

**ANEXO III: ESTUDO POPULACIONAL**

## **1 INTRODUÇÃO**

Este Anexo visa apresentar o estudo populacional elaborado para o município de Areal com vistas a fornecer subsídios para o desenvolvimento do Plano Municipal de Saneamento Básico, ao longo do período de 20 anos. A projeção da população é baseada em métodos matemáticos, aplicados sobre os últimos censos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

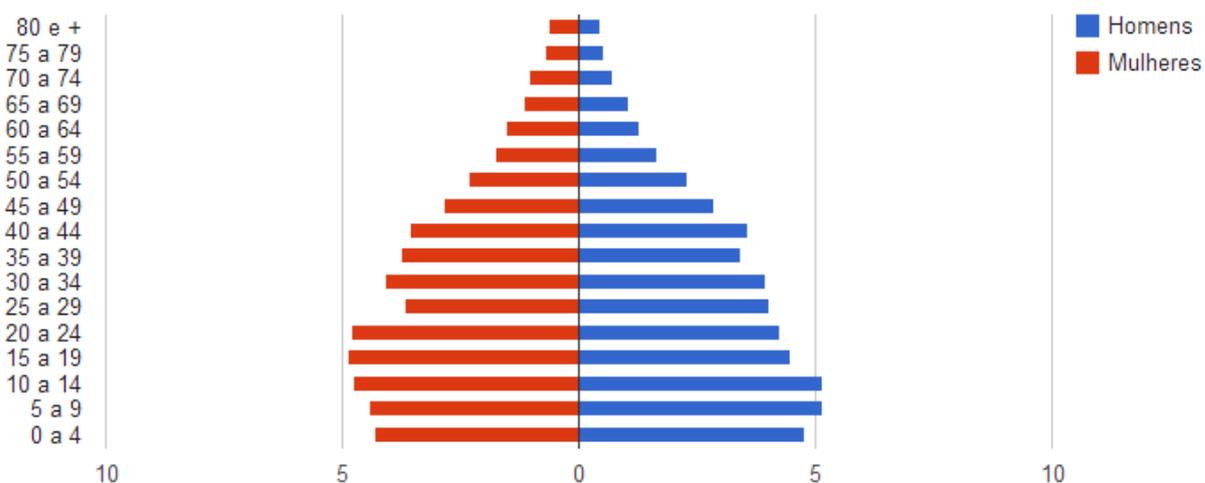
O Estudo Populacional é uma ferramenta importante para o planejamento e a tomada de decisões futuras, ou seja, para o estabelecimento das demandas dos serviços de saneamento básico prognosticados.

