexidade do sistema de gestão. Segundo Lopes (2003, p.25), a problemática dos resíduos sólidos não se restringe apenas à questão da destinação final deles, a falta de conscientização da população diante dos problemas relacionados aos resíduos é o ponto de maior importância a ser trabalhado pelos agentes públicos.

De acordo com o Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PSGIRS) do Ministério do Meio Ambiente, devido à complexidade das atuais demandas ambientais, sociais e econômicas, o Governo, a sociedade civil e iniciativa privada buscam alternativas capazes de mitigar os impactos indesejáveis decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

Há uma crescente ideia que indica que a gestão integrada de resíduos sólidos e os processos de tecnologia limpa são caminhos ambientalmente saudáveis, economicamente viáveis e tendem a ser cada vez mais exigidos pela sociedade (PSGIRS, 2016). Para gerenciamento de RSU é importante estudar sobre a projeção populacional, que é um

instrumento de gestão importante na administração pública, com o objetivo de fortalecer o planejamento dos resíduos. Nesse sentido, o trabalho objetiva analisar a projeção da geração de resíduos sólidos urbanos em diferentes cidades do Maciço de Baturité.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os RSU são todos os materiais sólidos ou semissólidos, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Também são considerados RSU os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam, para isso, soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

As definições dos resíduos sólidos são diversas e complexas. Os RSU são produzidos por inúmeras atividades humanas. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) classifica os resíduos sólidos quanto à origem em: resíduos domiciliares; resíduos de limpeza urbana; resíduos sólidos urbanos; resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; resíduos industriais; resíduos de serviços de saúde; resíduos da construção civil; resíduos agropecuários; resíduos de serviços de transportes; resíduos de mineração (BRASIL, 2010).

No Brasil, a lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, institui a Política Nacional de Saneamento e estabelece diretrizes nacionais para saneamento básico e enquadra a limpeza urbana e o manejo de resíduos urbanos como uma das quatro atividades de saneamento básico, de competência municipal. Enquanto os resíduos sólidos de origem não domiciliar, no caso do serviço de saúde ou da construção civil, são de responsabilidade do gerador, de acordo com a legislação vigente (GUNTHER, 2008:3).

Os RSU englobam os resíduos provenientes de atividades domésticas em residências e os resíduos da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, além de outros serviços de limpeza urbana (SANTIGO E DIAS, 2012, p.203). Os resíduos sólidos são diversificados, por exemplo, os resíduos sólidos domiciliares é constituído desde os restos de alimentos, papéis, plásticos, metais e vidros, às vezes contém componentes considerados perigosos, que são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública.

Os resíduos sólidos podem não ter utilidade para quem produz, entretanto podem ser reutilizados em outros processos produtivos como servir de matéria-prima secundária. O

ambiente urbano proporciona à maioria dos indivíduos a oportunidade de acesso a bens e serviços originando, assim, concentração populacional e, conseqüentemente, aumenta a produção de resíduos sólidos, trazendo desafios à gestão de resíduos.

Conforme a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, apenas 27,7% dos municípios brasileiros dispõem de seus resíduos em aterro sanitário e 7% dos municípios têm programas de coleta seletiva (SANTIAGO E DIAS, 2012, p.203). Atualmente, o Brasil conta com um número considerado dos depósitos de resíduos sólidos a céu aberto, principalmente nos municípios com população inferior a 10.000 habitantes. E muitos municípios brasileiros não conseguem cumprir prazos estipulados pela PNRS.

Os lixões são locais inadequados que recebem restos de materiais e não possuem nenhum tipo de tratamento para estes resíduos. O lixo é acumulado a céu aberto causando proliferação de doenças, contaminação do ar, da água e do solo (CASTILHOS JR, 2003).

Verifica-se também que a destinação mais utilizada ainda é o depósito de resíduos sólidos a céu aberto na maioria dos municípios com população inferior a 10.000 habitantes, considerados de pequeno porte, correspondendo a cerca de 48% dos municípios brasileiros. Nesses municípios, 63,6% dos resíduos sólidos coletados são depositados em lixões, enquanto 16,3% são encaminhados para aterros controlados” (ZANTA, 2016, p.2).

A problemática dos resíduos sólidos é de grande complexidade, reflete no ambiente e nas condições sanitárias vivenciadas pela comunidade, estando diretamente relacionada às condições socioeconômicas e culturais da população. Considerando a sua origem, a sua composição e a sua classificação em termo das suas periculosidades, podem- se criar impactos ambientais e efeitos à saúde (GUNTHER, 2008).

O Brasil dispõe de uma legislação ampla (leis, decretos, portarias etc.) que, ao todo, não tem conseguido equacionar o problema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU) (ZANTA, 2016). Relativamente à questão de aspectos legais e normativos, no Brasil ainda há problemas relacionados às diretrizes (falta de clareza nas leis), no gerenciamento integrado em diversos órgãos.

A lei nº12.305, de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos (PNRS), alterando a Lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Tem como objeto e o campo de aplicação os princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à

gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos gestores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010). São alguns dos princípios e objetivos de Planos Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos:

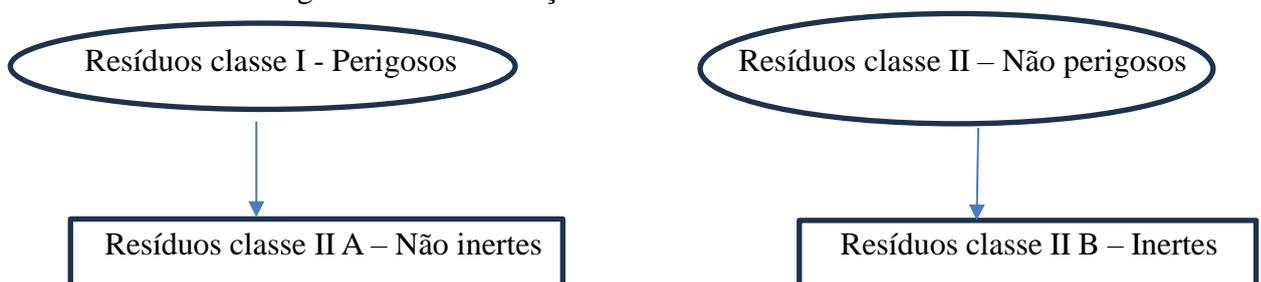
A prevenção e a precaução; a visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos; o desenvolvimento sustentável; o direito da sociedade à informação e ao controle social; proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos; gestão integrada de resíduos sólidos; capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos; estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável (BRASIL, 2010).

A ABNT apresenta referências normativas dos resíduos sólidos:

- Portaria nº 204/1997 do Ministério dos Transportes;
- NBR 10005:2004 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos;
- NBR 10006:2004 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos;
- NBR 10007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos;
- NBR 12808:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Classificação;
- NBR 14598:2000 – Produtos de petróleo – Determinação do ponto de fulgor pelo aparelho de vaso.

A ABNT classifica os resíduos sólidos envolvendo a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem. Essas classificações levam em conta os riscos potenciais dos resíduos sólidos no meio ambiente e à saúde pública. Quanto à periculosidade, os resíduos são classificados em:

Fluxograma da classificação dos resíduos sólidos.



Os resíduos classe I (perigosos) podem apresentar inflamabilidade, periculosidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Os resíduos classe II A (não inertes) podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Enquanto resíduos classe II B (Inertes) são resíduos quando amostrados de uma forma representativa, submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

2.2 Gestão de resíduos sólidos

Devido aos crescentes problemas ligados aos RSU, faz-se necessário adotar medidas que possibilitem controle, desde a geração até a destinação final. A Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) é tido como conjunto de ações voltadas a solucionar problemas sobre resíduos sólidos, levando em conta as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública. Para Zanta e Ferreira (2003), uma das atividades do saneamento ambiental municipal é aquela que contempla a gestão e o GRSU, objetivando proporcionar a melhoria ou a manutenção da saúde, isto é, o bem-estar físico, social e mental da comunidade.

Normalmente, os técnicos que atuam na área de RSU diferenciam os termos gestão do gerenciamento. No entanto, o termo gestão é entendido como sendo as normas e leis ligadas ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Enquanto o gerenciamento é a parte da operação do sistema de limpeza urbano, que tem por finalidade a prevenção e correção dos problemas, minimizando assim a poluição ambiental. O gerenciamento envolve as operações como: coleta, transporte, tratamento e disposição final .

Na tomada das decisões de gestão de resíduos são fundamentais duas estruturas de orientação: a hierarquia dos resíduos e a gestão integrada de resíduos. E o GRSU é entendido como “articulação de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve para coletar, tratar e disposição final” (LOPES, 2003, p.30).

Na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos deve ser levado em consideração aspectos econômicos e sociais. Essas medidas devem ser consideradas para elaboração e implementação de uma gestão eficiente.

As instituições responsáveis pelo sistema de GRSU devem contar com a existência de uma estrutura organizacional que forneça o suporte necessário ao desenvolvimento das atividades do sistema de gerenciamento (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2016 p.10). O gerenciamento e gestão dos RSU abrange vários subsistemas que contêm funções diversas, tal como: planejamento estratégico, técnico, operacional, gerencial, recursos humanos, entre outros. Nessa perspectiva, é necessário planejamento de curto, médio e longo prazo para fazer face o problema e RSU.

No Brasil, a PNRS reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com estados, Distrito Federal, municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). As diretrizes das estratégias de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos buscam atender aos objetivos do conceito de prevenção da poluição, evitando-se ou reduzindo a geração de resíduos e poluentes prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública (ZANTA, 2016, p.9).

Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010). Essas estratégias de gestão e gerenciamento devem estar de acordo com as condições legais, sociais, econômicas, culturais e tecnológicas de cada município. As medidas estratégicas como reaproveitamento (reutilização, a reciclagem e a recuperação), são práticas que possibilitam a redução de fontes residuais.

Os sistemas de gestão dos resíduos sólidos de melhor funcionamento envolvem todas as partes interessadas no planejamento, implementação, e monitoramento das mudanças, sendo constituído por três principais grupos de interessados: os prestadores de serviços, incluindo a autoridade local, que realmente oferecem o serviço; os usuários, que são os clientes; e a agentes externos em um ambiente propício, incluindo o governo nacional e local, que organizam as condições de contorno para que essa mudança seja possível (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2016 p.713-714).

As cidades usam diferentes tecnologias, políticas e comportamentos para controlar os impactos negativos dos resíduos sólidos – e procuram diferentes formas de reutilização desses resíduos (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2016). Segundo Santiago e Dias (2012), a política de gestão dos resíduos sólidos deve contemplar questões relacionadas ao ciclo de vida do produto, ou seja, a minimização do uso dos recursos da natureza e a não geração dos resíduos – e para atingir essa meta é necessário combater os desperdícios, incentivar a minimização e pela coleta seletiva, visando à salubridade local pela eficiência na prestação dos serviços.

No ciclo de vida de um produto existe o uso da matéria-prima na etapa de fabricação, em seguida ocorre o transporte e armazenamento até o posto de distribuição. Após o uso pelo consumidor haverá o descarte e, por meio da coleta, ocorrerá a reutilização e reciclagem para novamente retornar ao ciclo em forma de matéria-prima (NUNES, 2016, p.7).

A gestão de resíduos sólidos deve ser constantemente avaliada, porque constitui um instrumento importante para a comunicação das informações estatísticas, científicas e técnicas de diferentes órgãos e instituições, e para a população.

Depois da obtenção e da sistematização de dados e informações, é possível realizar um diagnóstico em que sejam identificados os problemas, as deficiências e as lacunas existentes e suas prováveis causas (ZANTA E FERREIRA 2016, p.15). Com relação aos indicadores de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos são informações de interesse:

- Identificação e análise das disposições legais existentes, incluindo contratos de execução de serviços de limpeza urbana municipal por terceiros;
- Identificação e descrição da estrutura administrativa (organização e alocação de recursos humanos);
- Identificação, levantamento e caracterização da estrutura operacional dos serviços prestados (infraestrutura física, procedimentos e rotinas de trabalho);
- Identificação dos aspectos sociais (presença de catadores na disposição final, coleta informal, existência de cooperativas ou associações);
- Identificação, levantamento e caracterização da estrutura financeira do serviço de limpeza urbana (remuneração e custeio, investimentos, controle de custos);
- Identificação e caracterização de ações ou programas de educação ambiental.

Os indicadores sobre os resíduos sólidos devem ser compreensíveis, e os métodos de cálculo devem ser relativamente simples, de modo a permitir a comparação entre diferentes casos – os indicadores devem proporcionar dados que possibilitam as análises e avaliações da transformação do meio físico e social, buscando a elaboração e formulação de políticas e ações urbanas (SANTIAGO e DIAS, 2012),

Os indicadores [...] “são normalmente medidas numéricas que têm a função de estruturar e dar informações sobre questões-chave e suas tendências consideradas relevantes para o desenvolvimento sustentável” (SANTIAGO e DIAS, 2012, p.204). Segundo Lopes (2003), no Brasil, o sistema de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, ainda concentra-se na destinação final e não na prevenção da poluição e minimização da geração de resíduos na fonte.

O plano estratégico dos RSU deve apresentar a concepção, as proposições e as alternativas fundamentadas em princípios e diretrizes de políticas públicas vigentes. As dimensões da sustentabilidade utilizadas para englobar os indicadores de grau, conforme Santiago e Dias (2012) e Zanta (2003), devem contemplar:

- O modelo tecnológico, sua estrutura operacional e estratégia de implantação com as devidas justificativas e com definição de metas e prazos;
- A estrutura financeira e estudos econômicos com a definição das fontes de captação dos recursos necessários à implantação e operacionalização do sistema previsto pelo plano (organograma, remuneração e custeio);
- A proposição de uma estrutura organizacional e jurídica necessária ou a adequação da estrutura existente, com a inserção da participação e do controle social;
- Planos que promovam a inserção social para os grupos sociais envolvidos;
- Programas e ações de atividades de educação ambiental;
- Monitoramento dos programas de gestão empregando-se como ferramentas indicadores que resumem de forma inteligível e comparável uma série de informações, tais como, os de desempenho, os econômico-financeiros e socioeconômicos e ambientais.

Atualmente, o método de tratamento de RSU mais utilizado, e que apresenta menor custo, consiste em sua estocagem no solo por intermédio da técnica de aterro sanitário (CASTILHOS; MEDEIROS; FIRTA, 2012, p.19). Segundo Günther (2008), ao longo do tempo, o Brasil vem trabalhando na integração das etapas operacionais dos gerenciamentos, criando-se um sistema no qual há articulação entre diferentes partes de processo de tratamento dos resíduos; mas esses esforços ainda são insuficientes.

Segundo a Fundação Getulio Vargas (FGV, 2015), nos últimos anos, o Brasil vem paulatinamente incorporando a temática ambiental na legislação e nas políticas públicas, demonstrando que a sustentabilidade e a conscientização ambiental são partes integrantes da agenda dos setores público e privado; questões relacionadas ao saneamento e à saúde ganham

notoriedade por impactar diretamente o cotidiano da população brasileira, materializando-se nas recentes legislações de saneamento básico (lei nº 11.445/07) e de resíduos sólidos (lei nº 12.305/10).

De acordo com ISWA (2022), o aumento drástico de geração de RSU em todo mundo, exigirá um aumento das capacidades de coleta e tratamento combinadas com aplicações úteis para os materiais recuperados.

Os desafios atuais ligados à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos são:

- Baixa cobertura de coleta;
- Falta de destinação adequada para todos os resíduos gerados;
- Poluição causada por práticas inadequadas (descarte irregular, lixões, queima a céu aberto etc.);
- Baixa demanda por matérias-primas secundárias;
- Substâncias nocivas/perigosas na composição dos materiais;
- Falta de financiamento/recursos mínimos necessários;

2.2.1 Gestão de resíduos sólidos nos municípios

De acordo com FGV (2015), a lei nº 12.305/2010 institui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e posiciona Brasil em um patamar de igualdade com os principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal, inovando, ainda ao incluir catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis. O PNRS introduz o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo do produto. No entanto, os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, poder público e os consumidores são responsáveis pelo correto uso e destino dos resíduos sólidos.

A Constituição Federal, no artigo 23, inciso VI, estabelece a competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios: “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas”; e no artigo 24, inciso VI estabelece a esses órgãos governamentais a competência de “proteção do meio ambiente e controle da poluição”; e no artigo 30, incisos 1 e 2, estabelece ao poder público municipal a competência de legislar sobre os assuntos de interesse local e complementar a legislação federal e a estadual no que couber”.

O poder público, responsável pela elaboração de planos de resíduos sólidos urbanos, deve reconhecer a importância deste instrumento no atendimento da lei e no ordenamento da gestão de resíduos sólidos. De acordo com Silva e Biernaski (2018) pelo fato de a gestão de RSU impactar diretamente na convivência coletiva e na dinâmica ambiental em uma sociedade, é de elevada importância buscar e identificar meios que estruturam e direcionam este gerenciamento de RSU, para que ele ocorra de modo coerente em todas as esferas envolvidas.

Os Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS) devem estabelecer todas as diretrizes, metas, ações e programas necessários para o manejo adequado dos resíduos e para a disposição ambientalmente adequada de rejeitos, a lei e o decreto regulamentador da PNRS definem em detalhes as condições em que devem ser elaborados os planos municipais, em face da importância dessas condições e da relevância do papel dos municípios (FGV, 2015, p.17).

A elaboração dos PMGIRS é a condição necessária para que o Distrito Federal e os municípios tenham acesso aos recursos da União (art. 18, lei nº 12.305/2010). Segundo Faria (2013), a hierarquia da legislação sobre resíduos sólidos, segue as normas de princípio da supremacia da constituição. As leis constitucionais, complementares, ordinárias e delegadas e os decretos legislativos, compõem o arcabouço legal federal e, abaixo destas, estão as constituições estaduais, seguidas das leis estaduais, municipais e normas subalternas.

O conteúdo mínimo de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos se encontra no Artigo 19 da lei nº 12.305/2010, com vários itens que devem estar contidos no plano municipal. Segundo FGV (2015), esses itens podem ser agrupados e descritos da seguinte forma:

- **Identificação:** áreas favoráveis para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios; resíduos sólidos e geradores sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento específico, nos termos dos artigos 20 e 33 da lei; passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo as áreas contaminadas e respectivas medidas saneadoras.
- **Criação de programas e ações:** capacitação técnica voltada para a implementação e a operacionalização da política; educação ambiental que promova a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos; participação dos grupos

interessados, em especial, cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis ou recicláveis formadas por pessoas de baixa renda; ações preventivas e corretivas, incluindo programas de monitoramento.

- **Definição de indicadores e metas:** indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos; metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem.
- **Estabelecimento de regras e procedimentos:** procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a lei nº 11.445/2007; regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos e observadas as normas federais e estaduais.
- **Criação de meios e mecanismos:** mecanismos para a criação de negócios, empregos e renda; meios para o controle e fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos e de logística reversa.
- **Delimitação de atribuições:** definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas nas etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos a que se refere o artigo 20 da PNRS a cargo do poder público; descrição das formas e limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto quanto à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

O gerenciamento integrado do lixo municipal é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve (com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos) para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo de sua cidade (CEMPRE, 2018, p.3). O gerenciamento integral dos resíduos sólidos municipal significa limpar o município por meio de um sistema de coleta e transporte adequado, e tratar o lixo utilizando tecnologias compatíveis com a realidade local; ter consciência de que todas as ações e operações envolvidas no gerenciamento estão interligadas, influenciando umas às outras; garantir destino ambientalmente correto e seguro para o lixo; conceber modelo de gerenciamento apropriado para o município.

O conjunto de ações para o gerenciamento dos resíduos sólidos deve sempre ir em conformidade com as metas estabelecidas para atingir os objetivos traçados pelo município. Os gestores públicos são fundamentais para a eficiência do gerenciamento de resíduos municipais.

Além da responsabilidade pela gestão e gerenciamento, são eles que estabelecemos parâmetros para a evolução do sistema.

A diversidade de cidades acarreta a geração de diferentes composições de resíduos, apontando para a necessidade de um contexto específico de gestão de resíduos, de acordo com cada região (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2016, p.714). Os planos de gerenciamento de resíduos sólidos devem levar em conta os aspectos econômicos e sociais do local de gerenciamento de resíduos sólidos. A educação ambiental é um importante processo para despertar a consciência das pessoas, através dela as pessoas repensam as suas condições com o meio ambiente, de forma a garantir mudanças de atitude em prol da sua comunidade.

Referente ao tratamento de resíduos sólidos domiciliares, os resíduos orgânicos podem ser tratados pelo processo de compostagem, enquanto os resíduos secos podem ser tratados por meio de reciclagem. “A compostagem pode ser definida como um processo biológico de decomposição da matéria orgânica encontrada em restos de animais e vegetais” (GOMES, 2003, p.49). Enquanto que a reciclagem é um processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vista à transformação em insumos ou novos produtos (BRASIL, 2010).

A coleta seletiva é uma etapa fundamental para a eficiência do sistema de gestão integrada de resíduos sólidos para se atingir a meta de disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2016, p.714). Outrossim, a coleta seletiva é entendida como sendo processo de separação prévia de resíduos que poderiam ser reaproveitados, evitando sua destinação inadequada. “A coleta seletiva é a estratégia para desviar os resíduos sólidos domiciliares dos lixões e aterros sanitários, para um processo de reutilização ou reciclagem” (NUNES, 2016, p.40).

