

ANEXO III: ESTUDO POPULACIONAL

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	ESTUDO POPULACIONAL.....	4
2.1	PROJEÇÕES POPULACIONAIS DO MUNICÍPIO	5

1 INTRODUÇÃO

Este Anexo visa apresentar o estudo populacional elaborado para o município de Sumidouro 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.

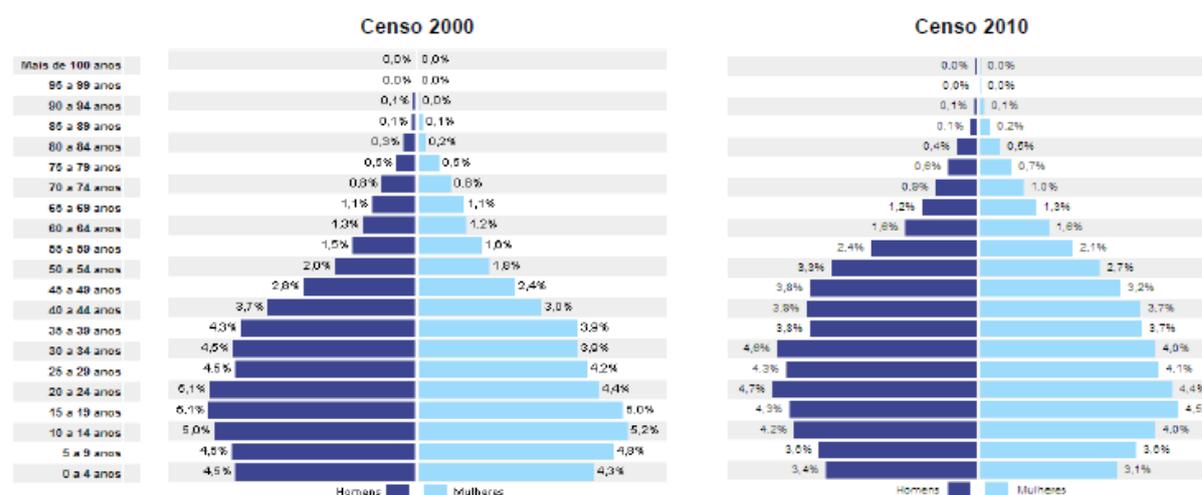
O Estudo Populacional é uma ferramenta importante para o planejamento e a tomada de decisões futuras, ou seja, para o estabelecimento das demandas dos serviços de saneamento básico prognosticados.

2 ESTUDO POPULACIONAL

No ano de 2010, de acordo com o censo do IBGE, o município de Sumidouro possuía 14.900 habitantes, correspondente a 1,8% do contingente da Região Serrana, e com proporção de 105,6 homens para cada 100 mulheres. A densidade demográfica era de 37,6 habitantes por quilômetro quadrado, contra 116 habitantes por quilômetro quadrado de sua região. A taxa de urbanização correspondia a 36% da população. Na comparação com o Censo 2000, também do IBGE, a população do município aumentou 5,1%, o 66º maior crescimento no estado.

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. A **Figura 1** a seguir mostra as duas pirâmides.

Figura 1 – Distribuição da população por sexo e idade conforme censos de 2000 e 2010



Fonte: IBGE, Atlas de Desenvolvimento Humano 2013.

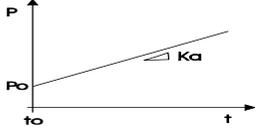
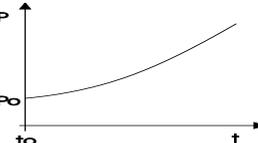
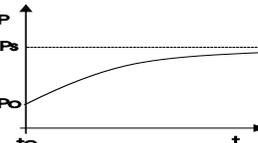
De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente, o município não possui influência de população flutuante¹.

¹ 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.

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 projeto dos serviços de saneamento. Foram considerados os seguintes métodos, que são recomendados pela literatura técnica, para projeção populacional: método aritmético, método da projeção geométrica, método da taxa decrescente de crescimento.