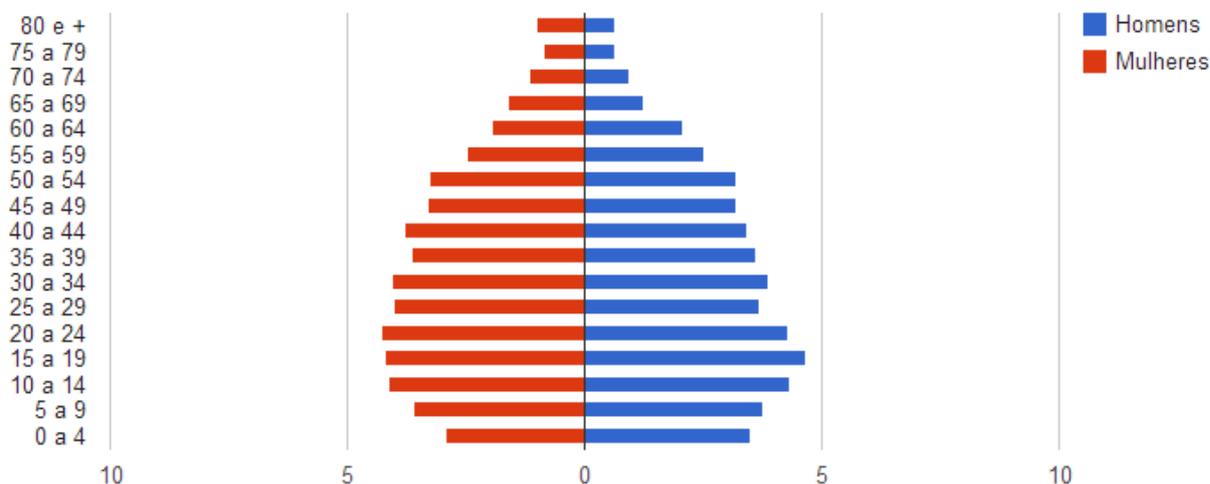
## 2 ESTUDO POPULACIONAL

No ano de 2010, de acordo com o censo do IBGE, o município de Areal possuía 11.423 habitantes, com densidade demográfica de 103,42 hab/km<sup>2</sup> e proporção de 98,3 homens para cada 100 mulheres. Entre 2000 e 2010, a população de Areal teve taxa média de crescimento anual de 1,44%. A taxa de urbanização no município é de 86%.

A comparação entre as pirâmides etárias construídas pelos censos 2000 e 2010 revela mudanças no perfil demográfico municipal, com estreitamento na base e alargamento no meio da figura, conforme demonstrado no **Gráfico 1**.

**Gráfico 1** – Distribuição da população por sexo e idade conforme censos de 2000.



**Gráfico 2** – Distribuição da população por sexo e idade conforme censos de 2010.

Fonte: IBGE, Atlas de Desenvolvimento Humano 2013.

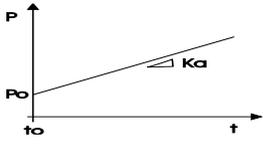
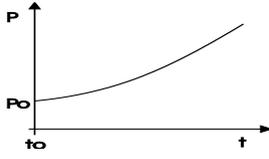
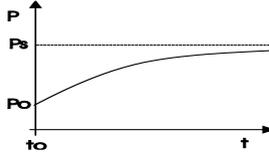
De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente, o município não possui influência de população flutuante<sup>1</sup>.

## 2.1 PROJEÇÕES POPULACIONAIS DO MUNICÍPIO

A partir dos dados dos Censos Demográficos do IBGE levantados para o município, foram realizados estudos para estimativa da população total e urbana a ser adotada no Plano de Saneamento Básico. Foram considerados os seguintes métodos (**Quadro 1**), que são recomendados pela literatura técnica para projeção populacional: método aritmético, método da projeção geométrica e método da taxa decrescente de crescimento.

<sup>1</sup> População Flutuante é a que se estabelece no núcleo urbano por curtos períodos de tempo, como no caso dos municípios de veraneio, estâncias climáticas e hidrominerais.

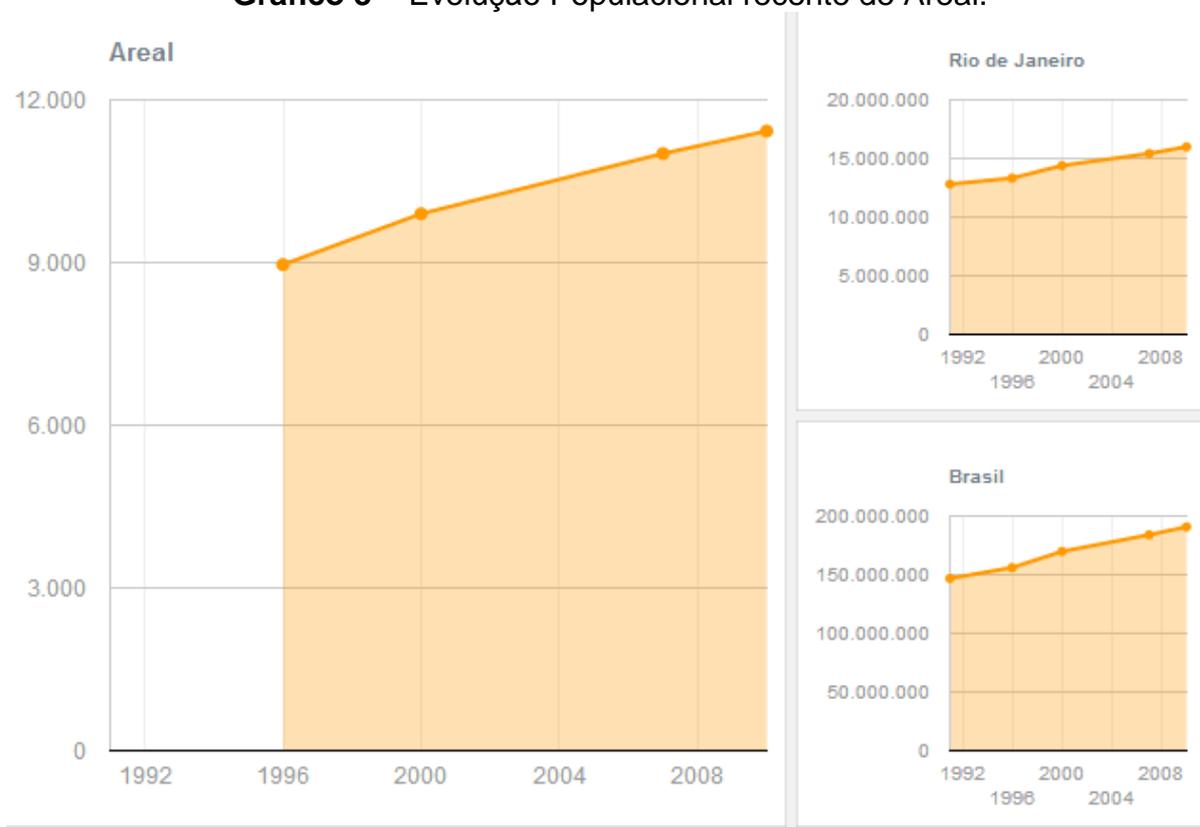
**Quadro 1** – Projeção populacional. Métodos com base em fórmulas matemáticas.