Esse processo tem sido uma etapa importante para solução gerencial dos crescentes problemas ligados ao RSU nos grandes centros. A coleta seletiva é um dos instrumentos previstos para implantação da PNRS, e deve ganhar espaço na gestão municipal de resíduos, já que o PMGIRS deve conter previsão de metas e descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva (FGV, 2015).

No tratamento de RSU são várias técnicas que podem ser utilizadas, nomeadamente: compostagem, incineração, coprocessamento, entre outras. “A incineração é uma forma de destinação de RSU, onde prevalece a combustão de resíduos de uma forma adequada, por exemplo, não ocupando extensas áreas como os aterros sanitários” (PASSOS, 2019, p.24). Para

este autor, um ponto que deve ser levado em consideração é queo processo de combustão libera alguns gases tóxicos para a atmosfera, o que pode trazer alguns danos à saúde, a emissão de gases poluentes e o seu controle mais severo, por sua vez, acaba gerando alguns custos adicionais que, em sua maioria, encarece essa modalidadede manejo.

A última etapa após o tratamento dos resíduos sólidos é a Disposição Final dos rejeitosem lixões ou aterros. O lixão é considerado umaforma inadequada de disposição final dos resíduos sólidos, já que se caracteriza pela simples descarga do lixo sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública(FGV, 2015, p.39). Os aterros são divididos em: aterro controlado, aterro sanitário e aterro com aproveitamento energético do biogás (NUNES, 2016, p.15).

No Brasil, normalmente se faz uso de dois tipos de aterros: o aterro sanitário e o aterro controlado. Os aterros controlados são os antigos “lixões” que recebem um tratamentode superfície; entretanto, essa solução mantém a contaminação do lençol freático, trazendo prejuízos ao ambiente (FGV, 2015, p.39). Segundo Nunes (2016), o aterro sanitário é um sistema de tratamento de lixo, que é usado na técnica de engenharia sanitária de recobrimentodo material em camadas, sistemas para escoamento dos líquidos e exalação dos gases derivados da matéria orgânica, impermeabilização do solo, entre outras.

O aterro sanitário caracteriza-se como uma forma correta de destinar os resíduos sólidos, com técnica adequada que evita danos à saúde pública e à segurança, minimiza os impactos ambientais, utilizando princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, utilizando cobertura de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. São instalados em áreas apropriadas geologicamente, distanciados de rios e outras fontes de água. (TADEU, 2013 apud NUNES, 2016, p.16).

O aterro sanitário deve ser privilegiado porque proporciona as seguintes vantagens: controle da proliferação de vetores, possibilidade de disposição de lodos provenientes de estações de tratamento de água e esgoto, baixo custo de operação (FGV, 2015). A vantagemde aterro sanitário, também perpassa pela constituição de uma simples operação e é de baixocusto. A implantação de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos deve seguir os termos da legislação vigente de licenciamento por órgão ambiental competente.

O Plano Nacional dos Resíduos Sólidos, no Art.47, relaciona uma série de proibições para destinação final dos resíduos sólidos ou rejeitos, tais como: lançamentos em praias, nomar ou quaisquer corpos hídricos; lançamento *in natura* a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração; queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade; outras formas vedadas pelo poder público (BRASIL, 2010).

No Art. 48, do PNRS proíbe: alimentar-se dos rejeitos dispostos, catação sem prévio conhecimento dos produtos a serem passíveis de reaproveitamento; criar animais domésticos; fixar habitação temporária ou permanente e outras atividades vedadas pelo poder público (BRASIL, 2010).

2.3 Potencial energético dos resíduos sólidos

O tratamento de resíduos sólidos é o processo que altera as características, composição ou propriedades do resíduo, de maneira a tornar menos impactante sua disposição final no solo ou simplesmente sua destruição (FGV, 2015). No entanto, a escolha de tipo de gerenciamento depende de vários fatores, nomeadamente: as características socioeconômicas e ambientais do município; a gestão e gerenciamento de PMGIRS; os tipos de materiais contidos no resíduo, o mercado potencial para os materiais extraídos do resíduo e, também, os recursos financeiros.

O gerenciamento de resíduos sólidos objetiva reduzir o impacto ambiental dos resíduos sólidos, diminuir a periculosidade e possibilitar tratamento adequado de resíduos. Os tratamentos adequados dos resíduos sólidos e uma boa processo de reciclagem geram produtos e sua contribuição pode vir em forma de matéria-prima para nova mercadoria ou na condição de energia elétrica (NUNES, 2016 p.13). Esse processo cria possibilidade de aproveitamento energético, no caso: a recuperação de gás metano de aterros sanitários e da recuperação de energia térmica gerada pela combustão dos resíduos sólidos.

O PNRS dispõe, no seu art. 9º, inciso 1º; que poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental (BRASIL, 2010).

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2023, a matriz energética brasileira é composta em grande quantidade por petróleo e seus derivados (36,4%), carvão mineral (5,7%) e pelo gás natural (13%), somando o equivalente a 55,1% de toda a matriz, ou

seja, as fontes de energia não renováveis ainda lideram a classificação dentro da matriz energética do Brasil (PASSOS, 2019). Levando em conta a necessidade de diversificação de matriz energética, o aproveitamento energético de resíduos sólidos pode minimizar a dependência do uso de combustíveis fósseis.

O aterro sanitário é apontado como uma alternativa para solucionar o problema de lixões; e sendo um local adequado para receber e tratar corretamente os rejeitos. O Plano Nacional de Resíduos solicita que os municípios substituam os lixões por aterros sanitários a fim de que reduzam os impactos causados pela disposição incorreta do lixo (BRASIL, 2010). O gerenciamento adequado tem impacto ambiental, econômico e social. A reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos possibilita a redução dos recursos naturais e, também, permite que haja a inclusão social.

No Brasil, ressalta-se o fato de que a coleta seletiva e a reciclagem possuem um forte componente social (FGV, 2015), “exemplo disso é a participação dos catadores e de suas associações que reduzem a disposição do lixo na natureza e geram renda para os trabalhadores que coletam material reciclável” (NUNES, 2016, p.13).

O Plano Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) cita em vários dos seus dispositivos a integração de catadores nas ações que envolvem a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; a criação de associação de catadores de materiais recicláveis; também que os municípios priorizam a implantação de coleta seletiva conjuntamente com os catadores.

No contexto de fontes alternativas de energia, há uma forte proporção entre o aumento da geração de resíduos sólidos e a grande demanda por energia no País, onde é possível aliar a queima do biogás gerado pela decomposição da matéria orgânica presente nos aterros sanitários em prol de seu aproveitamento energético (PASSOS, 2019, p.27). Com as novas tecnologias, surgem os aterros com aproveitamento energético: biogás; combustíveis para fogões, combustíveis para veículos e outros.

São alguns aspectos importantes no aproveitamento energético através dos resíduos sólidos urbanos: a incineração de resíduos com recuperação de energia, que seria a geração a partir destes resíduos, assim como a geração de energia pela coleta do gás metano, sendo este obtido através da decomposição anaeróbia, em aterros sanitários (RIBEIRO, 2017, p.15). Os aterros sanitários são compostos por um sistema de captação de biogás para aproveitamento energético, que direciona biogás para um processo de queima chamado *flares*.

O aproveitamento energético biogás se constitui através de decomposição da matéria orgânica no aterro sanitário. Nesse processo, é utilizado a transformação do metano em energia elétrica através de usinas instaladas no local. O biogás é formado por algumas moléculas

químicas que, para a geração de eletricidade devem ser convertidas em energia mecânica, através de uma queima regulada, utilizando-se máquinas recuperadoras de energiatérmica, a qual pode ser facilmente convertida em energia elétrica (PASSAS, 2019, p.31).

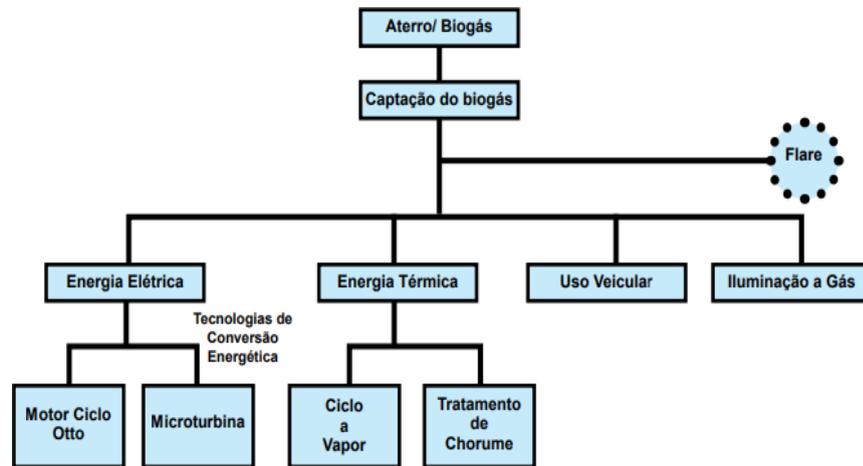
O sistema de extração é composto basicamente por drenos horizontais e verticais, sopradores, filtros para a remoção de material particulado e tanques separadores de condensado. Este pré-tratamento do biogás para a remoção de particulados e líquidos tem afinidade de proteger os sopradores, aumentando a vida útil dos mesmos (ICLE, 2009, p.27).

O processo de biodegradação dos resíduos realizado através da ação de bactérias produz esse biogás, que pode servir de combustível, desde que tenha uma conversão química desse produto em energia útil, podendo ser feita através de um biodigestor, que produz o biogás para alimentar turbinas a gás ou motores de combustão interna (PASSOS, 2019). Essa energia, quando convertida, contribui na diminuição de implicações ocasionadas pelo efeito estufa.

Os resíduos sólidos urbanos quando dispostos em aterros sanitários a sua fração orgânica passa por processos que envolvem as reações químicas e biológicas. De acordo com Passos (2019), o tipo e a intensidade dessas reações variam com a proximidade à superfície e com o efeito da presença de oxigênio no local. Nesse caso, ocorre a oxidação aeróbia, que, por sua vez, produz dióxido de carbono e vapor d'água. O biogás de aterro contém em torno de 54% de CH_4 e 46% de CO_2 , e, ainda, baixas concentrações de vapor d'água, amônia, gás sulfídrico e outros constituintes.

A geração de energia elétrica através do biogás de aterros sanitários é uma ótima opção de investimento sustentável, uma vez que se apresenta como uma fonte de baixo custo, sabendo que todos os resíduos devem passar por um tratamento adequado e ter uma disposição final correta (PASSOS, 2019, p.31). Existem diversas alternativas para viabilizar o aproveitamento do biogás em aterros sanitários, conforme Figura 1.

Figura 1- aproveitamento do biogás em aterros sanitários.

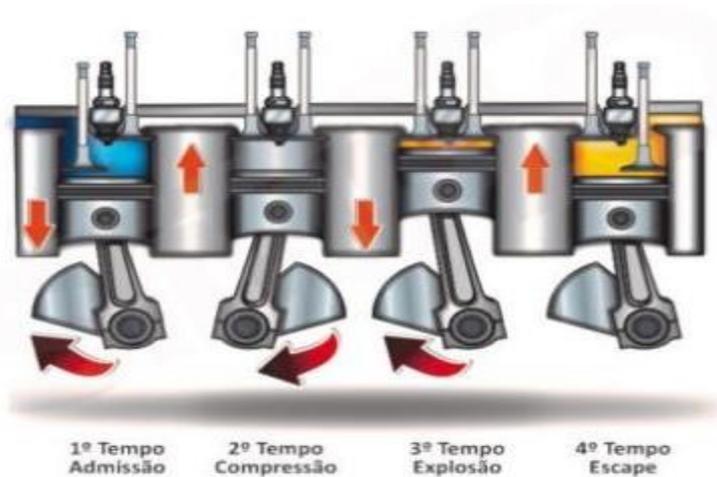


Fonte: ICLEI (2009).

Entre diferentes tecnologias utilizadas para a conversão energética de biogás, destacam-se os motores de combustão interna – Ciclo Otto e as microturbinas. “O motor ciclo Otto é o equipamento mais utilizado para queima do biogás, devido ao maior rendimento elétrico e menor custo quando comparado às outras tecnologias” (ICLEI, 2009,p.31). Segundo Passos (2019), o motor ciclo Otto é o equipamento de maior utilização no processo de combustão de biogás, visto que ele é mais barato e apresenta um rendimento elétrico superior ao de outras tecnologias.

O motor ciclo Otto é um motor de combustíveis interna ou motor a explosão, tem funcionamento baseado em quatro estágios, nomeadamente: as etapas de admissão, compressão, explosão e exaustão. Para promover a queima de biogás em motores ciclo Otto são necessárias pequenas modificações nos sistemas de alimentação, ignição e taxa de compressão. Os motores ciclo Otto aspiram a mistura ar-combustível antes de ser comprimida no interior dos cilindros e a combustão da mistura é dada por centelha produzida na vela de ignição (ICLEI, 2009, p.31).

Figura 2- Motor ciclo Otto.



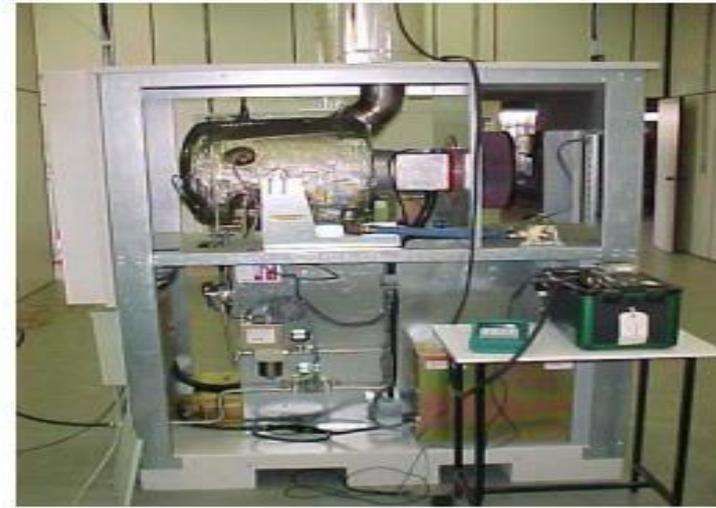
Fonte: SIMPLO (2020).

As microturbinas evoluíram das aplicações da turbina nas indústrias aeroespacial e automotiva, para as aplicações em sistemas elétricos de potência apresentando diversas inovações tecnológicas como o uso de mancais a ar, de ligas metálicas e cerâmicas resistentes às altas temperaturas e de componentes eletrônicos de alta potência (ICLEI, 2009, p.32). As microturbinas operam em ciclo aberto e fechado.

Quando o ciclo é do modo aberto o gás passa por um processo de compressão, que faz com que a pressão interna seja elevada. Sabendo-se que o processo ocorre em regime adiabático, esse trabalho de compressão faz com que a temperatura nessas condições aumente. Após essa etapa, o fluido entra em contato com o combustível dentro de uma câmara de combustão, dando início à sua queima. Logo, o produto decorrente da combustão, irá se expandir na turbina em vista da alta temperatura do ambiente, gerando assim energia mecânica. (PASSO

No ciclo fechado, o gás gerado que sai pela turbina é realocado novamente ao processo, passando por um trocador de calor, onde ele é resfriado e retorna à etapa inicial no compressor. Essa redução de temperatura permite o aumento da eficiência do sistema (PASSOS, 2019, p.33).

Figura 3- Microturbinas a gás.



Fonte: Microturbina a gás. (Laboratório NEST/UNIFEI).

O princípio de funcionamento de microturbinas é seguinte: “o ar é aspirado e forçado para seu interior à alta velocidade e pressão, misturado ao combustível para, então, ser queimado na câmara de combustão. Os gases quentes resultantes da combustão são expandidos na turbina e o calor remanescente dos gases de exaustão pode ser aproveitado para o aquecimento do ar de combustão” (ICLEI, 2019, p.33). Também existem formas de obter energia através de tecnologias a possibilidade de geração de energia térmica. Para a geração de energia térmica existem as tecnologias como: ciclo a vapor Rankine e evaporador de chorume.

3. METODOLOGIA

Este trabalho aborda a projeção da população por meio dos métodos estatísticos, assim, a sua metodologia é quantitativa. Para fonte de dados, utilizou-se dados do IBGE, do censo de 1970 a 2010. Entretanto, levando em conta o Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS do Ministério do Meio Ambiente, optou-se por utilizar os métodos: aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

3.1 Método aritmético

Consiste em somar, à população atual 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 equação (1) que traduz este método é a seguinte:

$$P = P_2 + \left(\frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \right) \cdot (t - t_2) \quad (1)$$

Onde:

$P \rightarrow$ População futura do ano t ;

$P_2 \rightarrow$ População do último censo;

$P_1 \rightarrow$ População do penúltimo censo;

$t_2 \rightarrow$ Ano do último censo;

$t_1 \rightarrow$ Ano do penúltimo censo;

$t \rightarrow$ Ano da população futura.

3.2 Método geométrico

Este método, a curva representativa da evolução da população é a consequência do crescimento exponencial. Analiticamente, a fórmula que traduz este crescimento é dada pela equação (2):

$$P_2 = P_1 (1 + k)^{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Onde:

$k \rightarrow$ Taxa de crescimento anual médio;

$P_2 \rightarrow$ População do ano 2;

$P_1 \rightarrow$ População do ano 1;

$t_2 \rightarrow$ Ano 2;

$t_1 \rightarrow$ Ano 1.

$$k = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

3.1 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 equação:

$$P_n = a \cdot t_n + b \quad (4)$$

Onde:

$P_n \rightarrow$ população no ano “n”;

$T_n \rightarrow$ ano “n”.

Os parâmetros a e b são obtidos pelas equações:

$$a = \frac{\sum ti \sum Pi - M \sum ti Pi}{(\sum ti)^2 - M \sum (ti)^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{\sum ti \sum ti Pi - \sum Pi \sum (ti)^2}{(\sum ti)^2 - M \sum (ti)^2}$$

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

3.1 Projeção da geração de resíduos sólidos

A projeção da geração dos resíduos sólidos é calculada com base na projeção da população multiplicada pela geração *per capita* de resíduos sólidos (kg/hab/dia), que corresponde a 0,65 kg/hab/dia (PSGIRS, 2016, p. 28).

3.2 Caracterização das Áreas de Estudo

3.5.1 Redenção

Redenção é um município brasileiro do estado do Ceará, localiza-se a uma altitude de 88 metros acima do nível do mar e a 55 km de distância de Fortaleza.

Em 1 de janeiro de 1883 abolicionistas anunciaram a abolição dos escravos na vila de Acarape, a cidade recebeu o nome de Redenção por ser a primeira cidade brasileira a libertar todos os seus escravos no país. O município de Redenção apresentado na figura 4, possui uma área territorial de 225,65 km². Segundo dados oficiais do governo local, a população é estimada em 26.415 habitantes. A cidade de Redenção tem clima tropical quente úmido, tropical quente sub-úmido e tropical quente semiárido brando, apresentando um relevo de maciços residuais e depressões sertanejas e uma vegetação de caatinga arbustiva densa e floresta subcaducifólia tropical pluvial (MEDEIROS; VIDAL; VIEIRA 2014, p.238).

Figura 4 - Mapa do município de Redenção



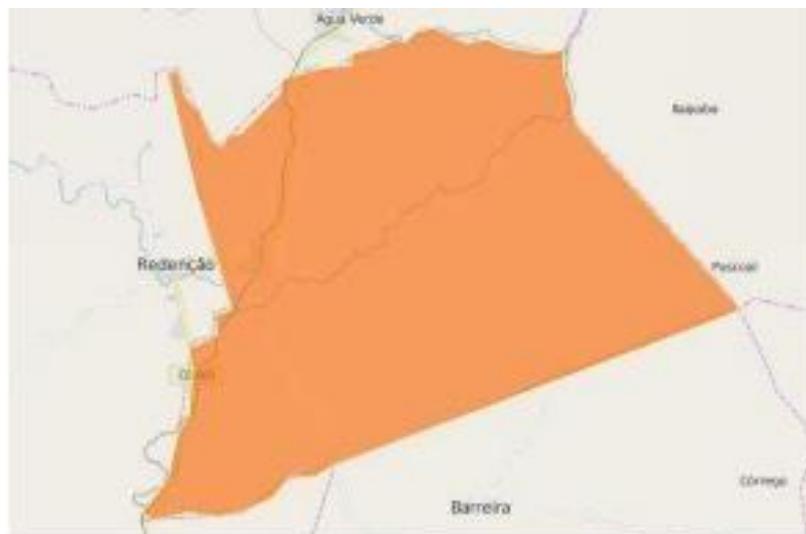
Fonte: IBGE, 2023.

3.5.2 Acarape

Fundado em 1987, Acarape é o município pertencente ao município de Baturité. Vale destacar que Acarape ainda foi rebaixado a distrito de Redenção por duas vezes nos anos de 1933 e 1965. Consta que em 1987 conseguiu sua emancipação sendo reconhecido como município e que compõe o Maciço de Baturité (MEDEIROS; VIDAL; VIEIRA 2014, p.78).

O município de Acarape, conforme o mostrado na Figura 5, tem área territorial de 155,684km², localizado a 56 km de Fortaleza. Atualmente, a estimativa da população é de 15.338 habitantes, contêm clima tropical quente semiárido com pluviometria média de 1097.

Figura 5 – Mapa do município de Acarape.



Fonte: IBGE, 2023.

3.5.1 Baturité

O município de Baturité era habitado por diversas etnias indígenas e foi palco da chegada de diversas expedições militares e religiosas no século XVII. Em 1759, com a expulsão dos jesuítas do Brasil, a missão foi elevada à condição de Vila recebendo o nome de Monte-Mor ou Novo d'América (MEDEIROS; VIDAL; VIEIRA, 2014).