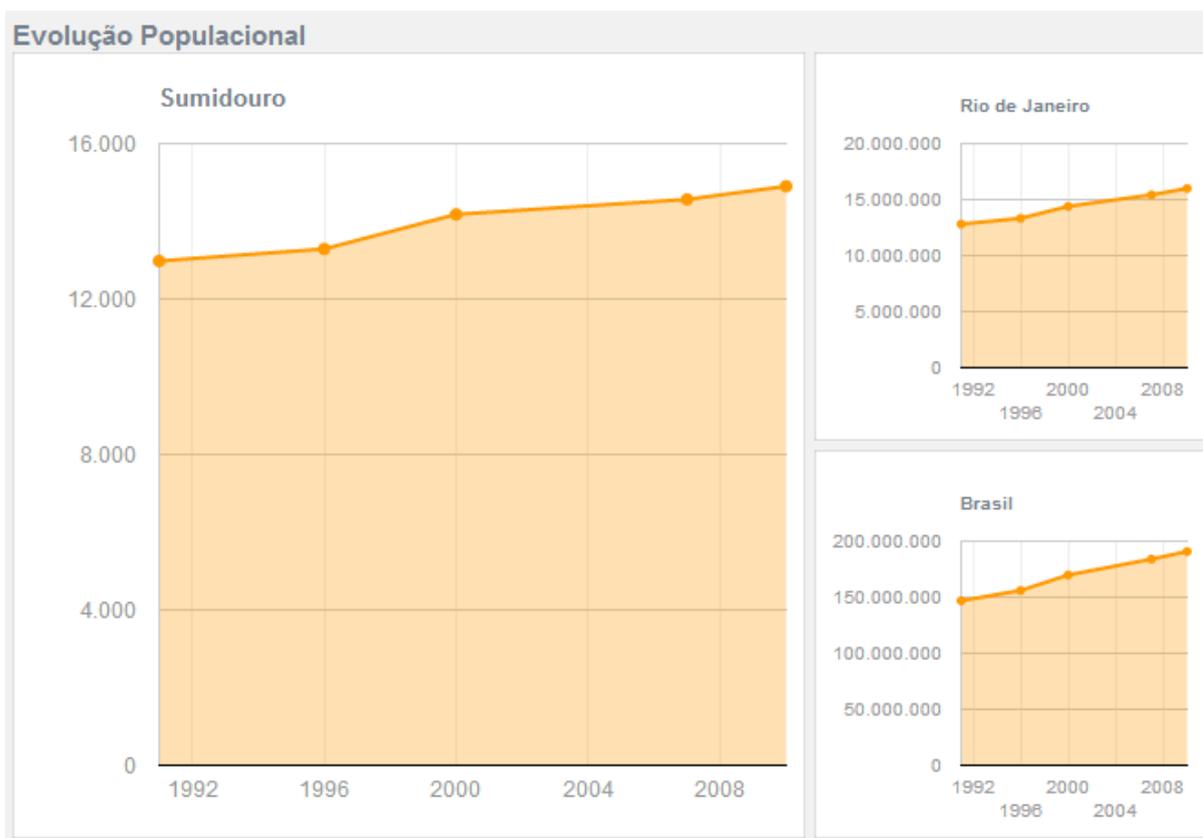
Quadro 1 – Projeção populacional. Métodos com base em fórmulas matemáticas.

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 do município é apresentada na **Figura 2** e no **Quadro 2** a seguir, onde também é realizada uma comparação com o estado do Rio de Janeiro e do Brasil.

Figura 2 – Evolução populacional.



Fonte: IBGE

Quadro 2 – Evolução Populacional

Ano	Pop. Sumidouro (hab)	Taxa de crescimento (%)	Pop. Rio de Janeiro (hab)	Taxa de crescimento (%)	Pop. Brasil (hab)	Taxa de crescimento (%)
1991	12.977	-	12.807.706	-	146.825.475	-
1996	13.286	2,38	13.323.919	4,03	156.032.944	6,27
2000	14.176	6,70	14.391.282	8,01	169.799.170	8,82
2007	14.562	2,72	15.420.375	7,15	183.987.291	8,36
2010	14.900	2,32	15.989.929	3,69	190.755.799	3,68

Fonte: IBGE

A população do município é em sua maioria rural. O **Quadro 3** apresenta as populações urbana e total para o município de Sumidouro e seus distritos.

Quadro 3 – Distribuição da População.