Método	Descrição	Forma da curva	Taxa de crescimento	Fórmula da projeção	Coefficientes (se não for efetuada análise da regressão)
<i>Projeção aritmética</i>	Crescimento populacional segundo uma taxa constante. Método utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão.		$\frac{dP}{dt} = K_a$	$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0)$	$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$
<i>Projeção geométrica</i>	Crescimento populacional função da população existente a cada instante. Utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão.		$\frac{dP}{dt} = K_g \cdot P$	$P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t - t_0)}$ ou $P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t - t_0)}$	$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0}$ ou $i = e^{K_g} - 1$
<i>Taxa decrescente de crescimento</i>	Premissa de que, na medida em que a cidade cresce, a taxa de crescimento torna-se menor. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear.		$\frac{dP}{dt} = K_d \cdot (P_s - P)$	$P_t = P_0 + (P_s - P_0) \cdot [1 - e^{-K_d \cdot (t - t_0)}]$	$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_0)]}{t_2 - t_0}$

Fonte: adaptado parcialmente de Qasim (1985)

A evolução populacional recente do município é apresentada no **Gráfico 3** e no **Quadro 2** a seguir, onde também é realizada a comparação com o estado do Rio de Janeiro e do Brasil.

**Gráfico 3 – Evolução Populacional recente de Areal.**



Fonte: IBGE.

**Quadro 2 – Evolução Populacional de Areal, Rio de Janeiro e Brasil.**

Ano	Pop. Areal (hab)	Taxa de crescimento (%)	Pop. Rio de Janeiro (hab)	Taxa de crescimento (%)	Pop. Brasil (hab)	Taxa de crescimento (%)
1991	-	-	12.807.706	-	146.825.475	-
1996	8.961	-	13.323.919	4,03	156.032.944	6,27
2000	9.899	10,47	14.391.282	8,01	169.799.170	8,82
2007	11.009	11,21	15.420.375	7,15	183.987.291	8,36
2010	11.423	3,76	15.989.929	3,69	190.755.799	3,68

Fonte: IBGE.

A população do município é de maioria urbana. O **Quadro 3** apresenta a população urbana e total para o município de Areal.

**Quadro 3 – Distribuição da População de Areal.**

Distrito	População Residente (hab.)								
	Total	Homens	Mulheres	Situação do domicílio e sexo					
				Urbana			Rural		
				Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres
Areal	11.423	5.575	5.848	9.923	4.868	5.055	1.500	707	793

Fonte: IBGE, censo 2010.

Após análise dos dados apresentados, é possível observar que a taxa de crescimento populacional de Areal teve decréscimo ao longo do período 1991 - 2010. Com isso, a utilização do método da Taxa Decrescente torna-se viável, uma vez que este supõe que a taxa de crescimento torna-se menor ao longo do tempo. A seguir é apresentado o cálculo de três métodos matemáticos, com base nos dados do IBGE.