Fundado em 1858, o município de Baturité, ilustrado na figura 6, tem uma área territorial de 308,581 km², e uma população atual estimada em 33.321 habitantes. Possui clima tropical. Quente sub-úmido (24° a 30°), apresentando um relevo de maciços residuais, com altitude de 175 metros a nível do mar, e uma vegetação de caatinga arbustiva densa, floresta subcaducifólia tropical pluvial e floresta subperenifólia tropical pluvial-nebular.

Figura 8 - Mapa do município de Barreira.



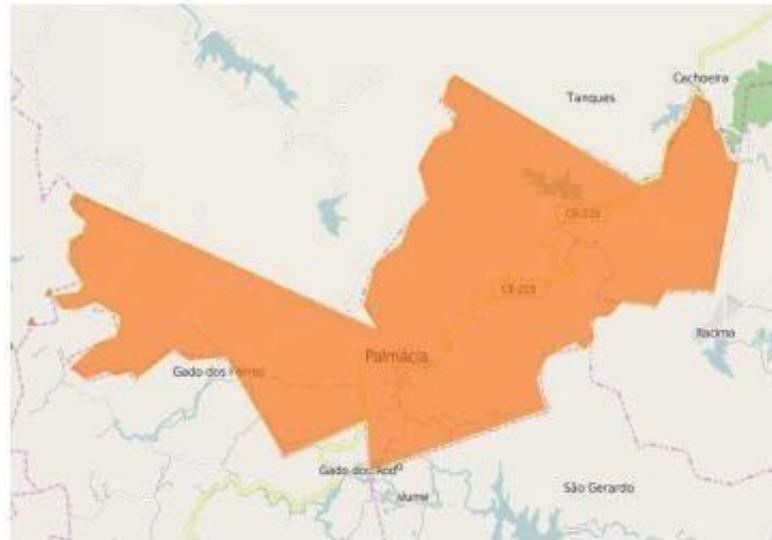
Fonte: IBGE, 2023.

3.5.1 Pacoti

A ocupação da região do Maciço de Baturité ocorreu somente após dois séculos do descobrimento do Brasil. Em 1740, os irmãos Arnau, Sebastião e Cristóvão Holanda habitaram a serra, por um período temporário, sendo Manuel Ferreira da Silva o responsável por transferir-se em definitivo para a região (MEDEIROS; VIDAL; VIEIRA, 2014).

O município de Pacoti tem uma área territorial de 111,959 km², localiza-se a 102,6 km da capital do estado e uma população atual estimada de 11.607 habitantes. Tem clima tropical sub-quente úmido e tropical quente-úmido, apresentando um relevo de Maciços residuais e uma vegetação de caatinga arbustiva densa, floresta subcaducifólia tropical pluvial e floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular (MEDEIROS; VIDAL; VIEIRA 2014, p.216).

Figura 10 - Mapa do município de Palmácia.



Fonte: IBGE, 2023.

3.5.1 Guaramiranga

Guaramiranga foi habitada por várias tribos indígenas, sendo colonizada no século XVIII.

Recebe esta nomenclatura que vem do tupi guarani e significa guará (vermelho) e miranga ou piranga (garça), resultando em Pássaro Vermelho. Até 1890 teve como nome Conceição (MEDEIROS; VIDAL; VIEIRA, 2014).

Destaca-se como menor município do Estado do Ceará, localizado na região serrana e conhecido como destino turístico pelo clima frio e agradável, visto que está a 865 metros de altitude em relação ao nível do mar (MEDEIROS; VIDAL; VIEIRA, 2014).

O município de Guaramiranga apresentado na figura 11, possui uma área territorial de 59,47 km², localiza-se a 110 km da capital do Estado e uma população atual estimada de 4.164 habitantes. O local tem clima tropical sub-quente úmido e tropical quente úmido, apresentando um relevo de maciços residuais e uma vegetação de floresta subcaducifólia tropical pluvial e floresta subperenifólia tropical pluvio-nebular (MEDEIROS; VIDAL; VIEIRA, 2014, p.172).

Figuraa 11- Mapa do município de Guarimiranga.



Fonte: IBGE, 2023.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Projeção da população

A partir dos dados obtidos dos censos do IBGE. (Disponíveis nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 que estão no Apêndice A) foram elaborados a projeção populacional para cada município em estudo, considerando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

Para cada município foram comparadas as metodologias de projeção da população, e escolhida a que mais se adequa ao crescimento apresentado nos censos do IBGE, sendo esta utilizada para determinar a projeção dos resíduos sólidos nos referidos municípios.

4.1.1 Projeção da população do município de Redenção

A Figura 12, apresenta a comparação da projeção da população do município de Redenção. Foi elaborada a partir dos dados populacionais da Tabela 1 do Apêndice A e das Tabelas 9, 10 e 11 do Apêndice B, que apresntam a projeção do município de Redenção realizada utilizando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

4.1.2 Projeção da população do município de Acarape

A Figura 13, apresenta a comparação da projeção da população do município de Acarape. Foi elaborada a partir dos dados populacionais da Tabela 2 do Apêndice A e das Tabelas 12, 13 e 14 do Apêndice B, que apresntam a projeção do município de Acarape realizada utilizando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

4.1.3 Projeção da população do município de Baturité

A Figura 14, apresenta a comparação da projeção da população do município de Baturité. Foi elaborada a partir dos dados populacionais da Tabela 3 do Apêndice A e das Tabelas 15, 16 e 17 do Apêndice B, que apresntam a projeção do município de Baturité realizada utilizando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

4.1.4 Projeção da população do município Aracoiaba

A Figura 15, apresenta a comparação da projeção da população do município de Aracoiaba. Foi elaborada a partir dos dados populacionais da Tabela 4 do Apêndice A e das Tabelas 18, 19 e 20 do Apêndice B, que apresentam a projeção do município de Aracoiaba realizada utilizando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

4.1.5 Projeção da população do município de Barreira

A Figura 16, apresenta a comparação da projeção da população do município de Barreira. Foi elaborada a partir dos dados populacionais da Tabela 5 do Apêndice A e das Tabelas 21, 22 e 23 do Apêndice B, que apresentam a projeção do município de Barreira realizada utilizando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

4.1.6 Projeção da população do município de Pacoti

A Figura 17, apresenta a comparação da projeção da população do município de Pacoti. Foi elaborada a partir dos dados populacionais da Tabela 6 do Apêndice A e das Tabelas 24, 25 e 27 do Apêndice B, que apresentam a projeção do município de Pacoti realizada utilizando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

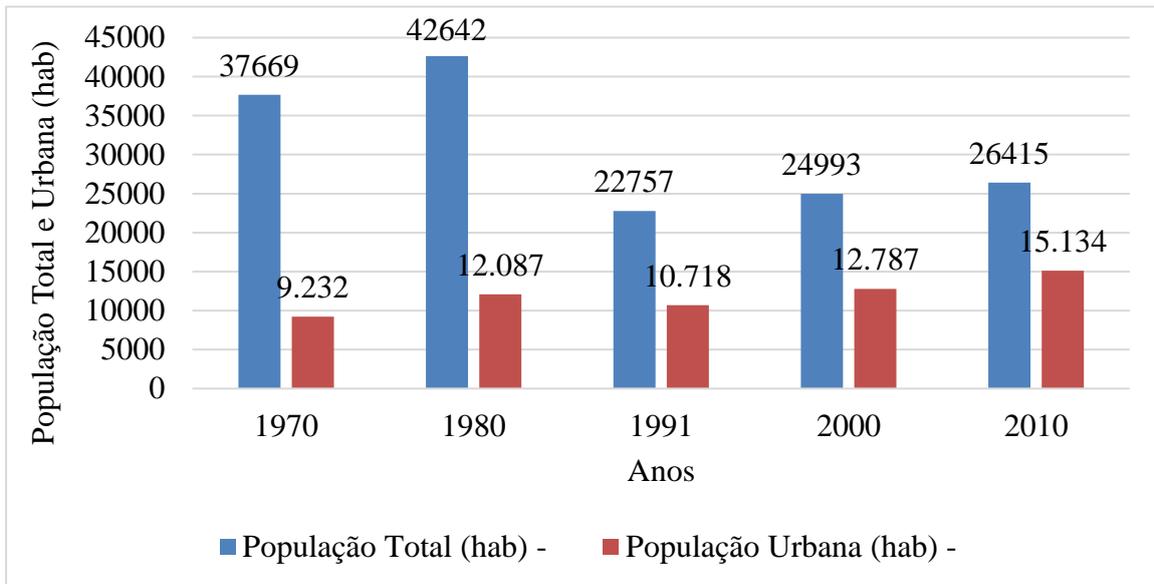
4.1.7 Projeção da população do município de Palmácia

A Figura 18, apresenta a comparação da projeção da população do município de Palmácia. Foi elaborada a partir dos dados populacionais da Tabela 7 do Apêndice A e das Tabelas 28, 29 e 30 do Apêndice B, que apresentam a projeção do município de Palmácia realizada utilizando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

4.1.8 Projeção da população do município de Guaramiranga

A Figura 19, apresenta a comparação da projeção da população do município de Guaramiranga. Foi elaborada a partir dos dados populacionais da Tabela 7 do Apêndice A e das Tabelas 31, 32 e 33 do Apêndice B, que apresentam a projeção do município de Guaramiranga realizada utilizando os métodos aritmético, geométrico e dos mínimos quadrados.

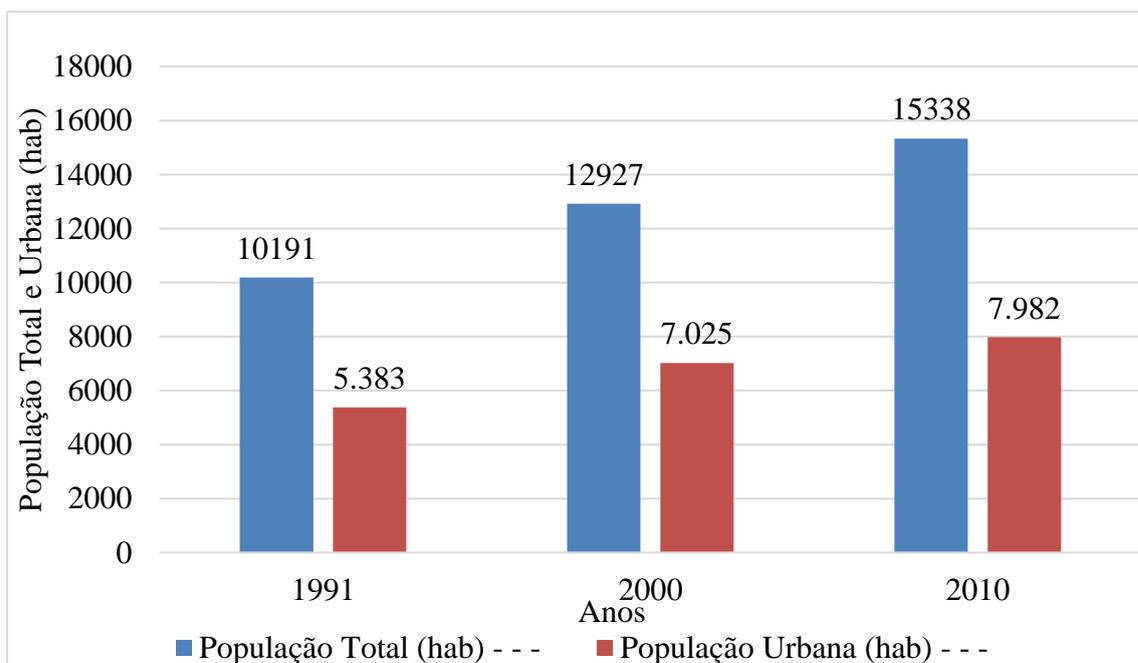
Figura 12 - Crescimento populacional de Redenção entre 1970 e 2010.



Fonte: Censos demográficos – IBGE. (1970, 1980, 1991, 2000, 2010).

A Figura 12 elaborada a partir da Tabela 1 do Apêndice A, apresenta o crescimento populacional do município de Redenção entre os anos de 1970 e 2010. Percebe-se que em 1980 houve um maior crescimento da população urbana, com uma taxa de 2,73%. Relevante atenção para a redução da população urbana e total na década seguinte, que reduziu uma taxa de -1,09% e -5,55%, respectivamente.

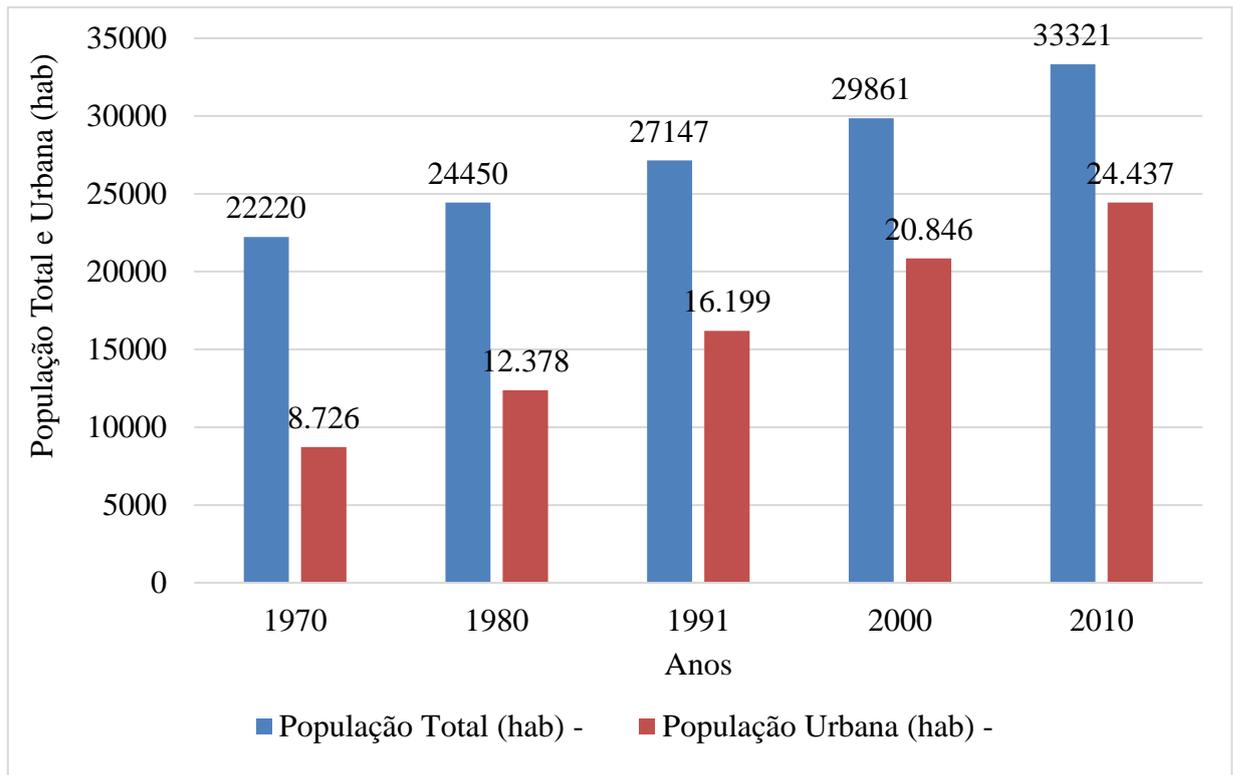
Figura 13 - Crescimento populacional de Acarape entre 1991 e 2010.



Fonte: Censos demográficos – IBGE. (1991, 2000, 2010).

A Figura 13 elaborada a partir da Tabela 2 do Apêndice A, apresenta o crescimento populacional do município de Acarape entre os anos de 1991 e 2010. Percebe-se que em 2000 houve um maior crescimento da população urbana, com uma taxa de 3,00%. Relevante atenção para a redução da população urbana e total na década seguinte, que reduziu a uma taxa de 1,29% e 1,72%, respectivamente.

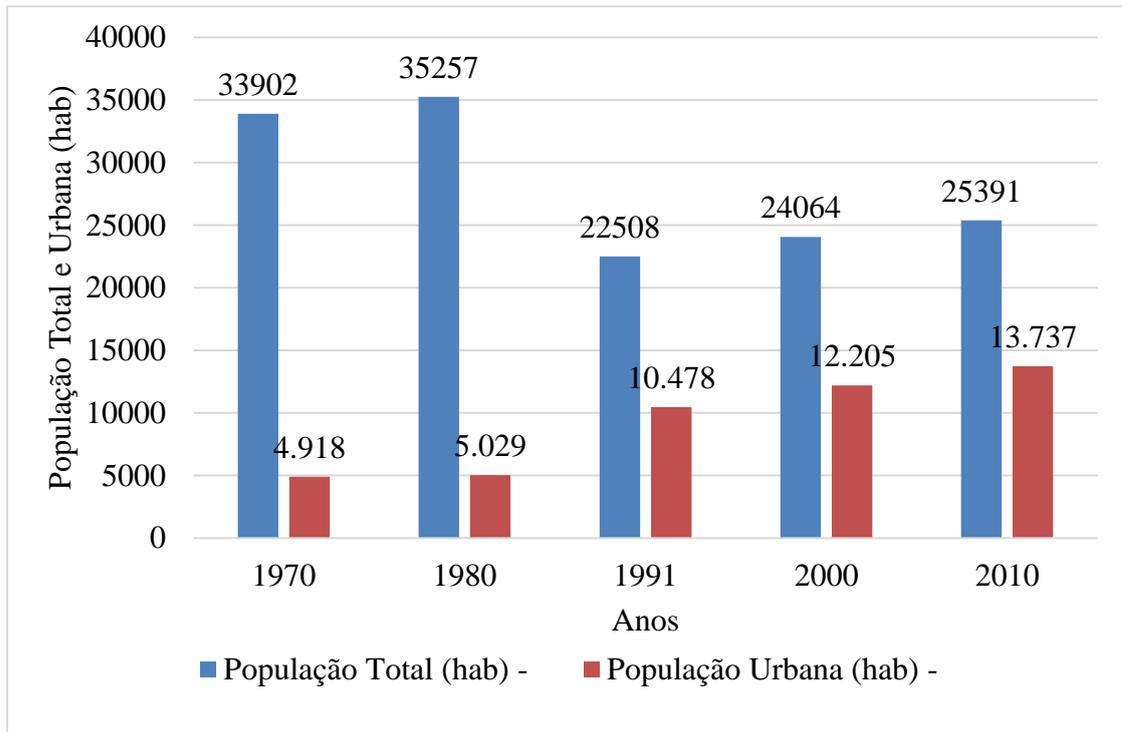
Figura 14 - Crescimento populacional de Baturité entre 1970 e 2010.



Fonte: Censos demográficos – IBGE. (1970, 1980, 1991, 2000, 2010).

A Figura 14 elaborada a partir da Tabela 3 do Apêndice A, apresenta o crescimento populacional do município de Baturité entre os anos de 1970 e 2010. Percebe-se que em 1980 houve um maior crescimento da população urbana, com uma taxa de 3,56%. Relevante atenção para a redução não da população urbana e total na década seguinte, a uma taxa de 0,69 % e 0,96%, respectivamente.

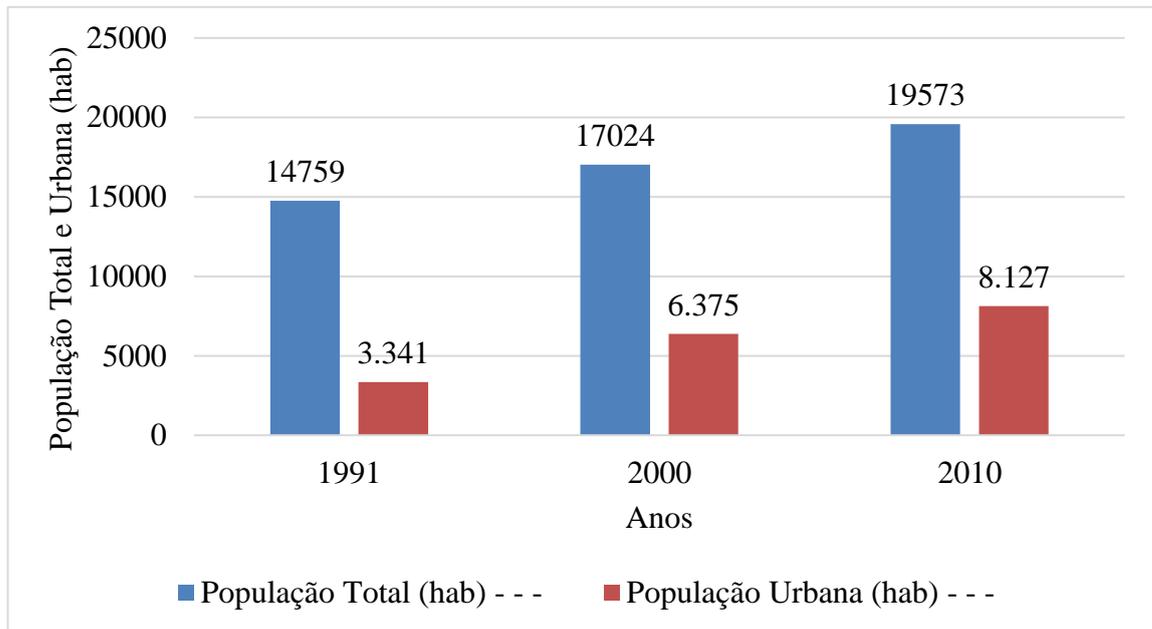
Figura 15 - Crescimento populacional de Aracoiba entre 1970 e 2010.



