

**ANEXO I: ESTUDO POPULACIONAL**

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. ESTUDO POPULACIONAL .....	4
3. PROJEÇÕES POPULACIONAIS .....	5

## **1. INTRODUÇÃO**

Este Estudo visa apresentar ao município de São José do Vale do Rio Preto o estudo populacional elaborado com vistas a fornecer subsídios para o desenvolvimento do Plano Municipal de Saneamento Básico. Esta fase diz respeito à definição da população a ser ao longo do período de 20 anos a partir do ano de 2015. A projeção da população é baseada em métodos matemáticos, aplicados sobre levantamentos de dados realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE dos últimos censos realizados.

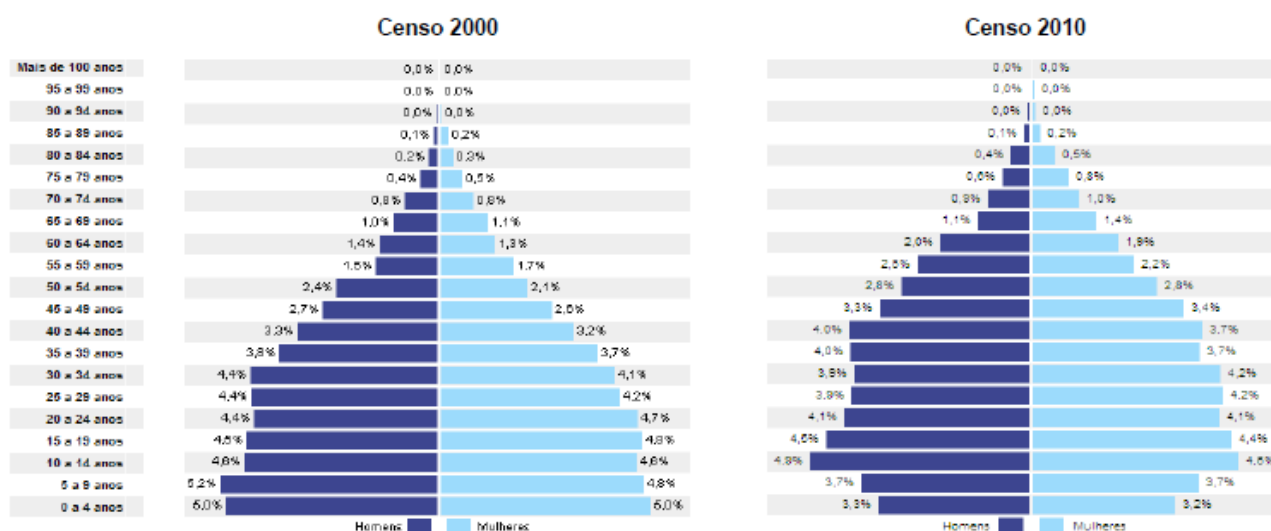
A fase de Estudo Populacional antecede a construção de cenários futuros que é uma ferramenta importante para o planejamento e a tomada de decisões futuras apropriadas, ou seja, o estabelecimento de prognósticos. É importante ressaltar que a construção de cenários permite a integração das ações que levem a universalização dos serviços considerando as questões financeiras, ambientais, sociais e tecnológicas, estabelecendo a percepção da evolução do presente para o futuro.

## 2. ESTUDO POPULACIONAL

No ano de 2010, de acordo com o censo do IBGE, o município de São José do Vale do Rio Preto possuía uma população total de 20.251 habitantes, correspondente a 2,5% do contingente da Região Serrana, e com uma proporção de 100,4 homens para cada 100 mulheres. A densidade demográfica era de 91,8 habitantes por quilômetro quadrado, contra 116 habitantes por quilômetro quadrado de sua região. A taxa de urbanização correspondia a 44% da população. Na comparação com o Censo 2000, também do IBGE, a população do município aumentou 5%, o 67º 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: Estudos socioeconômicos do Estado do Rio de Janeiro – ano 2013 – TCE-RJ.

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

### **3. PROJEÇÕES POPULACIONAIS**

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 do crescimento logístico, 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.		$\frac{dP}{dt} = K_d \cdot (P_s - P)$	$P_t = P_0 + (P_s - P_0) \cdot [1 - e^{-K_d \cdot (t - t_0)}]$	$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_0)]}{t_2 - t_0}$
<i>Crescimento logístico</i>	O crescimento populacional segue uma relação matemática, que estabelece uma curva em forma de S. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear. Condições necessárias: $P_0 < P_1 < P_2$ e $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$ . O ponto de inflexão na curva ocorre no tempo $[t_0 - \ln(c)/K_1]$ e com $P_t = P_s/2$ .		$\frac{dP}{dt} = K_1 \cdot P \cdot \frac{(P_s - P)}{P}$	$P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{-K_1 \cdot (t - t_0)}}$	$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $c = (P_s - P_0)/P_0$ $K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln\left[\frac{P_0 \cdot (P_s - P_1)}{P_1 \cdot (P_s - P_0)}\right]$

Fonte: adaptado parcialmente de Qasim (1985)

A evolução populacional do município é apresentada na **Figura 2** e na **Tabela 1** a seguir, onde também é realizada uma comparação com o estado do Rio de Janeiro e do Brasil.