## Dados IBGE

Ano	População
1991	-
1996	8.961
2000	9.899
2007	11.009
2010	11.423

## Dados de Entrada:

	Período	População
Ano 1	2000	9.899
Ano 2	2007	11.009
Ano 3	2010	11.423

## 1) Método Aritmético:

$$P = P_2 + K_a (t - t_2)$$

$$K_a = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1) \quad K_a = 152,40$$

## 2) Método Geométrico:

$$P = P_2 e^{k_g(t - t_2)}$$

$$K_g = (\ln P_2 - \ln P_1) / (t_2 - t_1) \quad K_g = 0,014$$

3) Método decrescente:

$$P_t = P_0 + (P_s - P_0)[1 - e^{-K_d(t-t_0)}]$$

Condições:  $t_1 - t_0 = t_2 - t_1$   
 $P_0 < P_1 < P_2$   
 $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$

Como o intervalo de dados não atende a condição, temos que estimar a população de 2005. Utilizando o método Aritmético.

$$P_{2005} = 10.661$$

Assim:  $P_0 = P_{2000} = 9.899$   
 $P_1 = P_{2005} = 10.661$   
 $P_2 = P_{2010} = 11.423$

Logo:  $P_0 < P_1 < P_2$  e  $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$

Cálculo da população de saturação:

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2} \quad PS=21.322$$

$$K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_1)]}{t_2 - t_1} \quad Kd=0,015$$

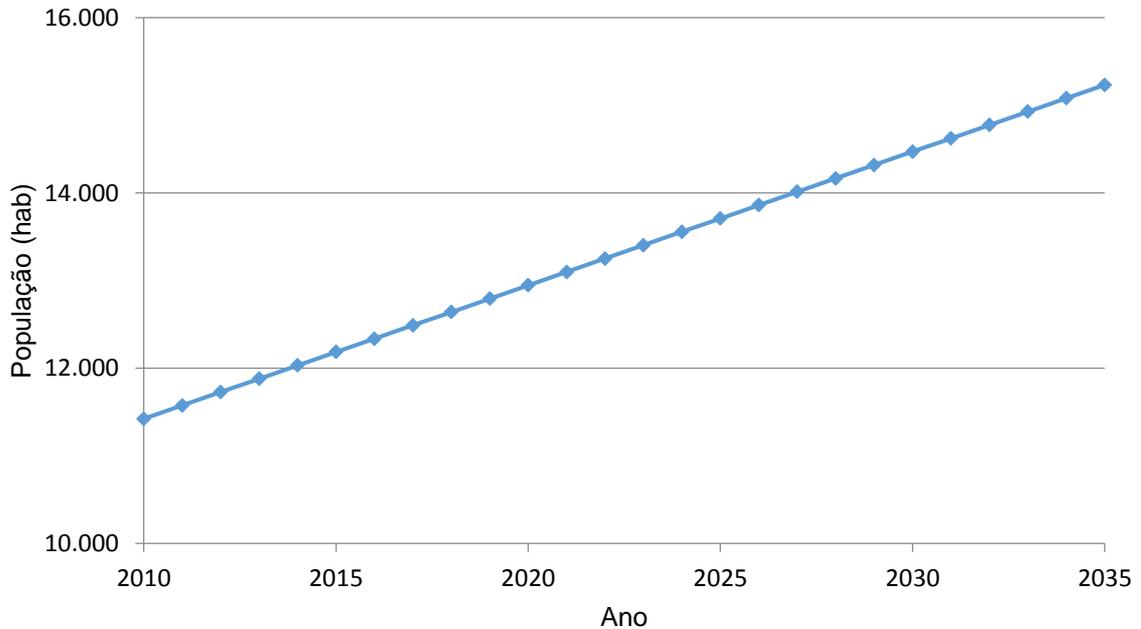
No **Quadro 4** a seguir são apresentadas as estimativas populacionais anuais (população total do município) calculadas pelos processos aritmético, geométrico e decrescente para o período entre o último Censo do IBGE (2010) e o final de plano (2034).