Fonte: Censos demográficos – IBGE. (1970, 1980, 1991, 2000, 2010).

A Figura 15 elaborada a partir da Tabela 4 do Apêndice A, apresenta o crescimento populacional do município de Aracoiba que ocorreu entre os anos de 1970 e 2010. Percebe-se que em 1991 houve um maior crescimento da população urbana, com uma taxa de 6,9%. Relevante atenção para a redução da população urbana e total na década seguinte, a uma taxa de 1,71% e 0,75%, repetivamente.

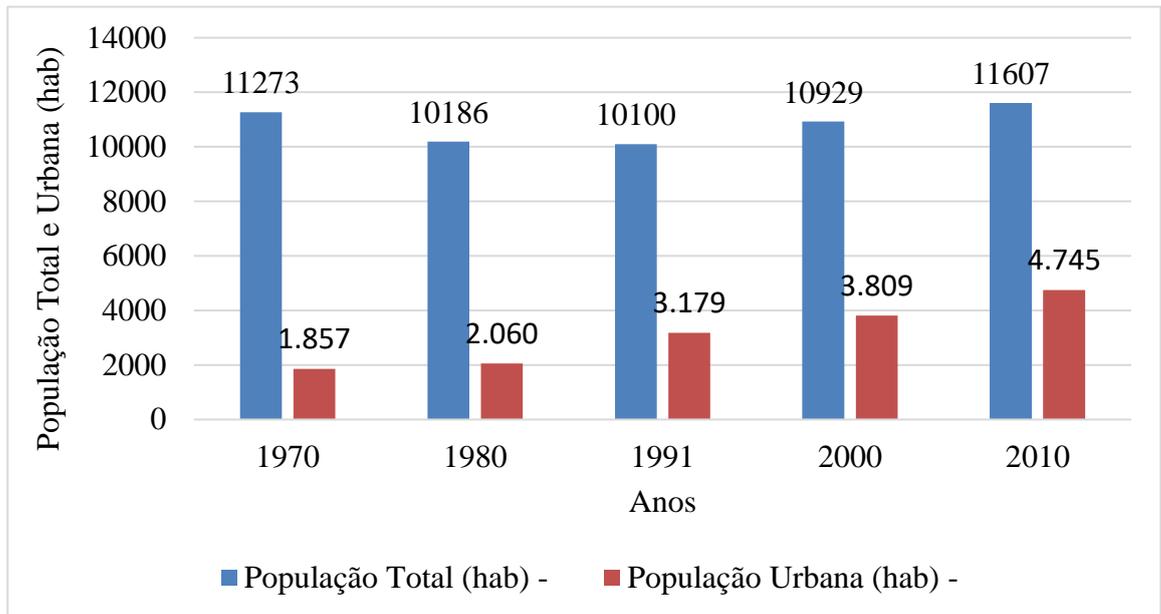
Figura 16 - Crescimento populacional de Barreira entre 1991 e 2010.



Fonte: Censos demográficos – IBGE. (1991, 2000, 2010).

A Figura 16 elaborada a partir da Tabela 5 do Apêndice A, apresenta o crescimento populacional do município de Barreira que ocorreu entre os anos de 1991 e 2010. Percebe-se que em 2000 houve um maior crescimento da população urbana, com uma taxa de 7,44%. Relevante atenção para a redução da população urbana e total na década seguinte, a uma taxa de 2,46% e 1,41%, repetivamente.

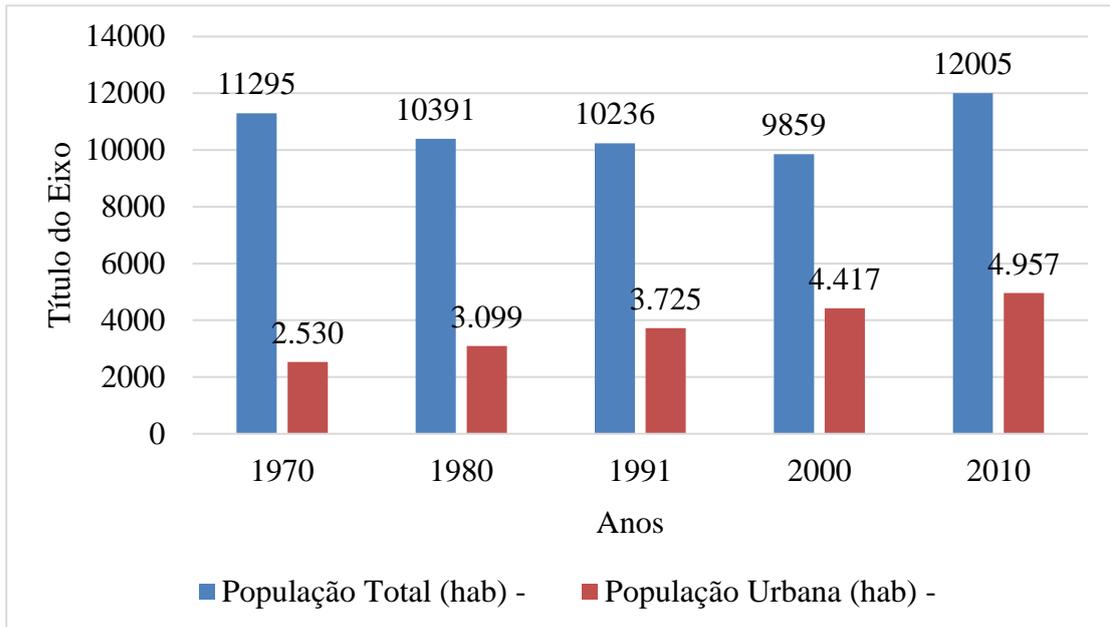
Figura 17 - Crescimento populacional de Pacoti entre 1970 e 2010.



Fonte: Censos demográficos – IBGE. (1970, 1980, 1991, 2000, 2010).

A Figura 17 elaborada a partir da Tabela 6 do Apêndice A, apresenta o crescimento populacional do município de Pacoti que ocorreu entre os anos de 1970 e 2010. Percebe-se que em 1991 houve um maior crescimento da população urbana, com uma taxa de 4,02%. Relevante atenção para a redução da população urbana e total na década seguinte, a uma taxa de 2,03% e 0,88% respectivamente.

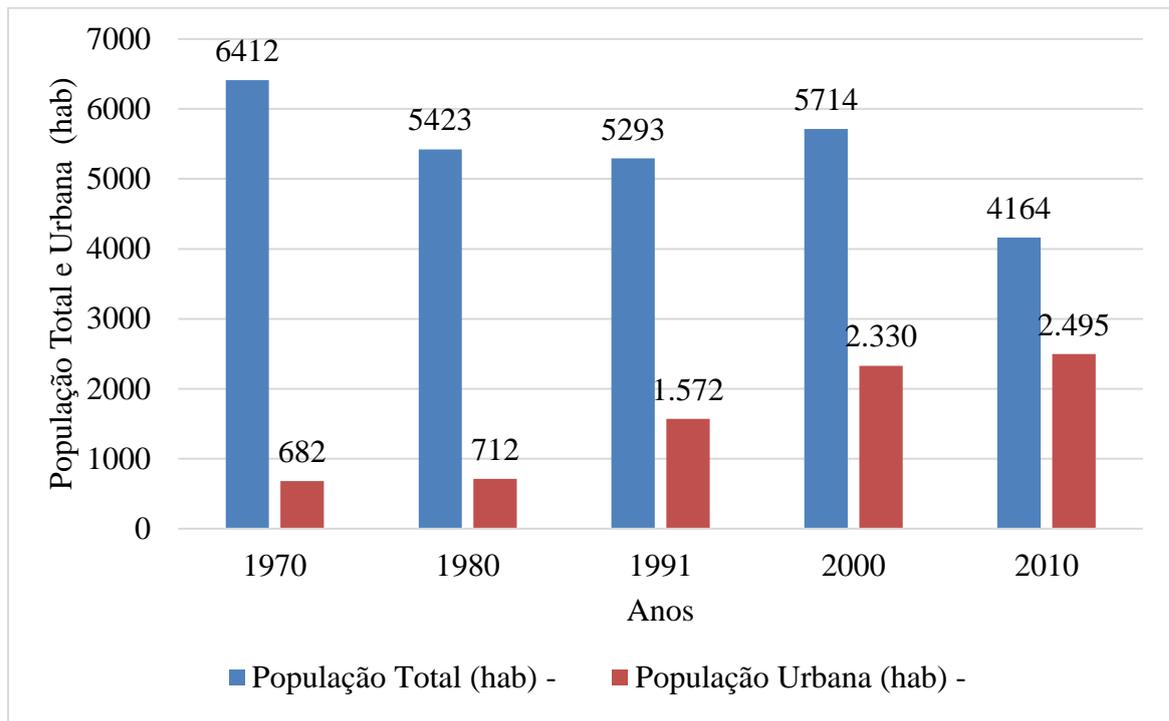
Figura 18 - Crescimento populacional de Palmácia entre 1970 e 2010.



Fonte: Censos demográficos – IBGE. (1970, 1980, 1991, 2000, 2010).

A Figura 18 elaborada a partir da Tabela 07 do Apêndice A, apresenta o crescimento populacional do município de Palmácia que ocorreu entre os anos de 1970 e 2010. Percebe-se que em 1980 houve um maior crescimento da população urbana, com uma taxa de 2,05%. Relevante atenção para a redução da população urbana e total na década seguinte, a uma taxa de 1,69% e - 0,14%, respetivamente.

Figura 19 - Crescimento populacional de Guaramiranga entre 1970 e 2010.

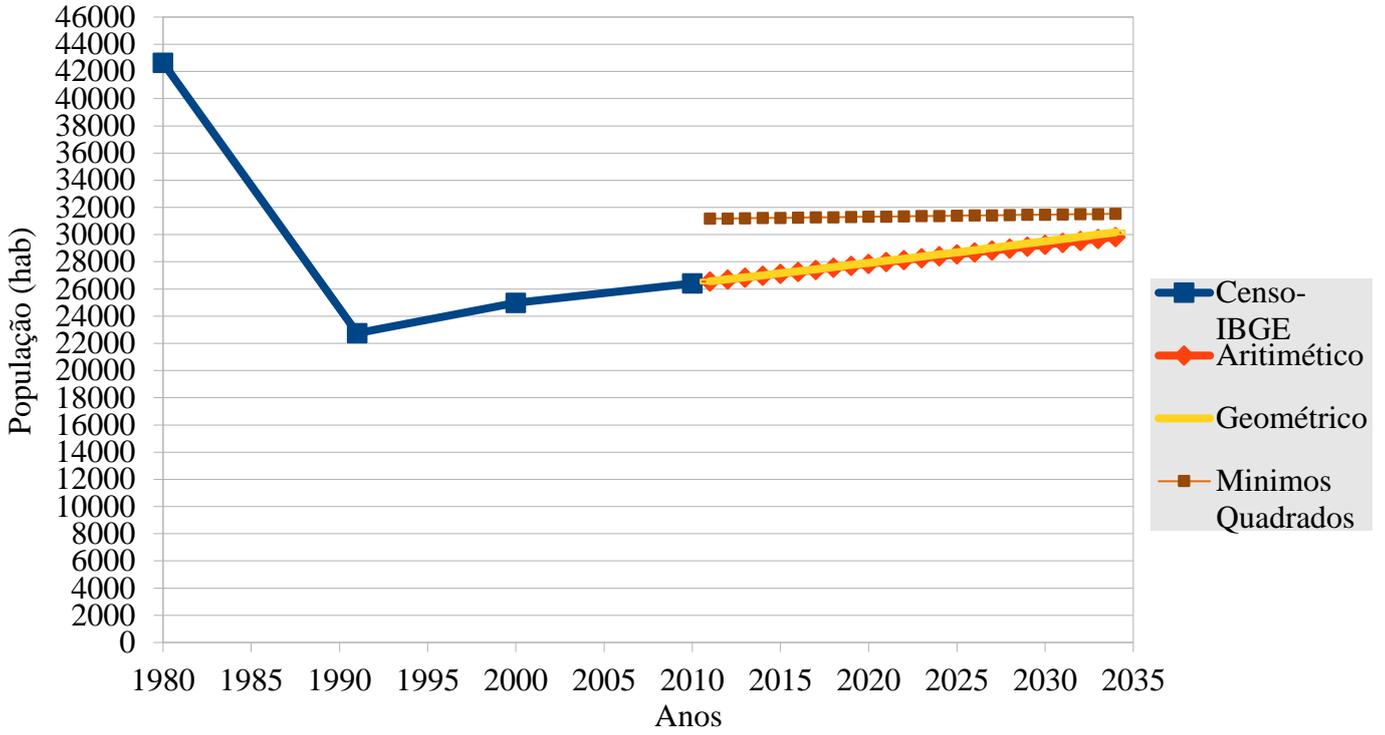


Fonte: Censos demográficos – IBGE. (1970, 1980, 1991, 2000, 2010).

A Figura 19 elaborada a partir da Tabela 8 do Apêndice A, apresenta o crescimento populacional do município de Guaramiranga que ocorreu entre os anos de 1970 e 2010. Percebe-se que em 1991 houve um maior crescimento da população urbana, com uma taxa de 7,47%. Relevante atenção para a redução da população urbana e total na década seguinte, a uma taxa de 4,47% e 0,85%, respectivamente.

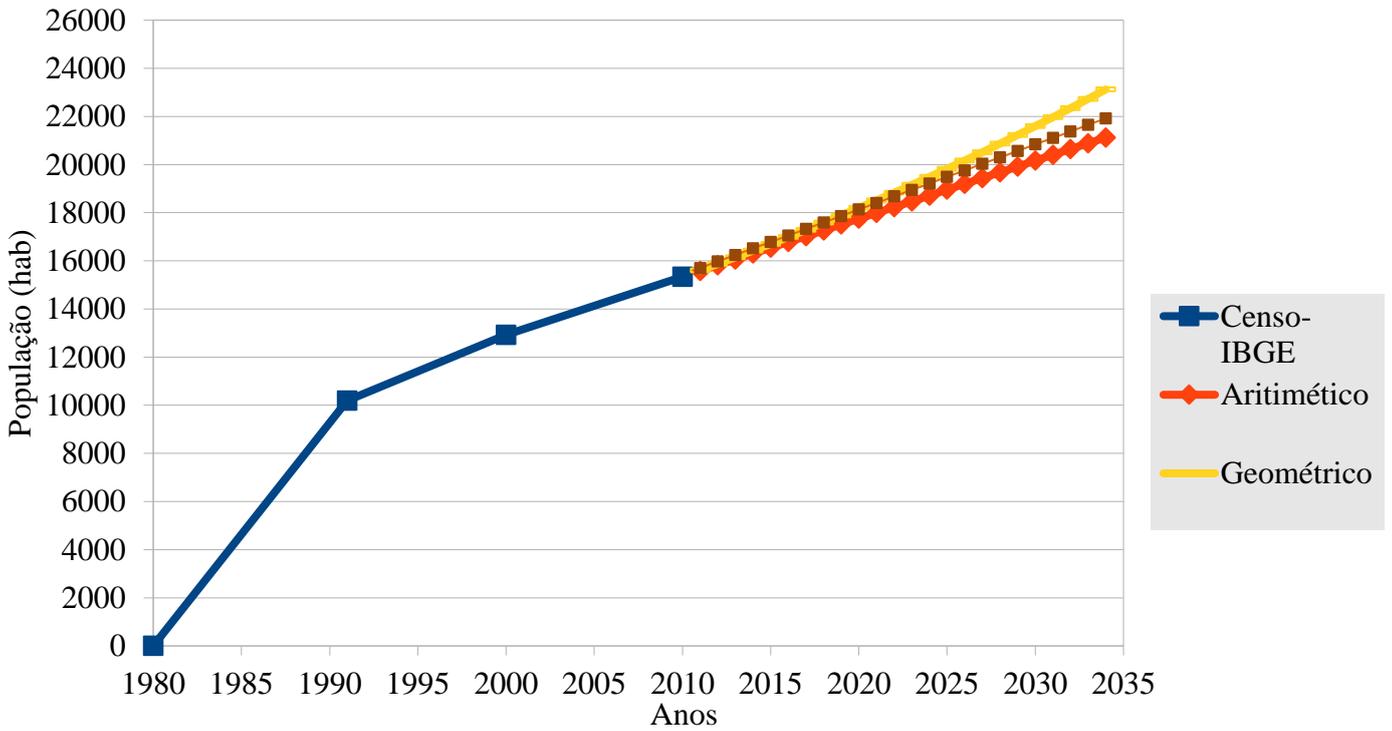
Observa-se, em vários municípios, ao longo dos anos, um aumento gradativo da população urbana enquanto a população total varia (havendo reduções em alguns anos).

Figura 20 – Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Redenção.



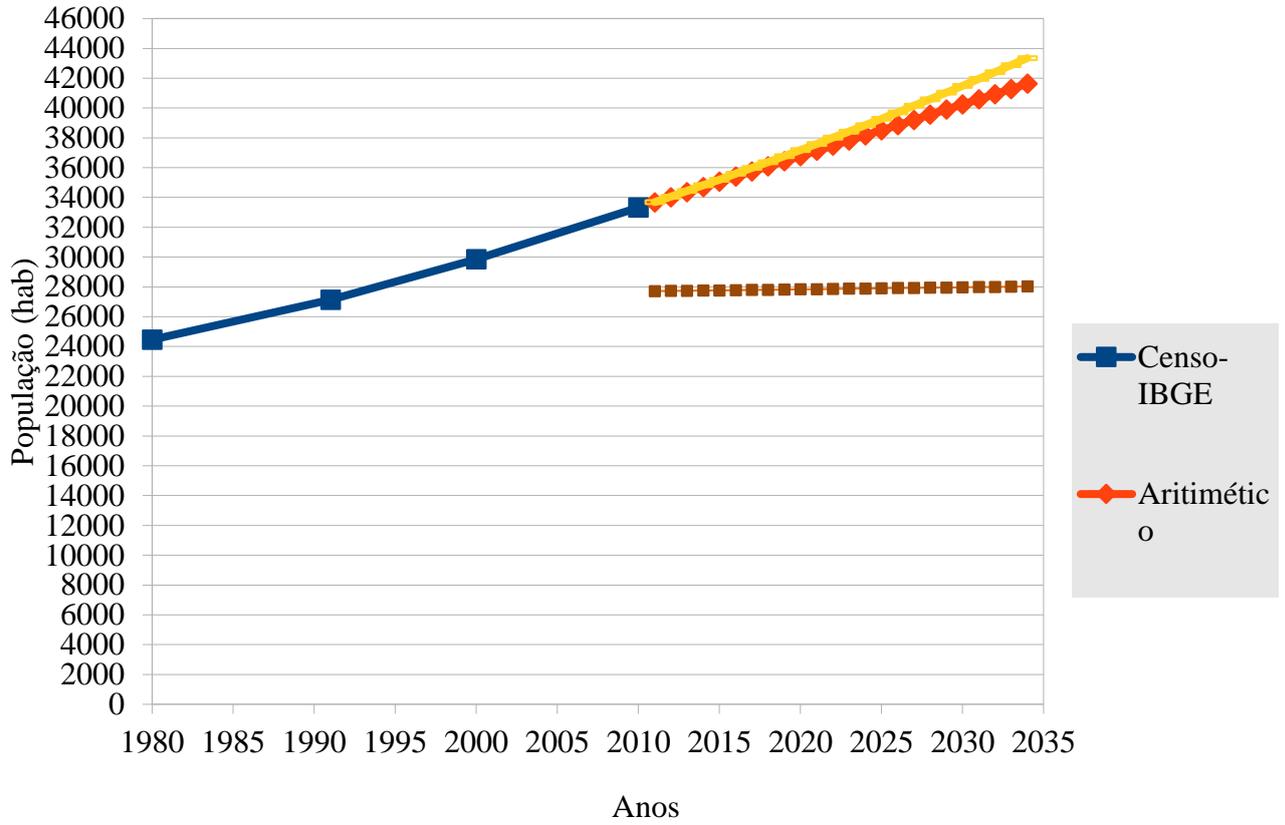
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 21 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Acarape.