Distritos	População residente								
	Total	Homens	Mulheres	Situação do domicílio e sexo					
				Urbana			Rural		
				Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres
Sumidouro (Total)	14.900	7.652	7.248	5.440	2.663	2.777	9.460	4.989	4.471
Sumidouro (Distrito sede)	7.379	3.720	3.659	4.172	2.012	2.160	3.207	1.708	1.499
Campinas	3.722	1.948	1.774	617	303	314	3.105	1.645	1.460
Dona Mariana	953	518	435	460	254	206	493	264	229
Soledade	2.846	1.466	1.380	191	94	97	2.655	1.372	1.283

Fonte: IBGE

Após análise dos dados apresentados, é possível observar que a taxa de crescimento populacional de Sumidouro teve decréscimo ao longo do período 2000 - 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		Dados de Entrada:	
Ano	População	Período	População
1991	12.977	Ano 1 2000	14.176
1996	13.286	Ano 2 2007	14.562
2000	14.176	Ano 3 2010	14.900
2007	14.562		
2010	14.900		

1) Método Aritmético:

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

$$K_a = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)$$

$$K_a = 72,40$$

2) Método Geométrico:

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

$$K_g = (\ln P_2 - \ln P_1) / (t_2 - t_1)$$

$$K_g = 0,005$$

3) Método decrescente:

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

$$t_1 - t_0 = t_2 - t_1$$

Condições: $t_1 < t_2$

$$P_0 < P_1 < P_2$$

$$P_0 \cdot P_2 < P_1^2$$

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

Estimativa população em 2005, pelo método aritmético:

$$P_{2005} = 14.538$$

Assim:

$P_0 = P$	2000 =	14.176
$P_1 = P$	2005 =	14.538

$$P_2 = P$$

$$2010 = 14.900$$

Logo:

$$P_0 < P_1 < P_2$$

$$e \quad P_0 \cdot P_2 < P_1^2$$

Cálculo da população de saturação:

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

$$PS = 29.076$$

$$K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_1)]}{t_2 - t_1}$$

$$Kd = 0,005$$

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	14.900	14.900	14.900
2011	14.972	14.974	14.980
2012	15.045	15.049	15.051
2013	15.117	15.124	15.122
2014	15.190	15.200	15.192
2015	15.262	15.276	15.262
2016	15.334	15.352	15.331
2017	15.407	15.429	15.400
2018	15.479	15.506	15.469
2019	15.552	15.583	15.537
2020	15.624	15.661	15.606
2021	15.696	15.739	15.673
2022	15.769	15.818	15.741
2023	15.841	15.897	15.808
2024	15.914	15.976	15.875
2025	15.986	16.056	15.941
2026	16.058	16.136	16.007
2027	16.131	16.217	16.073
2028	16.203	16.298	16.138
2029	16.276	16.379	16.203
2030	16.348	16.461	16.268
2031	16.420	16.543	16.332
2032	16.493	16.626	16.397
2033	16.565	16.709	16.460
2034	16.638	16.792	16.524

A seguir são apresentados os gráficos com as estimativas populacionais realizadas (**Gráfico 1 a Gráfico3**).