**Quadro 4** – Estimativa Populacional por métodos matemáticos para o município.

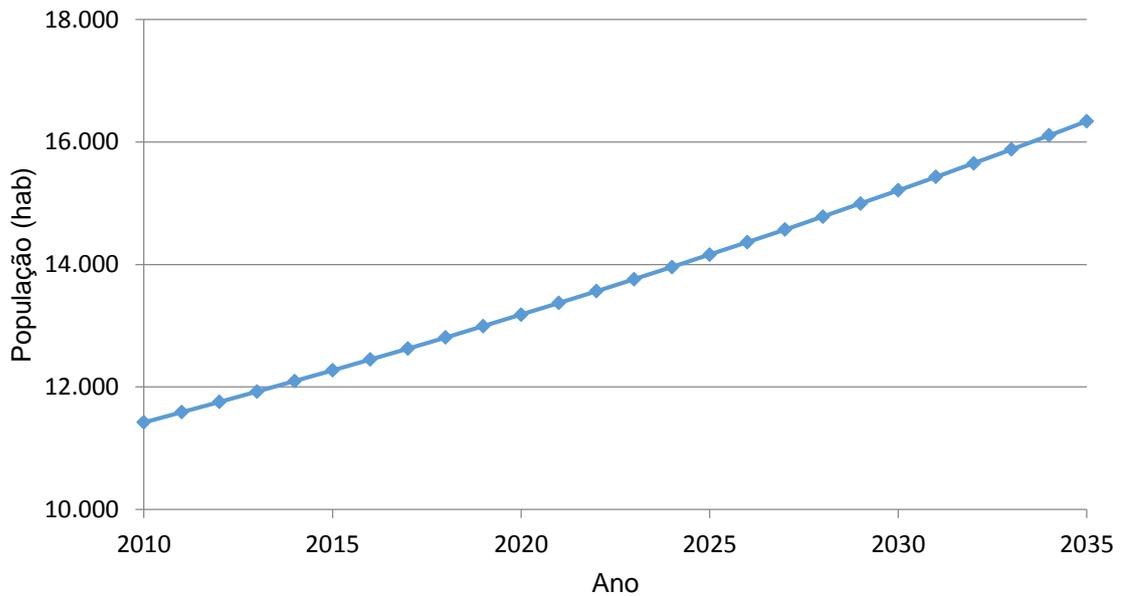
Ano	População (hab)		
	Aritmética	Geométrica	Decrescente
2010	11.423	11.423	11.423
2011	11.575	11.588	11.619
2012	11.728	11.755	11.761
2013	11.880	11.924	11.902
2014	12.033	12.096	12.041
2015	12.185	12.271	12.177
2016	12.337	12.448	12.312
2017	12.490	12.627	12.445
2018	12.642	12.809	12.575
2019	12.795	12.994	12.704
2020	12.947	13.182	12.831
2021	13.099	13.372	12.956
2022	13.252	13.565	13.079
2023	13.404	13.760	13.201
2024	13.557	13.959	13.320
2025	13.709	14.160	13.438
2026	13.861	14.364	13.554
2027	14.014	14.571	13.668
2028	14.166	14.782	13.781
2029	14.319	14.995	13.892
2030	14.471	15.211	14.002
2031	14.623	15.430	14.109
2032	14.776	15.653	14.215
2033	14.928	15.879	14.320
2034	15.081	16.108	14.423

Na sequência, são mostrados os **Gráfico 4**, **Gráfico 5** e **Gráfico 6** com as estimativas populacionais realizadas.

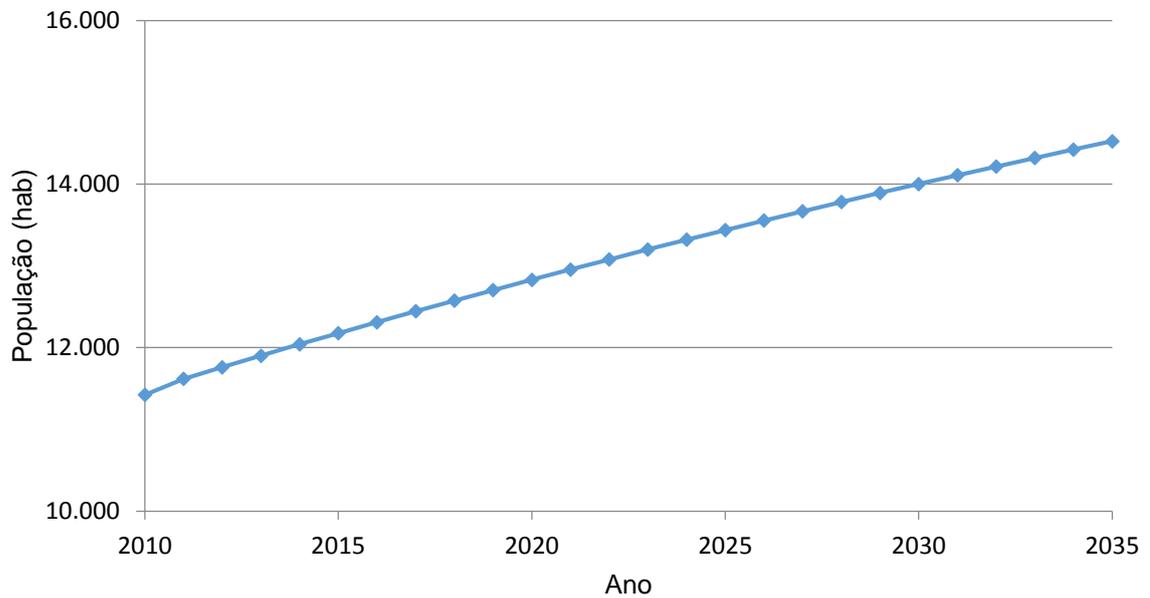
**Gráfico 4 – Curva da Projeção Aritmética.**