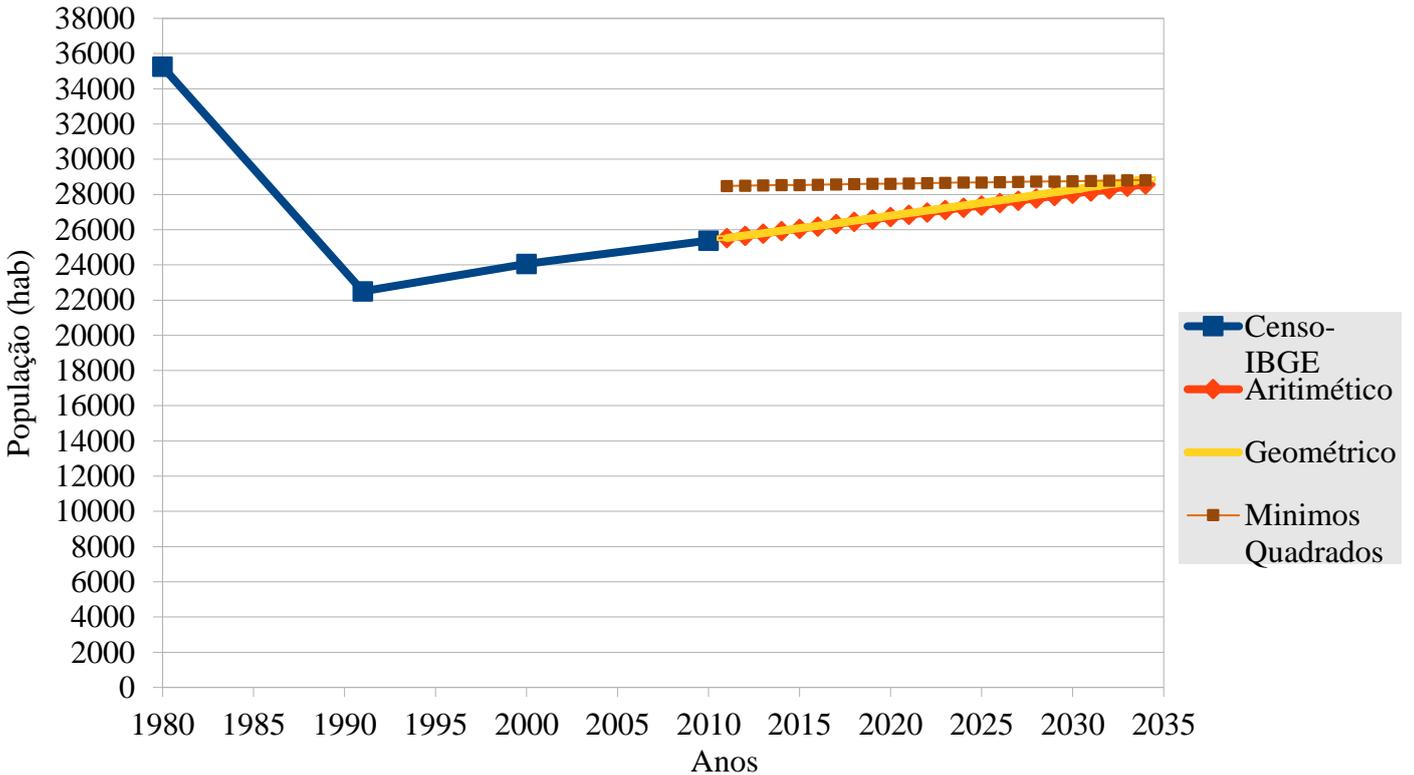
Fonte: Eleborado pela autora.

Figura 22 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Baturité.



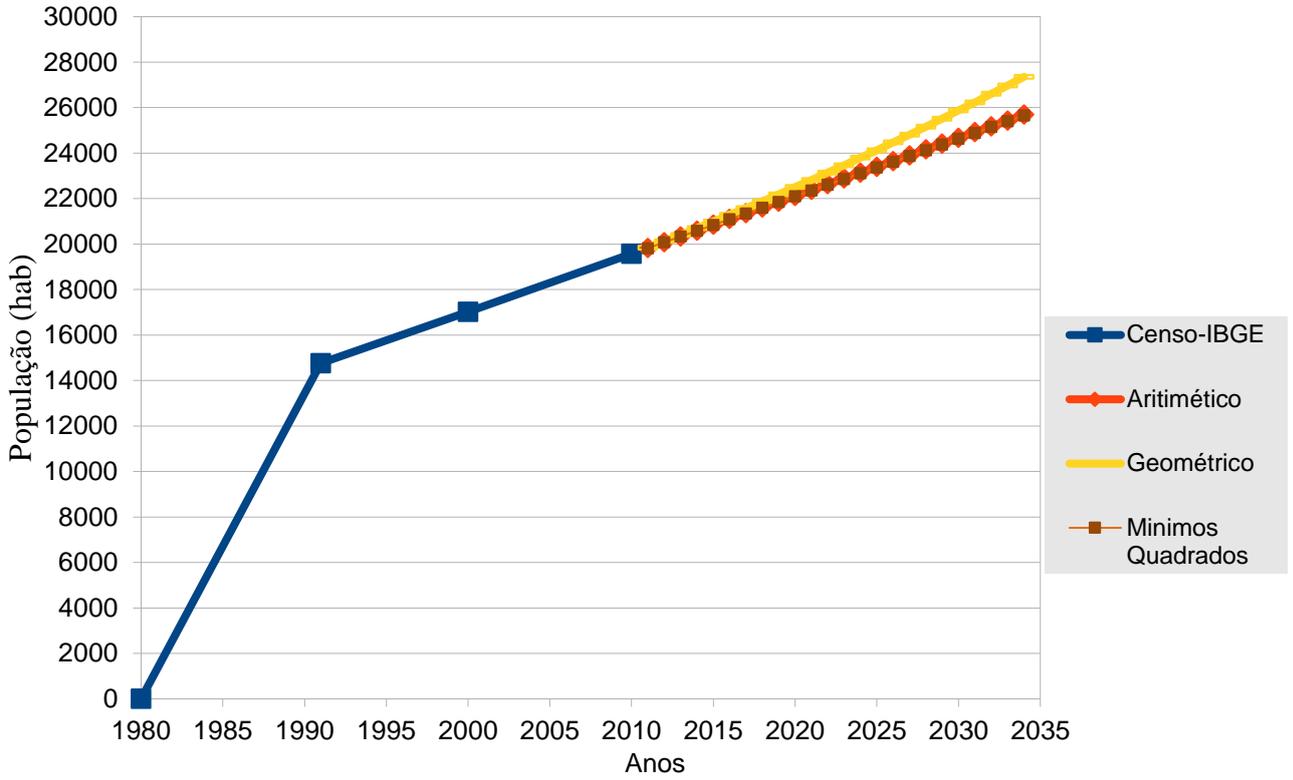
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 23 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Aracoiaba.



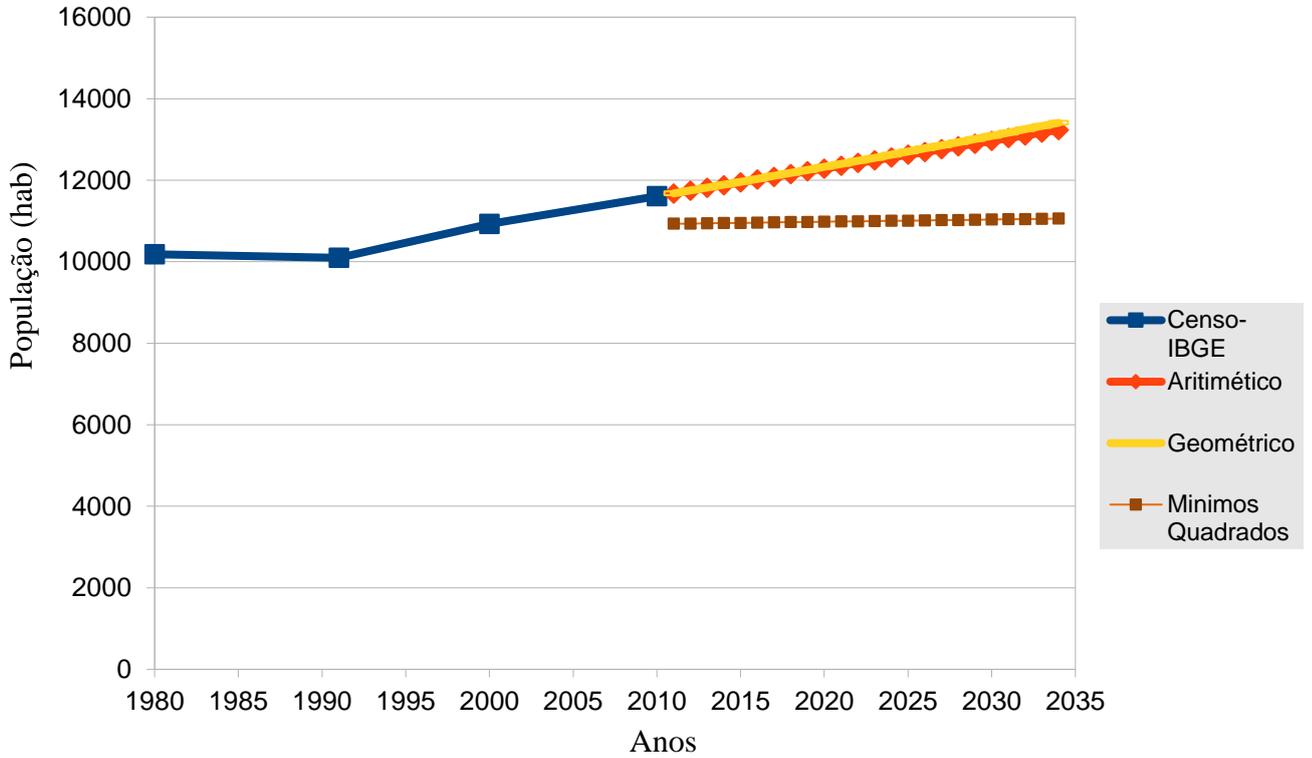
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 24 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Barreira.



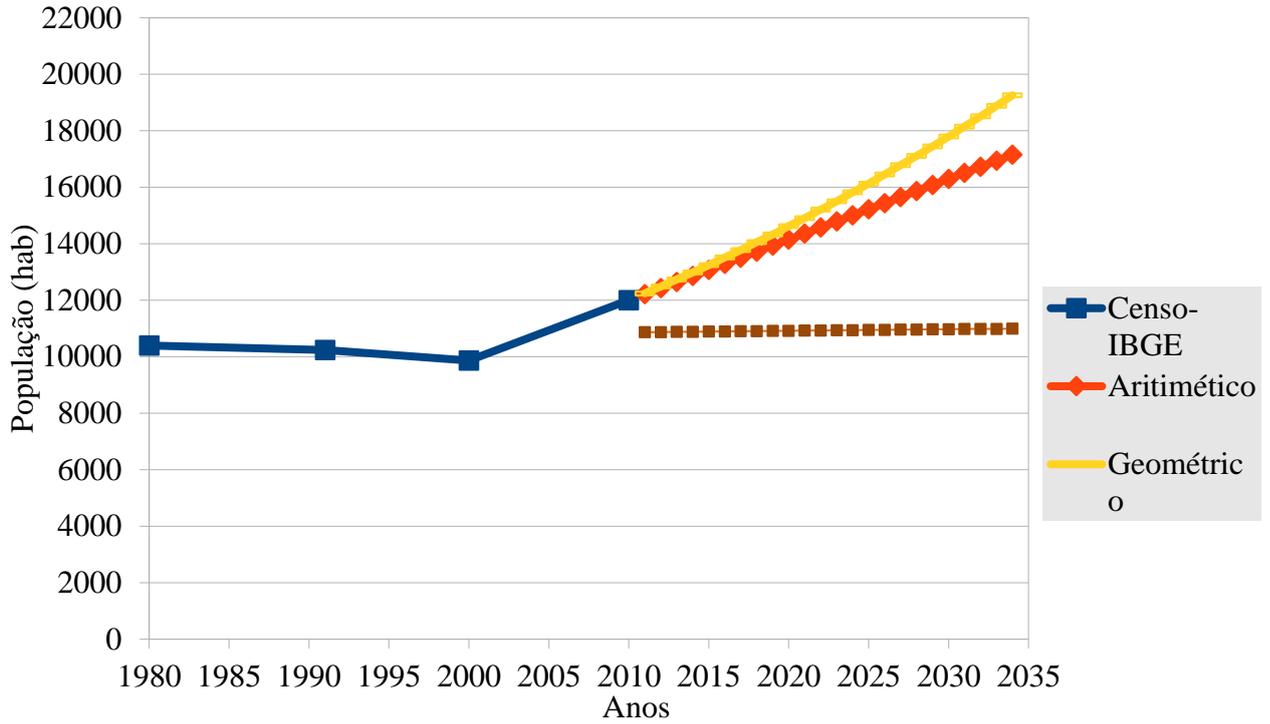
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 25 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Pacoti.



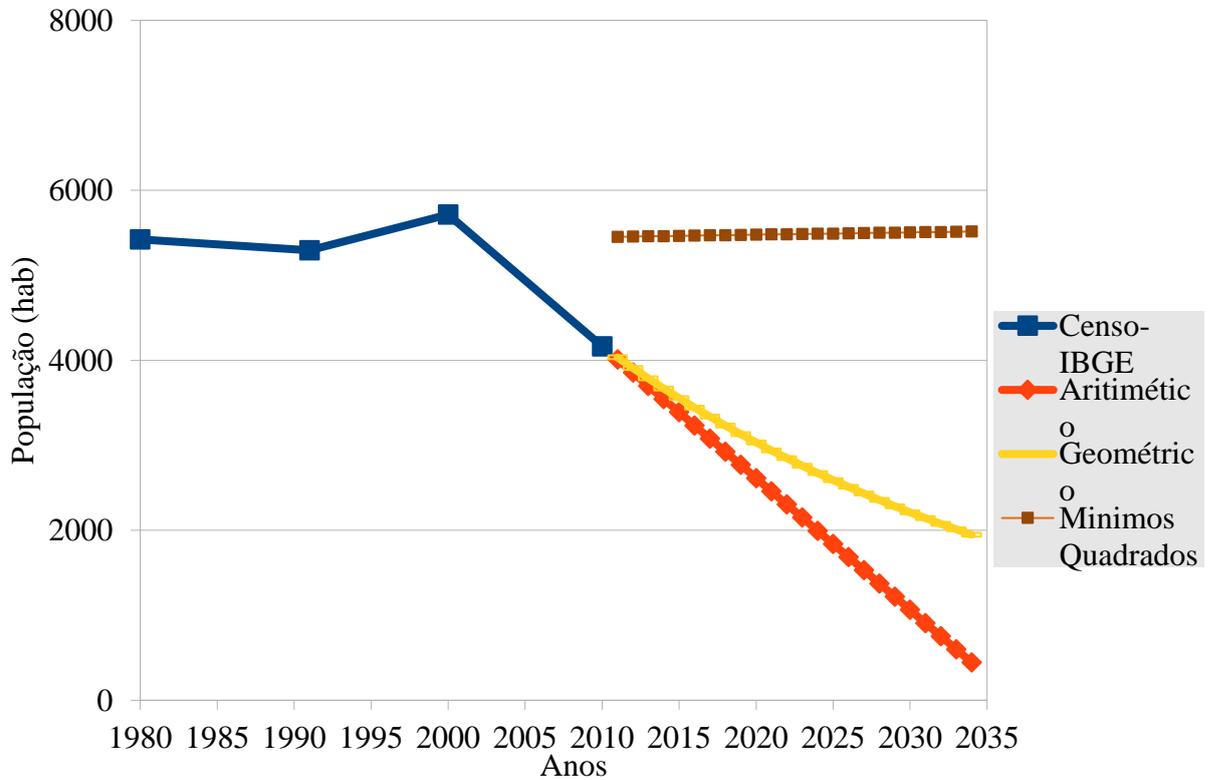
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 26 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Palmácia.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 27 - Resultados dos métodos de estimativa populacional do município de Guaramiranga.



Fonte: Elaborado pela autora.

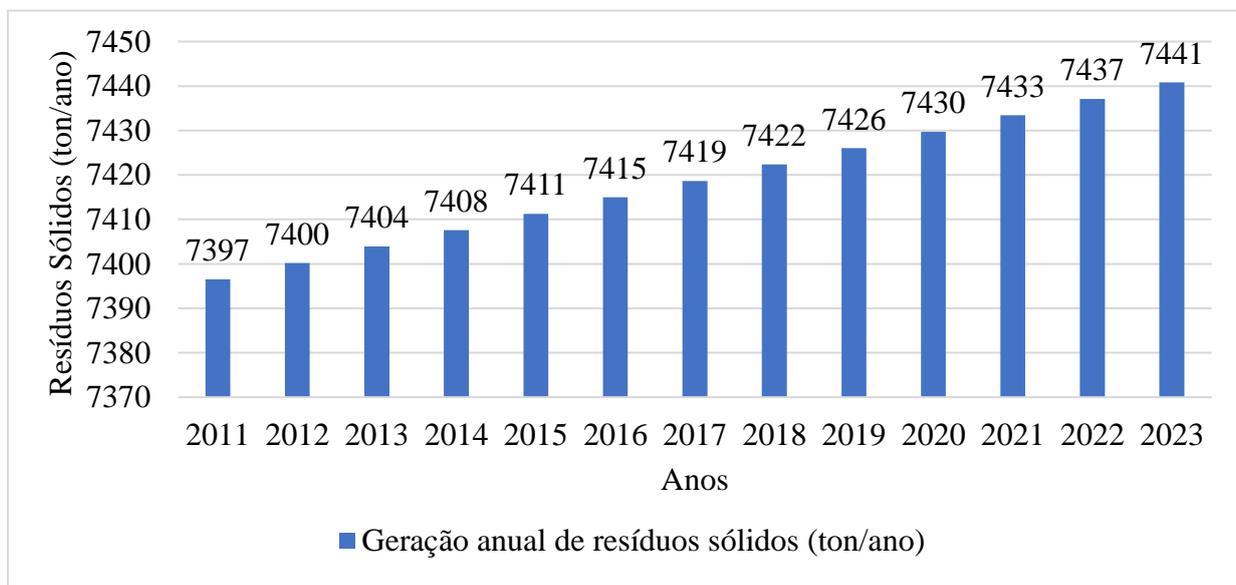
Com a população estimada para um determinado período é possível planejar políticas públicas a serem aplicadas nos municípios. Como, por exemplo, políticas públicas, com isso, pode-se citar a gestão dos resíduos sólidos.

Geração "per capita" de resíduos sólidos urbanos (kg/habitante/dia)

- valor extraído da caracterização de RSU.
- Deve-se avaliar qual a tendência de comportamento da geração per capita de RSU do município ao longo do horizonte do plano (tendência a aumentar, diminuir ou permanecer estável). Esta avaliação pode ser realizada comparando a geração de resíduos do município com a geração média de resíduos de municípios similares, do estado e do país.
- A título de simplificação, pode-se considerar que a geração de resíduos permanecerá estável, sendo este valor atualizado a cada revisão do plano. Indicadores constantes na versão 2007 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, apresentam um valor médio de 0,65 kg/hab. para municípios com faixa populacional abaixo de 30 mil habitantes (PSGIRS, 2016, pág. 28).

O gráfico mostrado na Figura 28 exibe uma estimativa da geração anual de resíduos ao longo do horizonte do município de Redenção no período de 2011 a 2023 conforme dados do IBGE.

Figura 28– Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Redenção.

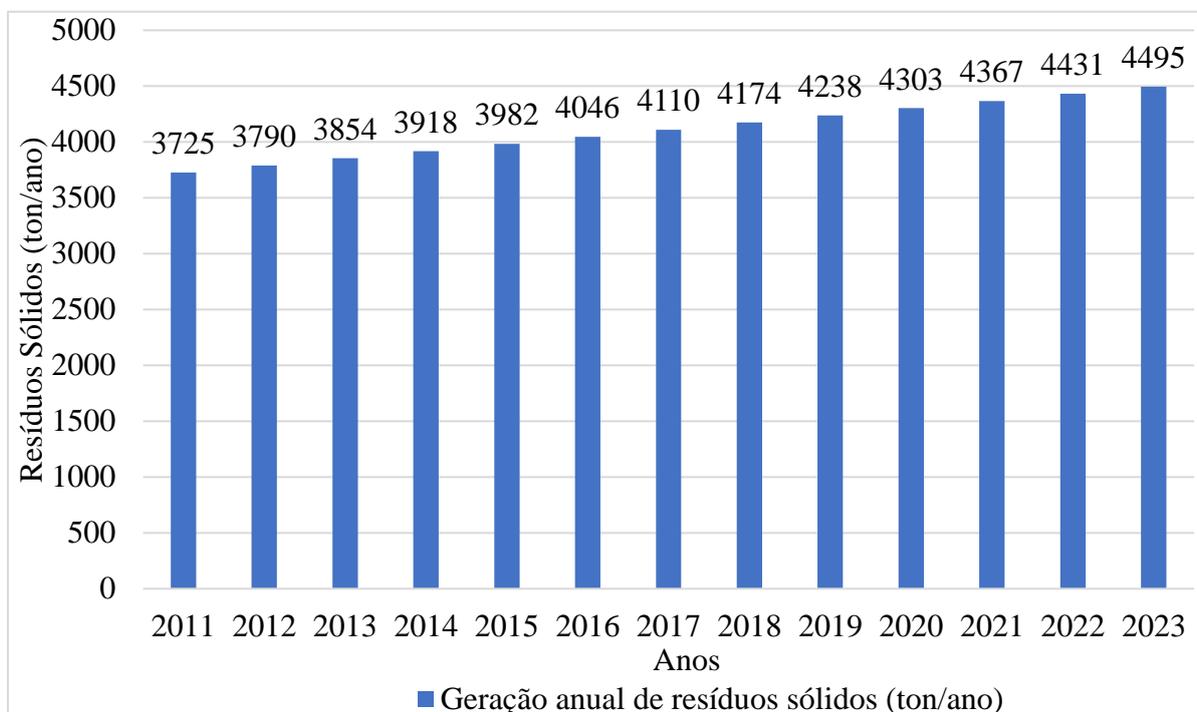


Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 28 elaborada a partir da Tabela 33 do Apêndice C, apresenta um aumento de resíduos sólidos a cada ano bem significativo do município de Redenção entre os anos de 2011 e 2023. Percebe-se que em 2023 houve um maior aumento de resíduos sólidos, com uma percentagem de 7,72%, respetivamente.

O gráfico mostrado na Figura 29 exibe uma estimativa da geração anual de resíduos ao longo do horizonte do município de Acarape no período de 2011 a 2023 conforme dados do IBGE.