Gráfico 1 – Curva da Projeção Aritmética

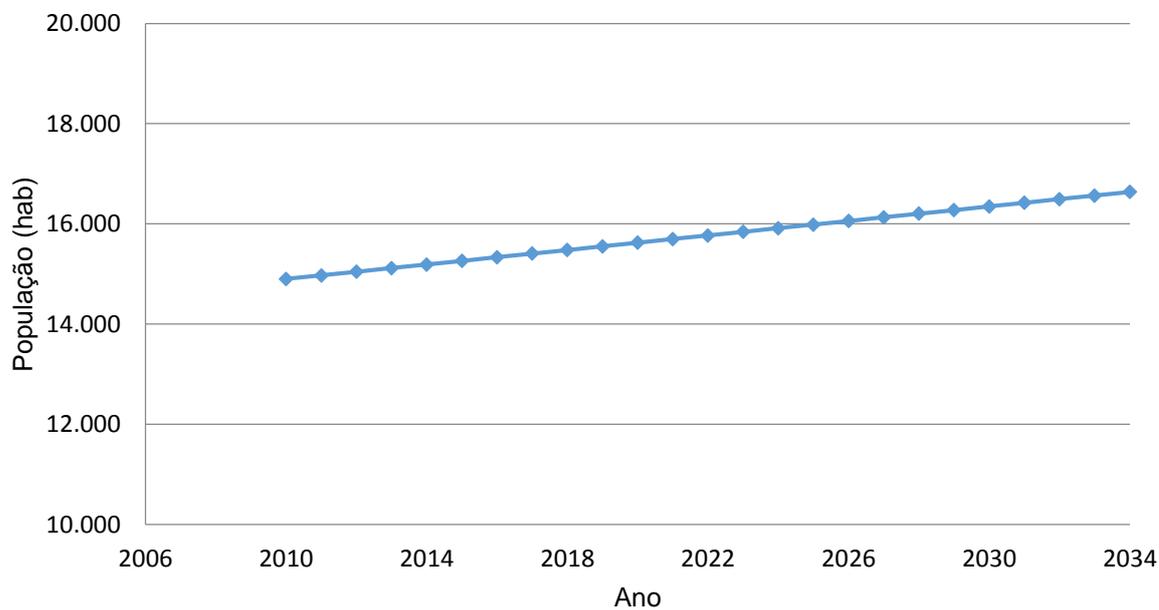


Gráfico 2 – Curva da Projeção Geométrica

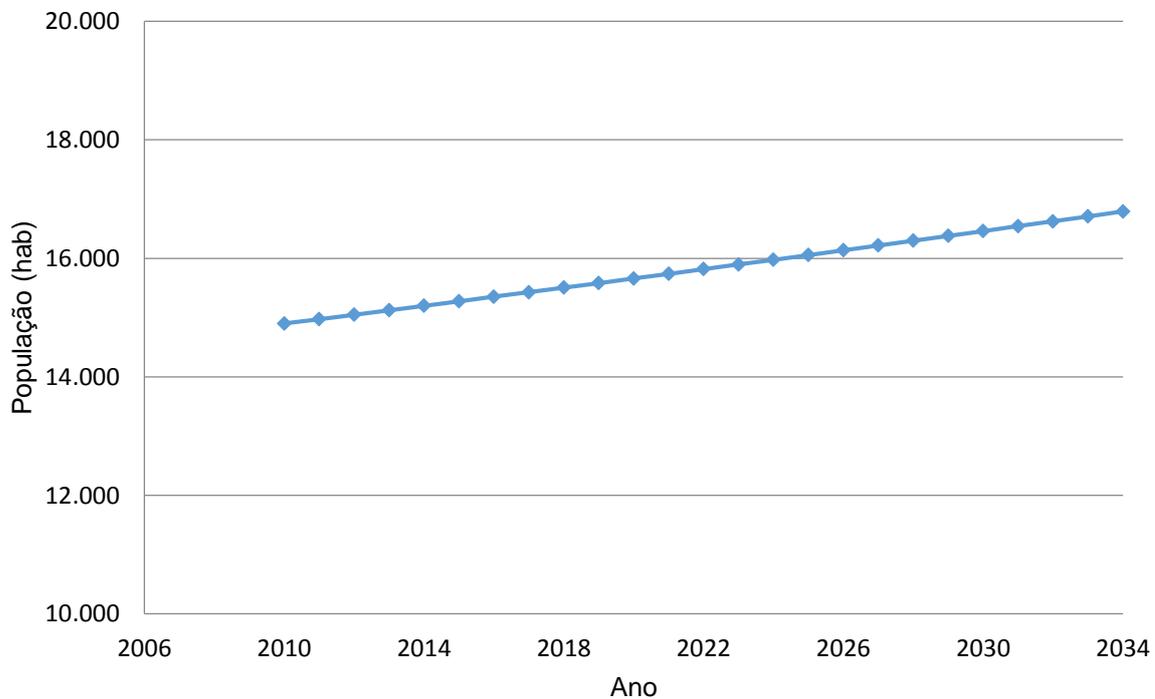
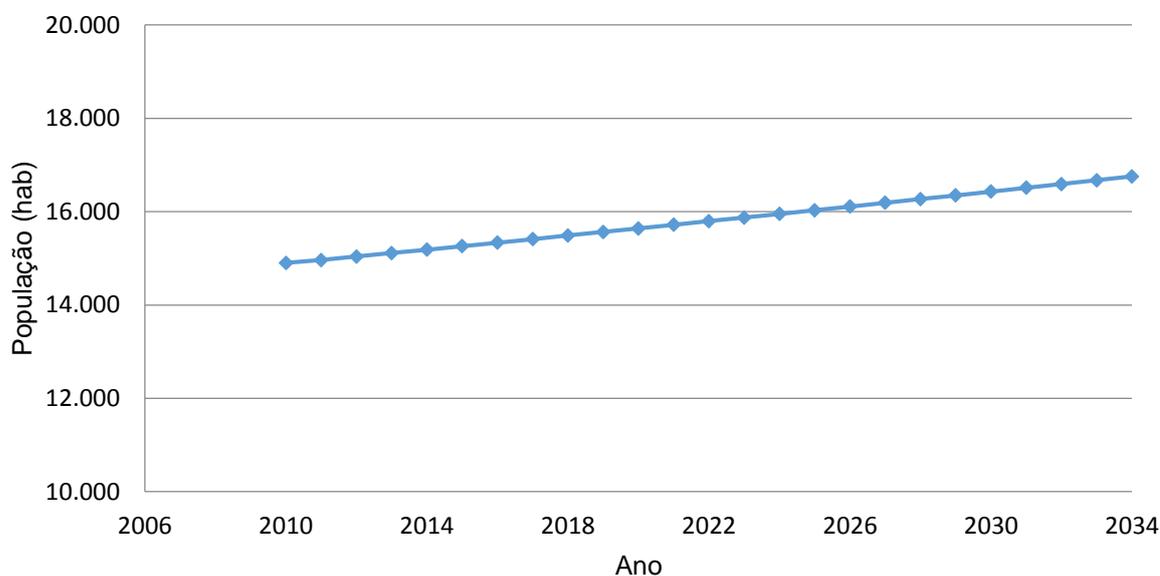
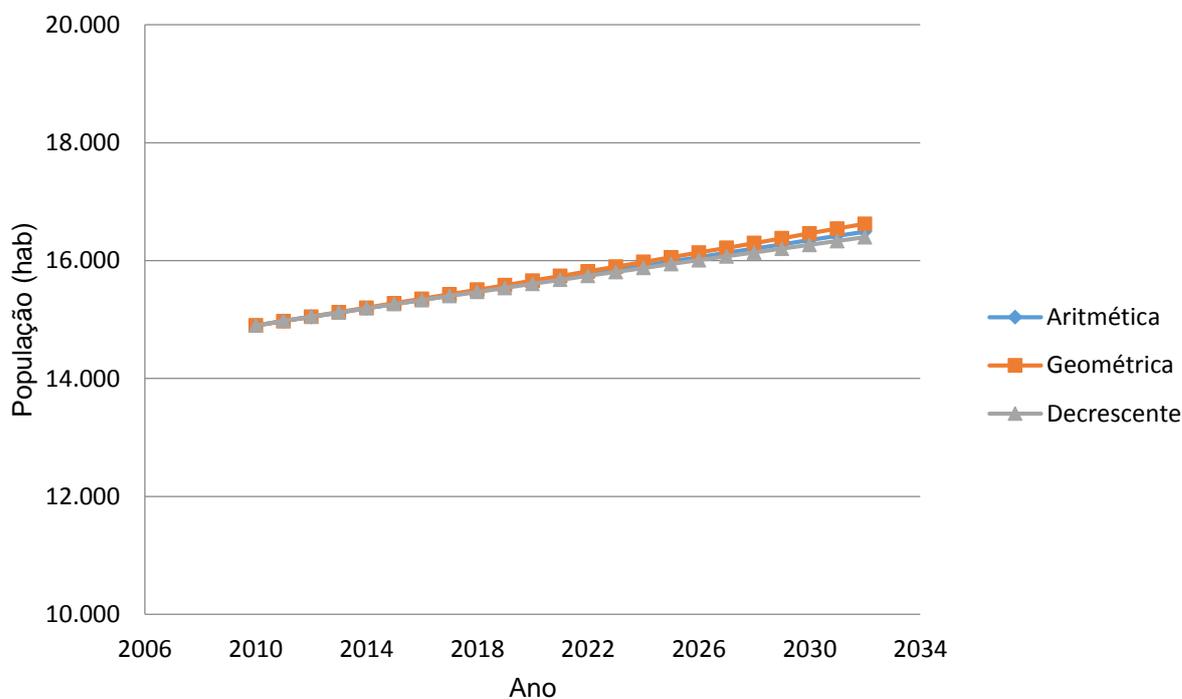


Gráfico 3 – Curva da Projeção Decrescente



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 4**).

Gráfico 4 – Comparação entre as Projeções



Diante da análise dos métodos apresentados, onde todas as projeções atingiram números próximos, a projeção geométrica foi a escolhida para representar a projeção populacional de Sumidouro, uma vez que a mesma é a que resulta no cenário de crescimento mais otimista para o município.

Reafirmando as informações prestadas pelo município e retratadas no Diagnóstico (PIA-020.13-SAN-ET-84-RL-0004-R02), 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.