**Gráfico 5 – Curva da Projeção Geométrica.**

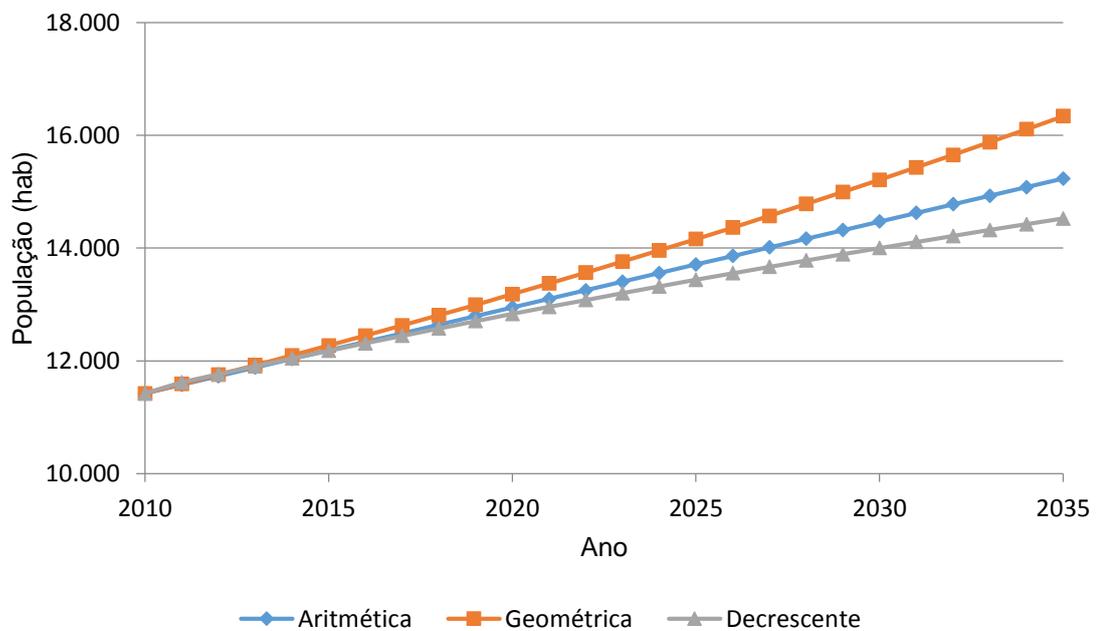


**Gráfico 6 – Curva da Projeção Decrescente.**



Foi feita uma comparação dos resultados obtidos pelos métodos mencionados, com o objetivo de escolher a curva de crescimento mais adequada para o município (**Gráfico 7**).

**Gráfico 7 – Comparação entre as Projeções.**



Diante da análise dos métodos apresentados, a projeção decrescente foi a escolhida para representar a projeção populacional de Areal, pois é a mais conservadora, onde se prevê o menor crescimento da população. Reafirmando as informações prestadas pelo município e retratadas no Diagnóstico (PIA-020.13-SAN-ET-04-RL-0004-R01), de que não há previsão de expansão econômico-social, tais como, implantação industrial ou condomínios de grande expressão. Ademais, o município não dispõe de outros estudos populacionais, pois não há informações de projetos existentes.