Figura 29 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Acarape.

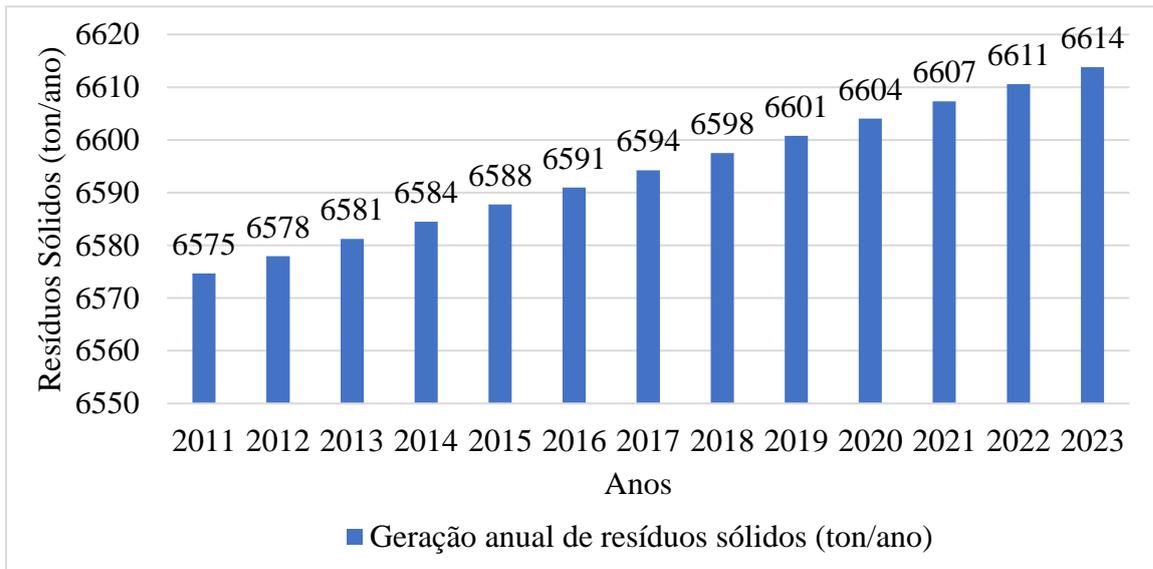


Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 29 elaborada a partir da Tabela 34 do Apêndice C, apresenta um aumento de resíduos sólidos a cada ano bem significativo do município de Acarape entre os anos de 2011 e 2023. Percebe-se que em 2023 houve um maior aumento de resíduos sólidos, com uma percentagem de 8,41%, respetivamente.

O gráfico mostrado na Figura 30 exibe uma estimativa da geração anual de resíduos ao longo do horizonte do município de Baturité no período de 2011 a 2023 conforme dados do IBGE.

Figura 30 – Geração anual de resíduos (sólidos ton/ano) do município Baturité.

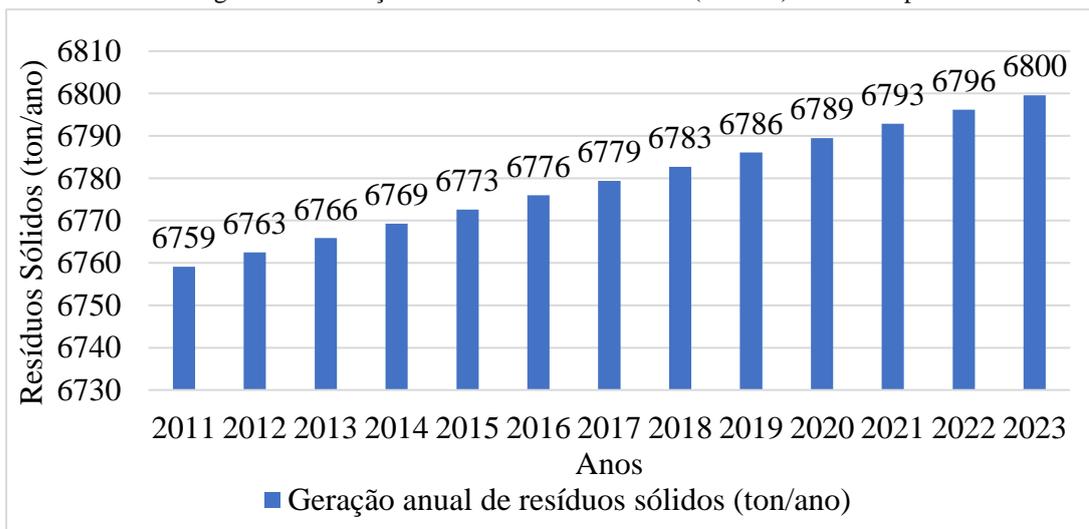


Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 30 elaborada a partir da Tabela 35 do Apêndice C, apresenta um aumento de resíduos sólidos a cada ano bem significativo do município de Baturité entre os anos de 2011 e 2023. Percebe-se que em 2023 houve um maior aumento de resíduos sólidos, com uma percentagem de 7,72%, respectivamente.

O gráfico mostrado na Figura 31 exibe uma estimativa da geração anual de resíduos ao longo do horizonte do município de Aracoiaba no período de 2011 a 2023 conforme dados do IBGE.

Figura 31 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Aracoiaba.

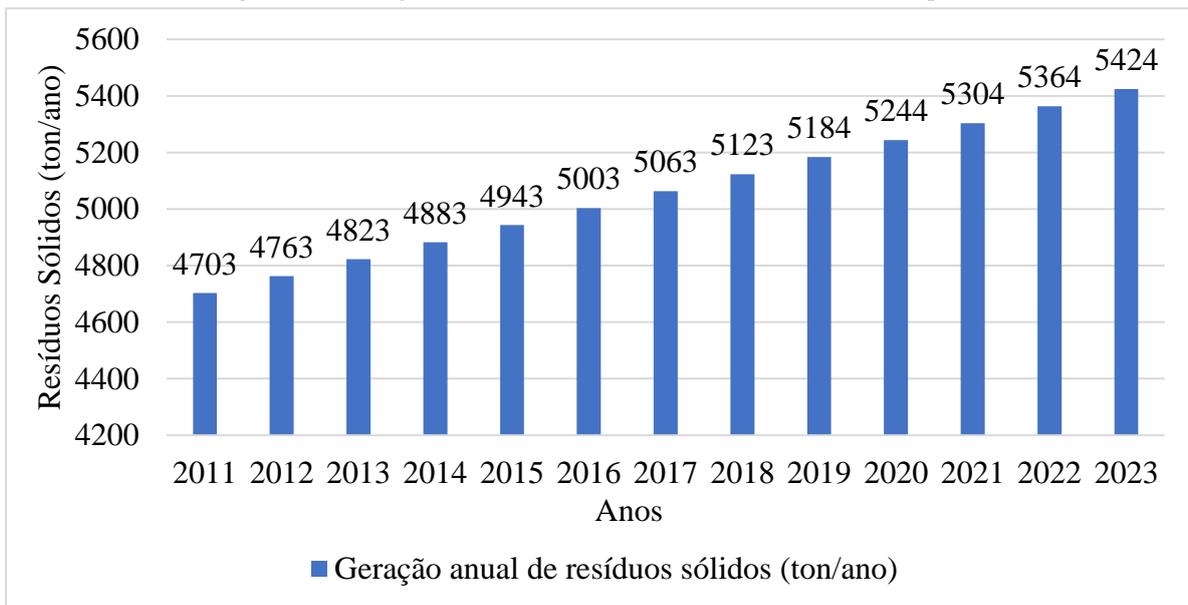


Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 31 elaborada a partir da Tabela 36 do Apêndice C, apresenta um aumento de resíduos sólidos a cada ano bem significativo do município de Aracoiaba entre os anos de 2011 e 2023. Percebe-se que em 2023 houve um maior aumento de resíduos sólidos, com uma percentagem de 7,72%, respetivamente.

O gráfico mostrado na Figura 32 exibe uma estimativa da geração anual de resíduos ao longo do horizonte do município de Barreira no período de 2011 a 2023 conforme dados do IBGE.

Figura 32 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Barreira.

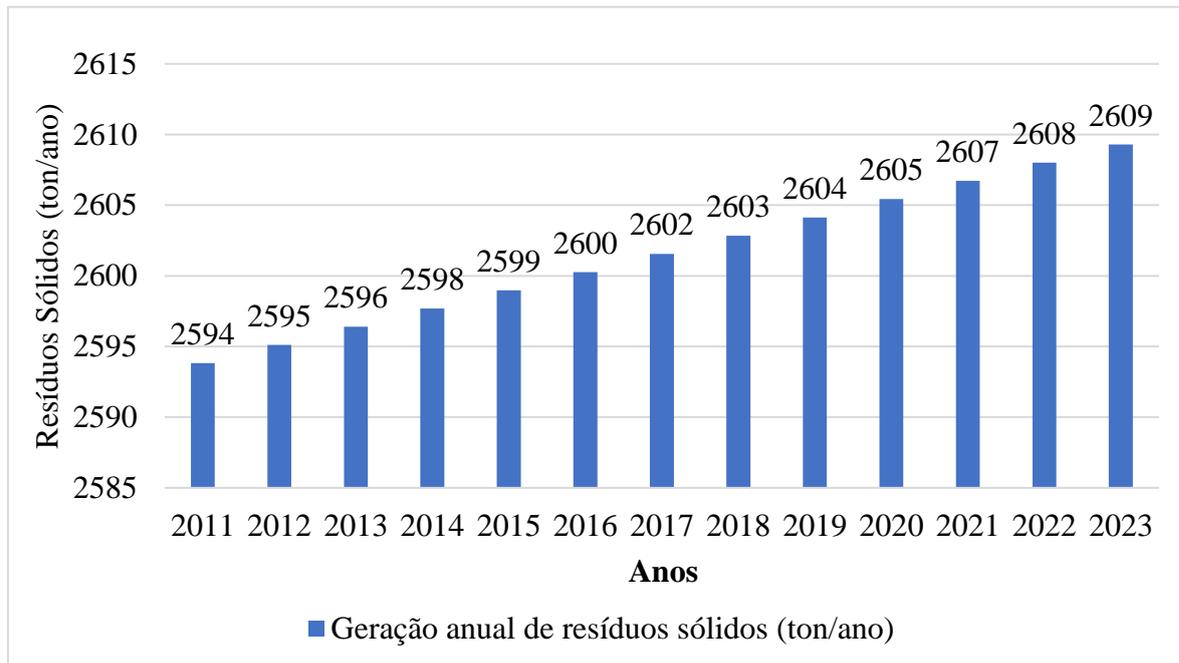


Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 32 elaborada a partir da Tabela 37 do Apêndice C, apresenta um aumento de resíduos sólidos a cada ano bem significativo do município de Barreira entre os anos de 2011 e 2023. Percebe-se que em 2023 houve um maior aumento de resíduos sólidos, com uma percentagem de 8,24%, respetivamente.

O gráfico mostrado na Figura 33 exibe uma estimativa da geração anual de resíduos ao longo do horizonte do município de Pacoti no período de 2011 a 2023 conforme dados do IBGE.

Figura 33 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Pacoti.

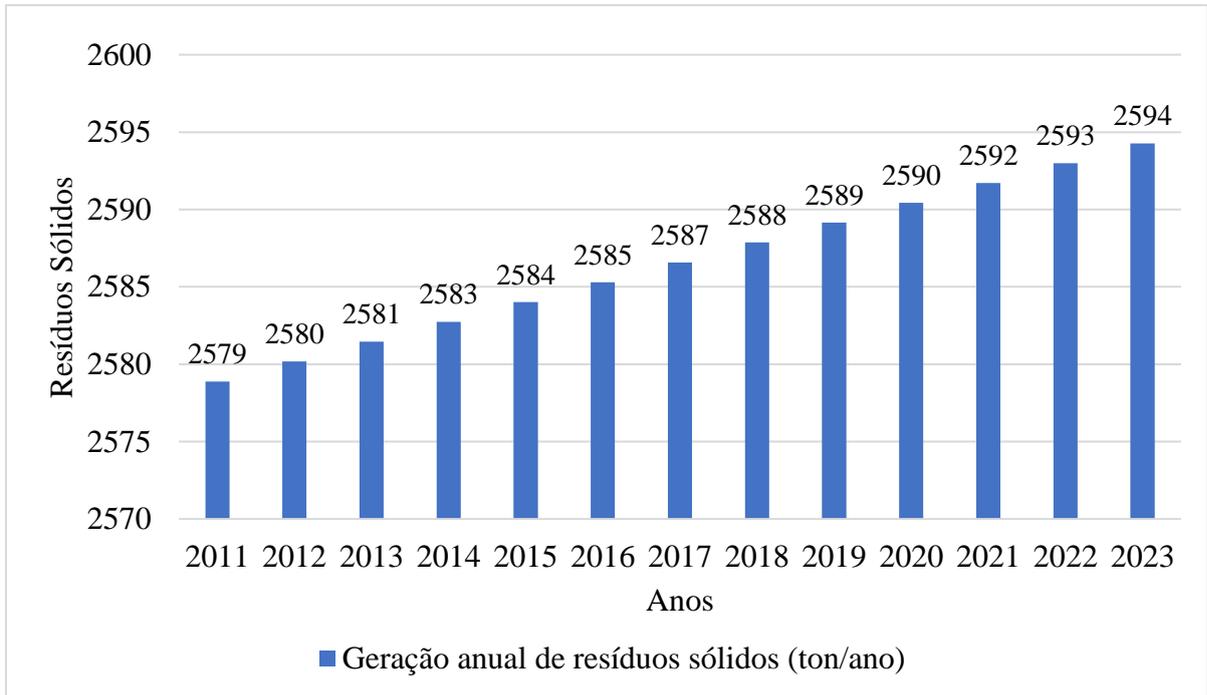


Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 33 elaborada a partir da Tabela 38 do Apêndice C, apresenta um aumento a cada ano bem significativo do município de Pacoti entre os anos de 2011 e 2023. Percebe-se que em 2023 houve um maior aumento de resíduos sólidos, com uma percentagem de 7,71%, respectivamente.

O gráfico mostrado na Figura 34 exibe uma estimativa da geração anual de resíduos ao longo do horizonte do município de Palmácia no período de 2011 a 2023 conforme dados do IBGE.

Figura 34 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano)do município Palmácia.

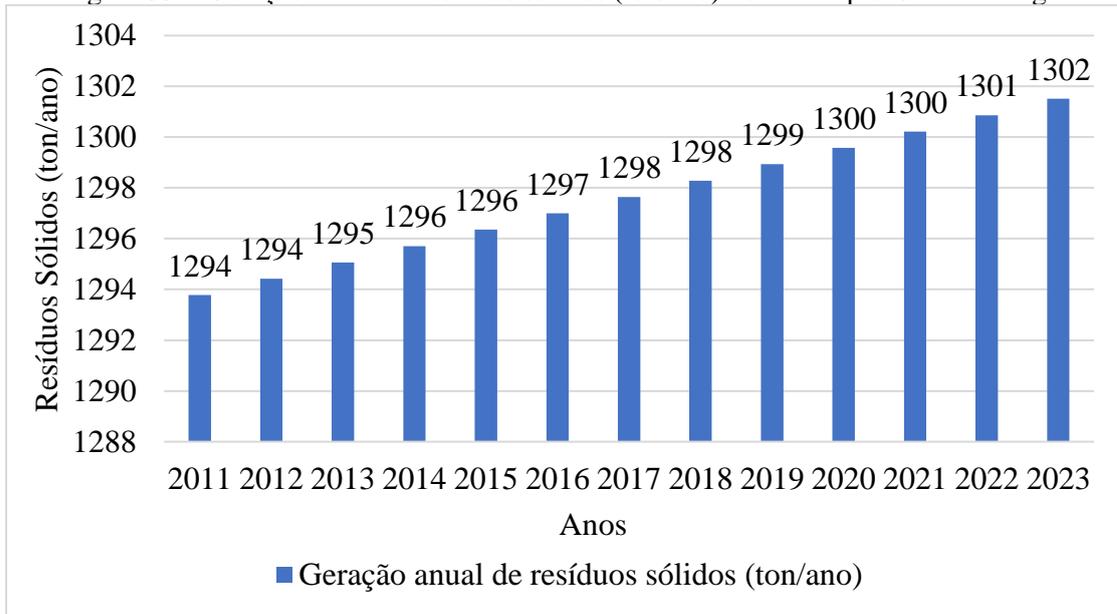


Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 34 elaborada a partir da Tabela 39 do Apêndice C, apresenta um aumento de resíduos sólidos a cada ano bem significativo de resíduos sólidos do município de Palmácia entre os anos de 2011 e 2023. Percebe-se que em 2023 houve um maior aumento de resíduos sólidos, com uma percentagem de 7,71%, respetivamente.

O gráfico mostrado na Figura 35 exibe uma estimativa da geração anual de resíduos ao longo do horizonte do município de Guaramiranga no período de 2011 a 2023 conforme dados do IBGE.

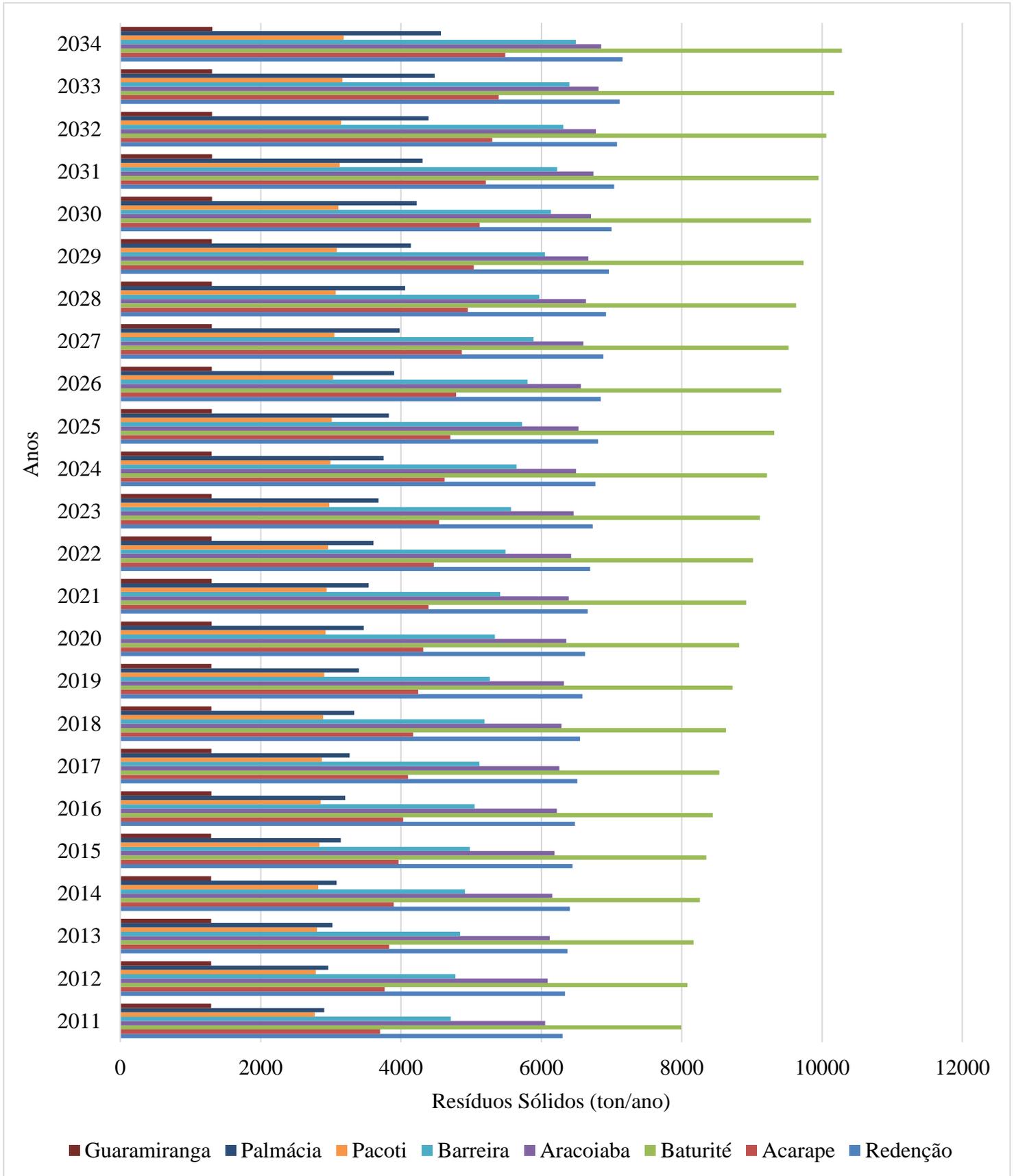
Figura 35 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) do município Guaramiranga.



Fonte: Elaborado pela autora.

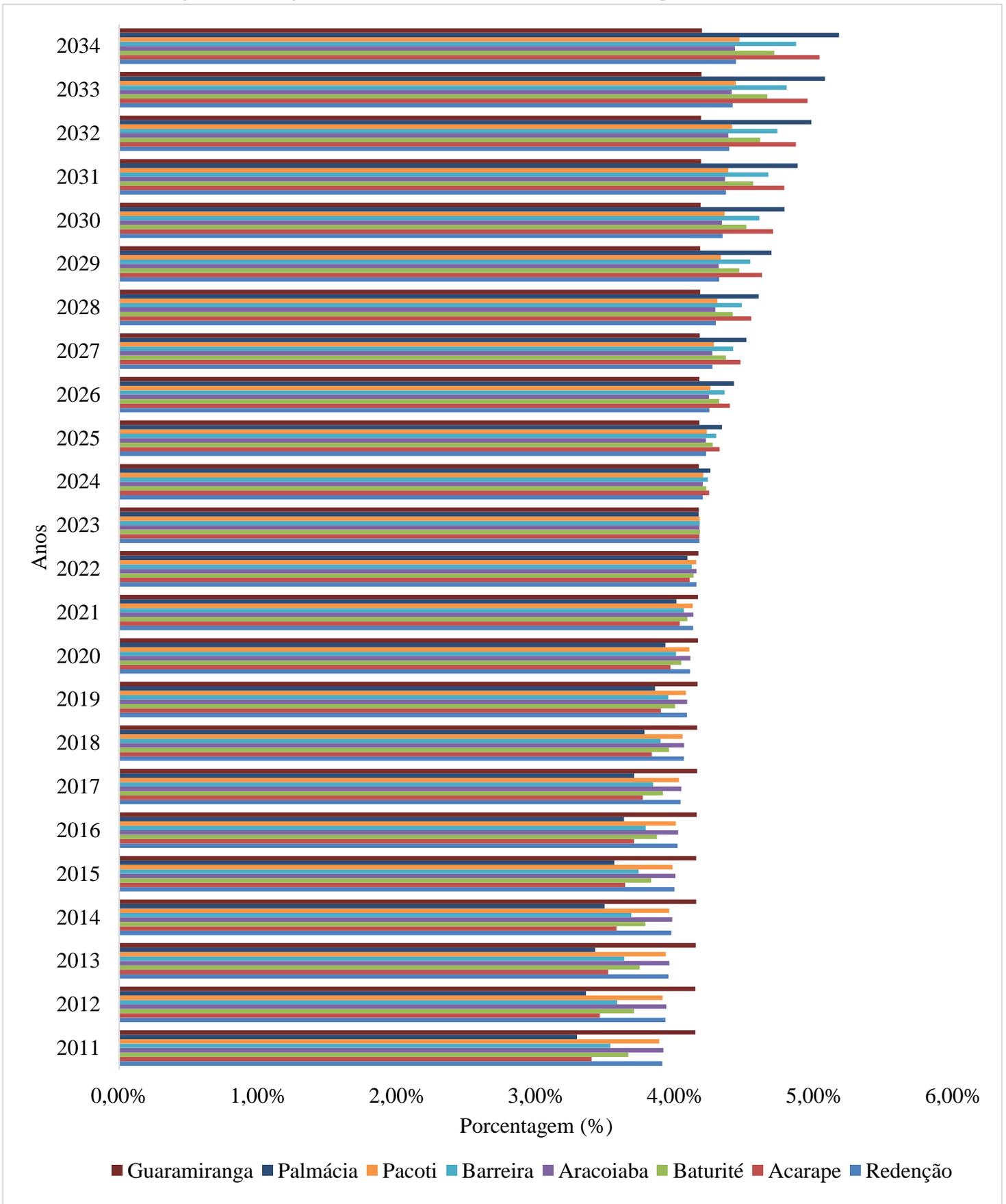
A Figura 35 elaborada a partir da Tabela 40 do Apêndice C, apresenta um aumento de resíduos sólidos a cada ano bem significativo do município de Guaramiranga entre os anos de 2011 e 2023. Percebe-se que em 2023 houve um maior aumento de resíduos sólidos, com uma percentagem de 7,72%, respetivamente.

Figura 36 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) nos municípios analisados.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 37 – Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) nos municípios analisado.



Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que os municípios apresentam um crescimento linear de geração de resíduos sólidos ao longo desse período e com a tendência de continuar com o mesmo fluxo de crescimento. Os municípios com maiores números de população apresentam uma geração maior de resíduos como esperado, embora os municípios de Acarape e Palmácia apresentem maior índice de crescimento de geração de resíduos. Isto é, se comparado com os demais municípios onde a quantidade de resíduos projetado a ser gerado até 2034, tem uma diferença menor do atual, esses dois municípios apresentam uma diferença maior.

Com a população estimada até 2034 é possível planejar políticas públicas a serem aplicadas nesses municípios, notadamente a de gestão dos resíduos sólidos. A população projetada permite estimar a geração dos resíduos sólidos, considerando a demanda crescente em 2022 (Acarape com pouco mais de 4.400 ton/ano, Palmácia com pouco mais de 3.600 ton/ano) que pode atingir, no ano de 2034, um valor aproximado de 5.400 ton/ano e 4.500 ton/ano, respectivamente.

Os resultados obtidos a partir das projeções indicam que os métodos geométrico e aritmético apresentaram certa proximidade de valores de crescimento populacional. Entretanto, na parte final da projeção, o método geométrico indicou valores maiores, enquanto que o dos mínimos quadrados ficou abaixo dos valores oficiais apurados nos censos oficiais do IBGE de 1970 a 2010. O método geométrico, ao se constituir como uma tendência geral de todo o período (2011-2034), ofereceu resultados mais adequados. Assim, foi usado o método geométrico que se revela como o mais adequado e próprio para a projeção do crescimento populacional, com exceção do município de Guaramiranga, onde o método dos mínimos quadrados apresenta melhores resultados de análise.

Qualquer política pública que mantenha relação direta com o número de habitantes de município, como a de gestão de resíduos sólidos, deve levar em consideração a projeção do crescimento populacional pelo método geométrico e dos mínimos quadrados.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004. Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro (RJ); 2004;7

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Normas Técnicas NBR-10004: Resíduos Sólidos – Classificação (Versão Revisada), Rio de Janeiro, 2004.

Berticelli, R.; Pandolfo, A.; Krf, E. (2016). **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos: Perspectivas e desafios**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental. 5. 711. 10.19177/rgsa.ve22016711-744.

BRASIL. Lei Federal Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 DOU 03.08.2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. (2010 a) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatística/populacao/condicaoodevida/pnsb/lixo> . Acesso em: 03 abr. 2023.

CASTILHOS JR, . **Principais Processos de degradação de Resíduos Sólidos Urbanos**. In: CASTILHO JUNIOR (Coord.). Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, 2003. p. 19-50.

CEMPRE (2018). Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado / Coordenação geral André Vilhena. – 4. ed. – São Paulo (SP): CEMPRE, 2018. 316 p. : il. ; 11.264 kbytes. Disponível em: https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 04/04/2023.

Crede 08 Baturité Coordenaria Regional de Desenvolvimento da Educação. Disponível em: <https://www.crede08.seduc.ce.gov.br/acarape/> IBGE (2022). População no último censo. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/acarape/panorama>. Acesso em: 20/09/2022.

Faria, Paulo de. **Prefeitura Municipal de Paulo de Faria: Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.** – Paulo de Faria, SP: Prefeitura Municipal de Paulo de Faria, 2013. 135 p.: il.

FGV (2015). **POLÍTICA NACIONAL E GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 2015** Nº 22 ISBN 978-85-64878-28-0. Disponível em: https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/miolo_residuos_solidos_site.pdf. Acesso em: 10/04/2023.

Gomes, L.P e Martins, F. B. **Projeto, Implantação e Operação de Aterros Sustentáveis de Resíduos Sólidos Urbanos para municípios de Pequeno Porte.** In: CASTILHO JUNIOR (Coord.). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte.** Rio de Janeiro: ABES, 2003. p. 51-105

Günther, Wanda Maria Risso. **Resíduos sólidos no contexto da saúde ambiental.** 2008. Tese (Livre Docência em Resíduos Sólidos) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/T.6.2010.de-19072010-144112. Acesso em: 2023-04-22.

Günther, W. **Resíduos Sólidos no contexto da Saúde Ambiental.** Faculdade de saúde pública/USP. São Paulo, 2008.

ISWA (2022). **O Futuro do Setor De Gestão De Resíduos Tendências, Oportunidades e desafios para a Década 2021-2030.** Disponível em: <file:///C:/Users/Salom%C3%A3o/Desktop/tcc%20de%20Vivian/O-futuro-do-setor-de-gestao-de-residuos-ISWA-2022.pdf>. Acesso em: 01/04/2023.

IBGE (2018). **Projeções da população: Brasil e unidades da federação: revisão 2018,** Coordenação de População e Indicadores Sociais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IBGE (2018). **Projeções da população: Brasil e unidades da federação: revisão 2018,** Coordenação de População e Indicadores Sociais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IBGE (2018). Projeção da população. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-dapopulacao.html?=&t=conceitos-e-metodos>. Acesso em: 20/09/2022

ICLEI - Brasil - **Governos Locais pela Sustentabilidade Manual para aproveitamento do biogás: volume um, aterros sanitários**. ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, Secretariado para América Latina e Caribe, Escritório de projetos no Brasil, São Paulo, 2009.

LOPES, A. A. **Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos/SP**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo- São Carlos, 2003.

MEDEIROS, W. N.; VIEIRA, S. L.; VIDAL, E. M. **Educação e território: subsídios ao planejamento de políticas municipais na região do Maciço de Baturité**. Ceará - Fortaleza: Liber Livro, 2014. 268 p.: il.; 22 cm. – (Coleção educação no Baturité). vol.2.

MOREIRA, F. A. Projeção Populacional e de Geração de Resíduos Sólidos Urbanos para o Município de Meruoca-CE, Monografia (Pós-Graduação em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energético). Redenção, 2018.

Nunes, Adriana Barbosa de Sousa. **Avaliação da gestão dos resíduos sólidos domiciliares na região do maciço de Baturité – Redenção**, 2016. 99 f.; 30 cm. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis - MASTS da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira – UNILAB.

PASSOS, F. M. **Análise do potencial energético dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Aracaju/Se**. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

PSGIRS - **Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos** –: Manual de Orientação. 3ª edição. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.2016.

RIBEIRO, Marcelo Novak. **Geração de Energia a partir de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil é uma realidade?** FGV Management MBA em ADM. do Setor Elétrico, Curitiba, 2017.

SANTIGO, S. S e DIAS, M. F. **Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos.** Eng. Sanit. Ambient. 17 (2) • Jun 2012 .
<https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000200010>

Silva, C. L., Biernaski, I. (2018). PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE À LUZ DA PNRS. *Gestão & Regionalidade*, 34(101).
<https://doi.org/10.13037/gr.vol34n101.3879>.

SIMPLUS. Motor ciclo otto. Disponível em: <https://blog.simplusbr.com/motor-ciclo-otto/>. Acesso em: 07/05/2023.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** In: CASTILHO JUNIOR (Coord.). Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, 2003. p. 1-18.

APÊNDICES A

Tabela 1- Crescimento Populacional de Redenção entre 1970 e 2010.

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	-	-	-	-	-
1970	37669	-	9.232	24.51	-
1980	42642	1,25%	12.087	28.35	2,73%
1991	22757	5,55%	10.718	47.10	-1,09%
2000	24993	1,05%	12.787	51.16	1,98%
2010	26415	0,55%	15.134	57.29	1,70%

Fonte: Censos Demográficos – IBGE (1970, 1980, 1991, 2000, 2010)

Tabela 2- Crescimento Populacional de Acarape entre 1991 e 2010.

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	-	-	-	-	-
1970	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-	-
1991	10191	-	5.383	52,82%	-
2000	12927	2,68%	7.025	54,34%	3,00%
2010	15338	1,72%	7.982	52,04%	1,29%

Fonte: Censos Demográficos – IBGE (1991, 2000, 2010).

Tabela 3- Crescimento Populacional de Baturité entre 1970 e 2010.

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	-		-	-	
1970	22220		8.726	39.27	
1980	24450	0,96%	12.378	50.63	3,56%
1991	27147	0,96%	16.199	59.67	2,48%
2000	29861	1,06%	20.846	69.81	2,84%
2010	33321	1,10%	24.437	73.34	1,60%

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

Tabela 4- Crescimento Populacional de Aracoiaba entre 1970 e 2010.

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	-	-	-	-	-
1970	33902	-	4.918	15%	-
1980	35257	0,39%	5.029	14%	0,22%
1991	22508	-4,00%	10.478	47%	6,90%
2000	24064	0,75%	12.205	51%	1,71%
2010	25391	0,54%	13.737	54%	1,19%

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

Tabela 5- Crescimento Populacional de Barreira entre 1991 e 2010.

A no	População Total (hab)	Taxa de Cresc. da Pop. Total (% a.a)	População Urbana (hab)	População Urbana (%)	Taxa de Cresc. da Pop. U rbana (% a.a)
1960	-	-	-	-	-
1970	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-	-
1991	14759	-	3.341	22.64	-
2000	17024	1,60%	6.375	37.45	7,44%
2010	19573	1,41%	8.127	41.52	2,46%

Fonte: Censos Demográficos – IBGE (1991, 2000, 2010).

Tabela 6- Crescimento Populacional de Pacoti entre 1970 e 2010.

Ano	População Total (hab)	Taxa de Cresc. da Pop. Total (% a.a)	Pop ulação Urbana (hab)	Pop ulação Urbana (%)	Taxa de Cresc. da Pop. Urbana (% a.a)
1960	-	-	-	-	-
1970	11273	-	1.857	16.47	-
1980	10186	-1,01%	2.060	20.22	1,04%
1991	10100	-0,08%	3.179	31.48	4,02%
2000	10929	0,88%	3.809	34.85	2,03%
2010	11607	0,60%	4.745	40.88	2,22%

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

Tabela 7- Crescimento Populacional de Palmácia entre 1970 e 2010

A no	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	-	-	-	-	-
1970	11295	-	2.530	22.40	-
1980	10391	-0,83%	3.099	29.82	2,05%
1991	10236	-0,14%	3.725	36.39	1,69%
2000	9859	-0,42%	4.417	44.80	1,91%
2010	12005	1,99%	4.957	41.29	1,16%

Fonte: Censos Demográficos – IBGE (1970, 1980, 1991, 2000, 2010)

Tabela 8- Crescimento Populacional de Guaramiranga entre 1970 e 2010.

A no	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	-	-	-	-	-
1970	6412	-	682	10.64	-
1980	5423	-1,66%	712	13.13	0,43%
1991	5293	-0,22%	1.572	29.70	7,47%
2000	5714	0,85%	2.330	40.78	4,47%
2010	4164	-3,11%	2.495	59.92	0,69%

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

APÊNDICES B

Tabela 9- Estimativa populacional do município de Redenção pelo método aritmético

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	26557	15369
2012	26699	15603
2013	26842	15838
2014	26984	16073
2015	27126	16308
2016	27268	16542
2017	27410	16777
2018	27553	17012
2019	27695	17246
2020	27837	17481
2021	27979	17716
2022	28121	17950
2023	28264	18185
2024	28406	18420
2025	28548	18655
2026	28690	18889
2027	28832	19124
2028	28975	19359
2029	29117	19593
2030	29259	19828
2031	29401	20063
2032	29543	20297
2033	29686	20532
2034	29828	20767

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 10- Estimativa populacional do município Redenção pelo método geométrico

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	26562	15391
2012	26709	15653
2013	26857	15919
2014	27006	16189
2015	27156	16464
2016	27307	16744
2017	27458	17029
2018	27611	17318
2019	27764	17612
2020	27918	17912
2021	28073	18216
2022	28229	18526
2023	28385	18841
2024	28543	19161
2025	28701	19486
2026	28860	19818
2027	29021	20154
2028	29182	20497
2029	29343	20845
2030	29506	21199
2031	29670	21560
2032	29835	21926
2033	30000	22299
2034	30167	22678

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 11- Estimativa populacional do município Redenção pelo método dos mínimosquadrados

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
1960		6663
1970		6697
1980		6731
1991		6769
2000		6800
2010	26415	6834
2011	22380	6837
2012	21971	6840
2013	21561	6844
2014	21152	6847
2015	20743	6851
2016	20333	6854
2017	19924	6857
2018	19514	6861
2019	19105	6864
2020	18696	6868
2021	18286	6871
2022	17877	6874
2023	17468	6878
2024	17058	6881
2025	16649	6885
2026	16239	6888
2027	15830	6891
2028	15421	6895
2029	15011	6898
2030	14602	6902
2031	14192	6905
2032	13783	6908
2033	13374	6912
2034	12964	6915

	População Total (hab)	População Urbana (hab)
a =	-409	124
b =	845645	-234131

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 12- Estimativa populacional do município Acarape pelo método aritmético

A	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	15579	8078
2012	15820	8173
2013	16061	8269
2014	16302	8365
2015	16544	8461
2016	16785	8556
2017	17026	8652
2018	17267	8748
2019	17508	8843
2020	17749	8939
2021	17990	9035
2022	18231	9130
2023	18472	9226
2024	18713	9322
2025	18955	9418
2026	19196	9513
2027	19437	9609
2028	19678	9705
2029	19919	9800
2030	20160	9896
2031	20401	9992
2032	20642	10087
2033	20883	10183
2034	21124	10279

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 13- Estimativa populacional do município Acarape pelo método geométrico

A	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	15603	8085
2012	15872	8189
2013	16145	8294
2014	16424	8400
2015	16707	8508
2016	16995	8618
2017	17289	8728
2018	17587	8841
2019	17890	8954
2020	18199	9069
2021	18513	9186
2022	18832	9304
2023	19157	9424
2024	19487	9545
2025	19823	9667
2026	20165	9792
2027	20513	9918
2028	20867	10045
2029	21227	10174
2030	21593	10305
2031	21965	10437
2032	22344	10571
2033	22730	10707
2034	23122	10845

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 14- Estimativa populacional do município Acarape pelo método dos mínimosquadrados

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
1960		6663
1970		6697
1980		6731
1991		6769
2000		6800
2010	15338	6834
2011	15702	6837
2012	15973	6840
2013	16243	6844
2014	16513	6847
2015	16784	6851
2016	17054	6854
2017	17324	6857
2018	17595	6861
2019	17865	6864
2020	18135	6868
2021	18406	6871
2022	18676	6874
2023	18946	6878
2024	19217	6881
2025	19487	6885
2026	19758	6888
2027	20028	6891
2028	20298	6895
2029	20569	6898
2030	20839	6902
2031	21109	6905
2032	21380	6908
2033	21650	6912
2034	21920	6915

	População Total (hab)	População Urbana (hab)
a =	270	3
b =	-527961	-4

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 15- Estimativa populacional do município de Baturité pelo método aritmético

A	População Total (hab)	População Urbana (hab)
no		
2011	33667	24796
2012	34013	25155
2013	34359	25514
2014	34705	25873
2015	35051	26233
2016	35397	26592
2017	35743	26951
2018	36089	27310
2019	36435	27669
2020	36781	28028
2021	37127	28387
2022	37473	28746
2023	37819	29105
2024	38165	29464
2025	38511	29824
2026	38857	30183
2027	39203	30542
2028	39549	30901
2029	39895	31260
2030	40241	31619
2031	40587	31978
2032	40933	32337
2033	41279	32696
2034	41625	33055

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 16- Estimativa populacional do município Baturité pelo método geométrico

Ano	População Total (hab)	Populaçã o Urbana (hab)
2011	33688	24828
2012	34060	25226
2013	34435	25630
2014	34815	26041
2015	35199	26458
2016	35587	26882
2017	35979	27313
2018	36375	27750
2019	36776	28195
2020	37182	28647
2021	37592	29106
2022	38006	29572
2023	38425	30046
2024	38849	30527
2025	39277	31016
2026	39710	31513
2027	40148	32018
2028	40590	32531
2029	41038	33052
2030	41490	33581
2031	41948	34119
2032	42410	34666
2033	42878	35221
2034	43350	35786

Fonte: Elaborado pela autora.

17- Estimativa populacional do município Baturité pelo método dos mínimos quadrados

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
1960		6663
1970		6697
1980		6731
1991		6769
2000		6800
2010	33321	6834
2011	27712	6837
2012	27726	6840
2013	27740	6844
2014	27753	6847
2015	27767	6851
2016	27781	6854
2017	27795	6857
2018	27808	6861
2019	27822	6864
2020	27836	6868
2021	27850	6871
2022	27863	6874
2023	27877	6878
2024	27891	6881
2025	27905	6885
2026	27918	6888
2027	27932	6891
2028	27946	6895
2029	27960	6898
2030	27973	6902
2031	27987	6905
2032	28001	6908
2033	28015	6912
2034	28028	6915

	População Total (hab)	População Urbana (hab)
a =	14	8
b =	66	-196

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 18- Estimativa populacional do município de Aracoiaba pelo método aritmético

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	25524	13890
2012	25656	14043
2013	25789	14197
2014	25922	14350
2015	26055	14503
2016	26187	14656
2017	26320	14809
2018	26453	14963
2019	26585	15116
2020	26718	15269
2021	26851	15422
2022	26983	15575
2023	27116	15729
2024	27249	15882
2025	27382	16035
2026	27514	16188
2027	27647	16341
2028	27780	16495
2029	27912	16648
2030	28045	16801
2031	28178	16954
2032	28310	17107
2033	28443	17261
2034	28576	17414

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 19- Estimativa populacional do município Aracoiaba pelo método geométrico

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	25528	13900
2012	25665	14066
2013	25803	14233
2014	25942	14402
2015	26082	14574
2016	26222	14747
2017	26363	14922
2018	26505	15100
2019	26648	15280
2020	26791	15461
2021	26935	15645
2022	27080	15831
2023	27226	16020
2024	27373	16210
2025	27520	16403
2026	27668	16598
2027	27817	16796
2028	27967	16995
2029	28117	17197
2030	28269	17402
2031	28421	17609
2032	28574	17818
2033	28727	18030
2034	28882	18245

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 20- Estimativa populacional do município Aracoiaba pelo método dos mínimos quadrados

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
1960		6663
1970		6697
1980		6731
1991		6769
2000		6800
2010	25391	6834
2011	28489	6837
2012	28504	6840
2013	28518	6844
2014	28532	6847
2015	28546	6851
2016	28561	6854
2017	28575	6857
2018	28589	6861
2019	28603	6864
2020	28617	6868
2021	28632	6871
2022	28646	6874
2023	28660	6878
2024	28674	6881
2025	28688	6885
2026	28703	6888
2027	28717	6891
2028	28731	6895
2029	28745	6898
2030	28759	6902
2031	28774	6905
2032	28788	6908
2033	28802	6912
2034	28816	6915

	População Total (hab)	População Urbana (hab)
a =	14	5
b =	-76	-123

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 21- Estimativa populacional do município de Barreira pelo método aritmético

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	19828	8302
2012	20083	8477
2013	20338	8653
2014	20593	8828
2015	20848	9003
2016	21102	9178
2017	21357	9353
2018	21612	9529
2019	21867	9704
2020	22122	9879
2021	22377	10054
2022	22632	10229
2023	22887	10405
2024	23142	10580
2025	23397	10755
2026	23651	10930
2027	23906	11105
2028	24161	11281
2029	24416	11456
2030	24671	11631
2031	24926	11806
2032	25181	11981
2033	25436	12157
2034	25691	12332

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 22- Estimativa populacional do município Barreira pelo método geométrico

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	19848	8327
2012	20127	8531
2013	20410	8741
2014	20696	8956
2015	20987	9176
2016	21282	9402
2017	21581	9633
2018	21884	9869
2019	22192	10112
2020	22504	10360
2021	22820	10615
2022	23140	10876
2023	23466	11143
2024	23795	11417
2025	24130	11698
2026	24469	11985
2027	24812	12280
2028	25161	12582
2029	25515	12891
2030	25873	13208
2031	26237	13532
2032	26605	13865
2033	26979	14206
2034	27358	14555

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 23- Estimativa populacional do município Barreira pelo método dos mínimos quadrados

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
1960		6663
1970		6697
1980		6731
1991		6769
2000		6800
2010	14759	6834
2011	19822	6837
2012	20075	6840
2013	20328	6844
2014	20582	6847
2015	20835	6851
2016	21089	6854
2017	21342	6857
2018	21595	6861
2019	21849	6864
2020	22102	6868
2021	22356	6871
2022	22609	6874
2023	22862	6878
2024	23116	6881
2025	23369	6885
2026	23623	6888
2027	23876	6891
2028	24129	6895
2029	24383	6898
2030	24636	6902
2031	24889	6905
2032	25143	6908
2033	25396	6912
2034	25650	6915

	População Total (hab)	População Urbana (hab)
a	253	3
=		
b	-489759	-7
=		

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 24- Estimativa populacional do município de Pacoti pelo método aritmético

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	11675	4839
2012	11743	4932
2013	11810	5026
2014	11878	5119
2015	11946	5213
2016	12014	5307
2017	12082	5400
2018	12149	5494
2019	12217	5587
2020	12285	5681
2021	12353	5775
2022	12421	5868
2023	12488	5962
2024	12556	6055
2025	12624	6149
2026	12692	6243
2027	12760	6336
2028	12827	6430
2029	12895	6523
2030	12963	6617
2031	13031	6711
2032	13099	6804
2033	13166	6898
2034	13234	6991

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 25- Estimativa populacional do município Pacoti pelo método geométrico

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	11677	4850
2012	11748	4958
2013	11818	5068
2014	11890	5181
2015	11962	5296
2016	12034	5414
2017	12106	5534
2018	12180	5657
2019	12253	5783
2020	12327	5911
2021	12401	6042
2022	12476	6177
2023	12552	6314
2024	12627	6454
2025	12704	6597
2026	12780	6744
2027	12858	6894
2028	12935	7047
2029	13013	7204
2030	13092	7364
2031	13171	7527
2032	13250	7694
2033	13330	7865
2034	13411	8040

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 26- Estimativa populacional do município Pacoti -CE pelo método dos mínimosquadrados

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
1960		6663
1970		6697
1980		6731
1991		6769
2000		6800
2010	11607	6834
2011	10933	6837
2012	10938	6840
2013	10944	6844
2014	10949	6847
2015	10955	6851
2016	10960	6854
2017	10965	6857
2018	10971	6861
2019	10976	6864
2020	10982	6868
2021	10987	6871
2022	10993	6874
2023	10998	6878
2024	11004	6881
2025	11009	6885
2026	11014	6888
2027	11020	6891
2028	11025	6895
2029	11031	6898
2030	11036	6902
2031	11042	6905
2032	11047	6908
2033	11052	6912
2034	11058	6915

	População Total (hab)	População Urbana (hab)
a =	5	2
b =	2	-37

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 27- Estimativa populacional do município de Palmácia pelo método aritmético

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	12220	5011
2012	12434	5065
2013	12649	5119
2014	12863	5173
2015	13078	5227
2016	13293	5281
2017	13507	5335
2018	13722	5389
2019	13936	5443
2020	14151	5497
2021	14366	5551
2022	14580	5605
2023	14795	5659
2024	15009	5713
2025	15224	5767
2026	15439	5821
2027	15653	5875
2028	15868	5929
2029	16082	5983
2030	16297	6037
2031	16512	6091
2032	16726	6145
2033	16941	6199
2034	17155	6253

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 28- Estimativa populacional do município Palmácia pelo método geométrico

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	12244	5015
2012	12487	5073
2013	12736	5132
2014	12989	5191
2015	13247	5251
2016	13511	5312
2017	13779	5374
2018	14054	5436
2019	14333	5499
2020	14618	5563
2021	14909	5628
2022	15205	5693
2023	15508	5759
2024	15816	5826
2025	16131	5893
2026	16452	5962
2027	16779	6031
2028	17113	6101
2029	17453	6172
2030	17800	6243
2031	18154	6316
2032	18515	6389
2033	18883	6463
2034	19259	6538

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 29- Estimativa populacional do município Palmácia pelo método dos mínimos quadrados

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
1960		6663
1970		6697
1980		6731
1991		6769
2000		6800
2010	12005	6834
2011	10870	6837
2012	10875	6840
2013	10881	6844
2014	10886	6847
2015	10892	6851
2016	10897	6854
2017	10902	6857
2018	10908	6861
2019	10913	6864
2020	10919	6868
2021	10924	6871
2022	10929	6874
2023	10935	6878
2024	10940	6881
2025	10946	6885
2026	10951	6888
2027	10956	6891
2028	10962	6895
2029	10967	6898
2030	10973	6902
2031	10978	6905
2032	10983	6908
2033	10989	6912
2034	10994	6915

	População Total (hab)	População Urbana (hab)
a =	5	2
b =	1	-30

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 30 - Estimativa populacional do município de Guaramiranga pelo método aritmético

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	4009	2512
2012	3854	2528
2013	3699	2545
2014	3544	2561
2015	3389	2578
2016	3234	2594
2017	3079	2611
2018	2924	2627
2019	2769	2644
2020	2614	2660
2021	2459	2677
2022	2304	2693
2023	2149	2710
2024	1994	2726
2025	1839	2743
2026	1684	2759
2027	1529	2776
2028	1374	2792
2029	1219	2809
2030	1064	2825
2031	909	2842
2032	754	2858
2033	599	2875
2034	444	2891

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 31- Estimativa populacional do município Guaramiranga pelo método geométrico

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
2011	4034	2512
2012	3909	2529
2013	3787	2547
2014	3669	2564
2015	3555	2582
2016	3444	2600
2017	3337	2617
2018	3233	2635
2019	3132	2653
2020	3034	2672
2021	2940	2690
2022	2848	2708
2023	2760	2727
2024	2674	2746
2025	2590	2765
2026	2510	2784
2027	2432	2803
2028	2356	2822
2029	2282	2841
2030	2211	2861
2031	2142	2881
2032	2076	2900
2033	2011	2920
2034	1948	2940

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 32- Estimativa populacional do município Guaramiranga pelo método dos mínimos quadrados

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)
1960		6663
1970		6697
1980		6731
1991		6769
2000		6800
2010	4164	6834
2011	5453	6837
2012	5456	6840
2013	5459	6844
2014	5461	6847
2015	5464	6851
2016	5467	6854
2017	5470	6857
2018	5472	6861
2019	5475	6864
2020	5478	6868
2021	5480	6871
2022	5483	6874
2023	5486	6878
2024	5489	6881
2025	5491	6885
2026	5494	6888
2027	5497	6891
2028	5499	6895
2029	5502	6898
2030	5505	6902
2031	5508	6905
2032	5510	6908
2033	5513	6912
2034	5516	6915

	População Total (hab)	População Urbana (hab)
a =	3	1
b =	-11	-26

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICES C

Tabela 33- Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano do município de Redenção

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	26562	0,65	17,3	6302
2012	26709	0,65	17,4	6337
2013	26857	0,65	17,5	6372
2014	27006	0,65	17,6	6407
2015	27156	0,65	17,7	6443
2016	27307	0,65	17,7	6479
2017	27458	0,65	17,8	6514
2018	27611	0,65	17,9	6551
2019	27764	0,65	18,0	6587
2020	27918	0,65	18,1	6624
2021	28073	0,65	18,2	6660
2022	28229	0,65	18,3	6697
2023	28385	0,65	18,5	6734
2024	28543	0,65	18,6	6772
2025	28701	0,65	18,7	6809
2026	28860	0,65	18,8	6847
2027	29021	0,65	18,9	6885
2028	29182	0,65	19,0	6923
2029	29343	0,65	19,1	6962
2030	29506	0,65	19,2	7000
2031	29670	0,65	19,3	7039
2032	29835	0,65	19,4	7078
2033	30000	0,65	19,5	7118
2034	30167	0,65	19,6	7157

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 34 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano domunicípio de Acarape

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	15603	0,65	10,1	3702
2012	15872	0,65	10,3	3766
2013	16145	0,65	10,5	3831
2014	16424	0,65	10,7	3897
2015	16707	0,65	10,9	3964
2016	16995	0,65	11,0	4032
2017	17289	0,65	11,2	4102
2018	17587	0,65	11,4	4172
2019	17890	0,65	11,6	4244
2020	18199	0,65	11,8	4318
2021	18513	0,65	12,0	4392
2022	18832	0,65	12,2	4468
2023	19157	0,65	12,5	4545
2024	19487	0,65	12,7	4623
2025	19823	0,65	12,9	4703
2026	20165	0,65	13,1	4784
2027	20513	0,65	13,3	4867
2028	20867	0,65	13,6	4951
2029	21227	0,65	13,8	5036
2030	21593	0,65	14,0	5123
2031	21965	0,65	14,3	5211
2032	22344	0,65	14,5	5301
2033	22730	0,65	14,8	5393
2034	23122	0,65	15,0	5486

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 35 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano domunicípio de Baturité

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	33688	0,65	21,9	7993
2012	34060	0,65	22,1	8081
2013	34435	0,65	22,4	8170
2014	34815	0,65	22,6	8260
2015	35199	0,65	22,9	8351
2016	35587	0,65	23,1	8443
2017	35979	0,65	23,4	8536
2018	36375	0,65	23,6	8630
2019	36776	0,65	23,9	8725
2020	37182	0,65	24,2	8821
2021	37592	0,65	24,4	8919
2022	38006	0,65	24,7	9017
2023	38425	0,65	25,0	9116
2024	38849	0,65	25,3	9217
2025	39277	0,65	25,5	9318
2026	39710	0,65	25,8	9421
2027	40148	0,65	26,1	9525
2028	40590	0,65	26,4	9630
2029	41038	0,65	26,7	9736
2030	41490	0,65	27,0	9844
2031	41948	0,65	27,3	9952
2032	42410	0,65	27,6	10062
2033	42878	0,65	27,9	10173
2034	43350	0,65	28,2	10285

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 36- Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano município de Aracoiaba

A no	Populaçã oTotal (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	25528	0,65	16,6	6056
2012	25665	0,65	16,7	6089
2013	25803	0,65	16,8	6122
2014	25942	0,65	16,9	6155
2015	26082	0,65	17,0	6188
2016	26222	0,65	17,0	6221
2017	26363	0,65	17,1	6255
2018	26505	0,65	17,2	6288
2019	26648	0,65	17,3	6322
2020	26791	0,65	17,4	6356
2021	26935	0,65	17,5	6390
2022	27080	0,65	17,6	6425
2023	27226	0,65	17,7	6459
2024	27373	0,65	17,8	6494
2025	27520	0,65	17,9	6529
2026	27668	0,65	18,0	6564
2027	27817	0,65	18,1	6600
2028	27967	0,65	18,2	6635
2029	28117	0,65	18,3	6671
2030	28269	0,65	18,4	6707
2031	28421	0,65	18,5	6743
2032	28574	0,65	18,6	6779
2033	28727	0,65	18,7	6816
2034	28882	0,65	18,8	6852

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 37- Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano domunicípio de Barreira

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	19848	0,65	12,9	4709
2012	20127	0,65	13,1	4775
2013	20410	0,65	13,3	4842
2014	20696	0,65	13,5	4910
2015	20987	0,65	13,6	4979
2016	21282	0,65	13,8	5049
2017	21581	0,65	14,0	5120
2018	21884	0,65	14,2	5192
2019	22192	0,65	14,4	5265
2020	22504	0,65	14,6	5339
2021	22820	0,65	14,8	5414
2022	23140	0,65	15,0	5490
2023	23466	0,65	15,3	5567
2024	23795	0,65	15,5	5645
2025	24130	0,65	15,7	5725
2026	24469	0,65	15,9	5805
2027	24812	0,65	16,1	5887
2028	25161	0,65	16,4	5969
2029	25515	0,65	16,6	6053
2030	25873	0,65	16,8	6138
2031	26237	0,65	17,1	6225
2032	26605	0,65	17,3	6312
2033	26979	0,65	17,5	6401
2034	27358	0,65	17,8	6491

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 38 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano domunicípio de Pacoti

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	11677	0,65	7,6	2770
2012	11748	0,65	7,6	2787
2013	11818	0,65	7,7	2804
2014	11890	0,65	7,7	2821
2015	11962	0,65	7,8	2838
2016	12034	0,65	7,8	2855
2017	12106	0,65	7,9	2872
2018	12180	0,65	7,9	2890
2019	12253	0,65	8,0	2907
2020	12327	0,65	8,0	2925
2021	12401	0,65	8,1	2942
2022	12476	0,65	8,1	2960
2023	12552	0,65	8,2	2978
2024	12627	0,65	8,2	2996
2025	12704	0,65	8,3	3014
2026	12780	0,65	8,3	3032
2027	12858	0,65	8,4	3050
2028	12935	0,65	8,4	3069
2029	13013	0,65	8,5	3087
2030	13092	0,65	8,5	3106
2031	13171	0,65	8,6	3125
2032	13250	0,65	8,6	3144
2033	13330	0,65	8,7	3163
2034	13411	0,65	8,7	3182

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 39 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano município de Palmácia

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	12244	0,65	8,0	2905
2012	12487	0,65	8,1	2963
2013	12736	0,65	8,3	3022
2014	12989	0,65	8,4	3082
2015	13247	0,65	8,6	3143
2016	13511	0,65	8,8	3205
2017	13779	0,65	9,0	3269
2018	14054	0,65	9,1	3334
2019	14333	0,65	9,3	3401
2020	14618	0,65	9,5	3468
2021	14909	0,65	9,7	3537
2022	15205	0,65	9,9	3607
2023	15508	0,65	10,1	3679
2024	15816	0,65	10,3	3752
2025	16131	0,65	10,5	3827
2026	16452	0,65	10,7	3903
2027	16779	0,65	10,9	3981
2028	17113	0,65	11,1	4060
2029	17453	0,65	11,3	4141
2030	17800	0,65	11,6	4223
2031	18154	0,65	11,8	4307
2032	18515	0,65	12,0	4393
2033	18883	0,65	12,3	4480
2034	19259	0,65	12,5	4569

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 40 - Estimativa anual de geração de resíduos ao longo do horizonte do plano domicípio de
Guaramiranga

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	5453	0,65	3,5	1294
2012	5456	0,65	3,5	1294
2013	5459	0,65	3,5	1295
2014	5461	0,65	3,5	1296
2015	5464	0,65	3,6	1296
2016	5467	0,65	3,6	1297
2017	5470	0,65	3,6	1298
2018	5472	0,65	3,6	1298
2019	5475	0,65	3,6	1299
2020	5478	0,65	3,6	1300
2021	5480	0,65	3,6	1300
2022	5483	0,65	3,6	1301
2023	5486	0,65	3,6	1302
2024	5489	0,65	3,6	1302
2025	5491	0,65	3,6	1303
2026	5494	0,65	3,6	1303
2027	5497	0,65	3,6	1304
2028	5499	0,65	3,6	1305
2029	5502	0,65	3,6	1305
2030	5505	0,65	3,6	1306
2031	5508	0,65	3,6	1307
2032	5510	0,65	3,6	1307
2033	5513	0,65	3,6	1308
2034	5516	0,65	3,6	1309

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICES D

Tabela 41- Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) nos municípios analisados.

Anos	Redenção	Acarape	Baturité	Aracoia-ba	Barreira	Pacoti	Palmácia	Guaramiranga
2011	6302	3702	7993	6056	4709	2770	2905	1294
2012	6337	3766	8081	6089	4775	2787	2963	1294
2013	6372	3831	8170	6122	4842	2804	3022	1295
2014	6407	3897	8260	6155	4910	2821	3082	1296
2015	6443	3964	8351	6188	4979	2838	3143	1296
2016	6479	4032	8443	6221	5049	2855	3205	1297
2017	6514	4102	8536	6255	5120	2872	3269	1298
2018	6551	4172	8630	6288	5192	2890	3334	1298
2019	6587	4244	8725	6322	5265	2907	3401	1299
2020	6624	4318	8821	6356	5339	2925	3468	1300
2021	6660	4392	8919	6390	5414	2942	3537	1300
2022	6697	4468	9017	6425	5490	2960	3607	1301
2023	6734	4545	9116	6459	5567	2978	3679	1302
2024	6772	4623	9217	6494	5645	2996	3752	1302
2025	6809	4703	9318	6529	5725	3014	3827	1303
2026	6847	4784	9421	6564	5805	3032	3903	1303
2027	6885	4867	9525	6600	5887	3050	3981	1304
2028	6923	4951	9630	6635	5969	3069	4060	1305

Continua

2029	6962	5036	9736	6671	6053	3087	4141	1305
2030	7000	5123	9844	6707	6138	3106	4223	1306
2031	7039	5211	9952	6743	6225	3125	4307	1307
2032	7078	5301	10062	6779	6312	3144	4393	1307
2033	7118	5393	10173	6816	6401	3163	4480	1308
2034	7157	5486	10285	6852	6491	3182	4569	1309

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 42- Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano) nos municípios analisados por porcentagem (%)

Anos	Redenção	Acarape	Baturité	Aracoia	Barreira	Pacoti	Palmácia	Guaramiranga
2011	3,91%	3,40%	3,66%	3,91%	3,53%	3,88%	3,29%	4,14%
2012	3,93%	3,46%	3,70%	3,94%	3,58%	3,91%	3,36%	4,14%
2013	3,95%	3,52%	3,74%	3,96%	3,63%	3,93%	3,42%	4,15%
2014	3,97%	3,58%	3,79%	3,98%	3,68%	3,96%	3,49%	4,15%
2015	3,99%	3,64%	3,83%	4,00%	3,74%	3,98%	3,56%	4,15%
2016	4,02%	3,70%	3,87%	4,02%	3,79%	4,00%	3,63%	4,15%
2017	4,04%	3,77%	3,91%	4,04%	3,84%	4,03%	3,70%	4,16%
2018	4,06%	3,83%	3,95%	4,06%	3,89%	4,05%	3,78%	4,16%
2019	4,08%	3,90%	4,00%	4,09%	3,95%	4,08%	3,85%	4,16%
2020	4,11%	3,96%	4,04%	4,11%	4,01%	4,10%	3,93%	4,16%
2021	4,13%	4,03%	4,09%	4,13%	4,06%	4,13%	4,01%	4,16%
2022	4,15%	4,10%	4,13%	4,15%	4,12%	4,15%	4,09%	4,17%
2023	4,17%	4,17%	4,18%	4,17%	4,18%	4,18%	4,17%	4,17%
2024	4,20%	4,24%	4,22%	4,20%	4,23%	4,20%	4,25%	4,17%
2025	4,22%	4,32%	4,27%	4,22%	4,29%	4,23%	4,34%	4,17%

Continua

2026	4,24%	4,39%	4,32%	4,24%	4,35%	4,25%	4,42%	4,17%
2027	4,27%	4,47%	4,36%	4,27%	4,42%	4,28%	4,51%	4,18%
2028	4,29%	4,55%	4,41%	4,29%	4,48%	4,30%	4,60%	4,18%
2029	4,32%	4,62%	4,46%	4,31%	4,54%	4,33%	4,69%	4,18%
2030	4,34%	4,70%	4,51%	4,34%	4,60%	4,36%	4,79%	4,18%
2031	4,36%	4,78%	4,56%	4,36%	4,67%	4,38%	4,88%	4,19%
2032	4,39%	4,87%	4,61%	4,38%	4,74%	4,41%	4,98%	4,19%
2033	4,41%	4,95%	4,66%	4,41%	4,80%	4,44%	5,08%	4,19%
2034	4,44%	5,04%	4,71%	4,43%	4,87%	4,46%	5,18%	4,19%

Fonte: Elaborado pela autora.