**Figura 2- Evolução Populacional**



Fonte: IBGE

**Tabela 1- Evolução Populacional**

Ano	São José do Vale do Rio Preto	Rio de Janeiro	Brasil
1991	15.472	12.807.706	146.825.475
1996	16.097	13.323.919	156.032.944
2000	19.278	14.391.282	169.799.170
2007	19.439	15.420.375	183.987.291
2010	20.251	15.989.929	190.755.799

Fonte: IBGE

A população do município é em sua maioria urbana e reside no distrito sede. Segundo a contagem do IBGE de 2010 o percentual de população urbana no município era de 70%. A **Tabela 2** apresenta a população urbana e total para o município de São José do Vale do Rio Preto.

**Tabela 2 - Distribuição da População**

População residente				
Total	Urbana		Rural	
	Total	Porcentagem	Total	Porcentagem
20.251	14.247	70,35	6.004	29,65

Fonte: IBGE

Após análise dos dados apresentados, é possível observar que a taxa de crescimento populacional de São José do Vale do Rio Preto tem um 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.

**Dados IBGE**

Ano	População
1991	15.472
1996	16.027
2000	19.278
2007	19.439
2010	20.251

**Dados de Entrada:**

	Período	População
<b>Ano 1</b>	1990	15.220
<b>Ano 2</b>	2000	19.278
<b>Ano 3</b>	2010	20.251

**1) Método Aritmético:**

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

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

$$K_a = 252$$

**2) Método Geométrico:**

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

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

$$Kg = 0,014$$

**3) Método decrescente:**

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

Como o intervalo de dados não atende a condição, temos que estimar a população de 1990. Utilizando o método Aritmético ou Geométrico.

A estimativa população em 1990 pelo método aritmético:



$$P_{1990} = 15.220$$

assim:  $P_0 = P_{1990} = 15.220$

$$P_1 = P_{2000} = 19.278$$

$$P_2 = P_{2010} = 20.251$$

**Condições:**  $t_1 - t_0 = t_2 - t_1$      $t_1 - t_0 = 10$      $t_2 - t_1 = 10$

$$P_0 < P_1 < P_2 \quad 15.220 < 19.278 < 20.434$$

$$P_0 \cdot P_2 < P_1^2 \quad P_1^2 = 371.641.284 \quad P_0 \cdot P_2 = 308.229.813 \quad \text{Satisfaz a condição}$$

Na **Tabela 3** a seguir são apresentadas as estimativas populacionais anuais (população total do município) calculadas pelos processos aritmético e geométrico para o período entre o último Censo do IBGE (2010) e o final de plano (2035).

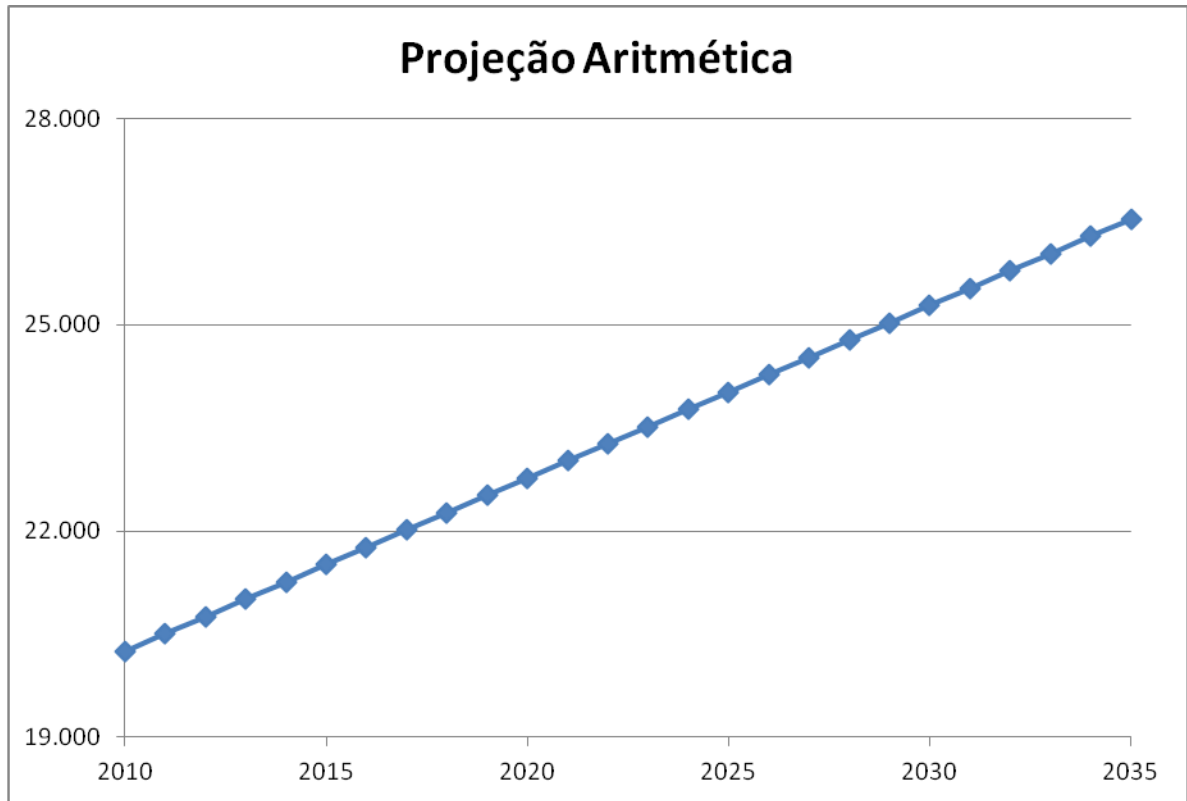
**Tabela 3-** Estimativa Populacional por métodos matemáticos para o município.

Ano	População		
	Aritmética	Geométrica	Decrescente

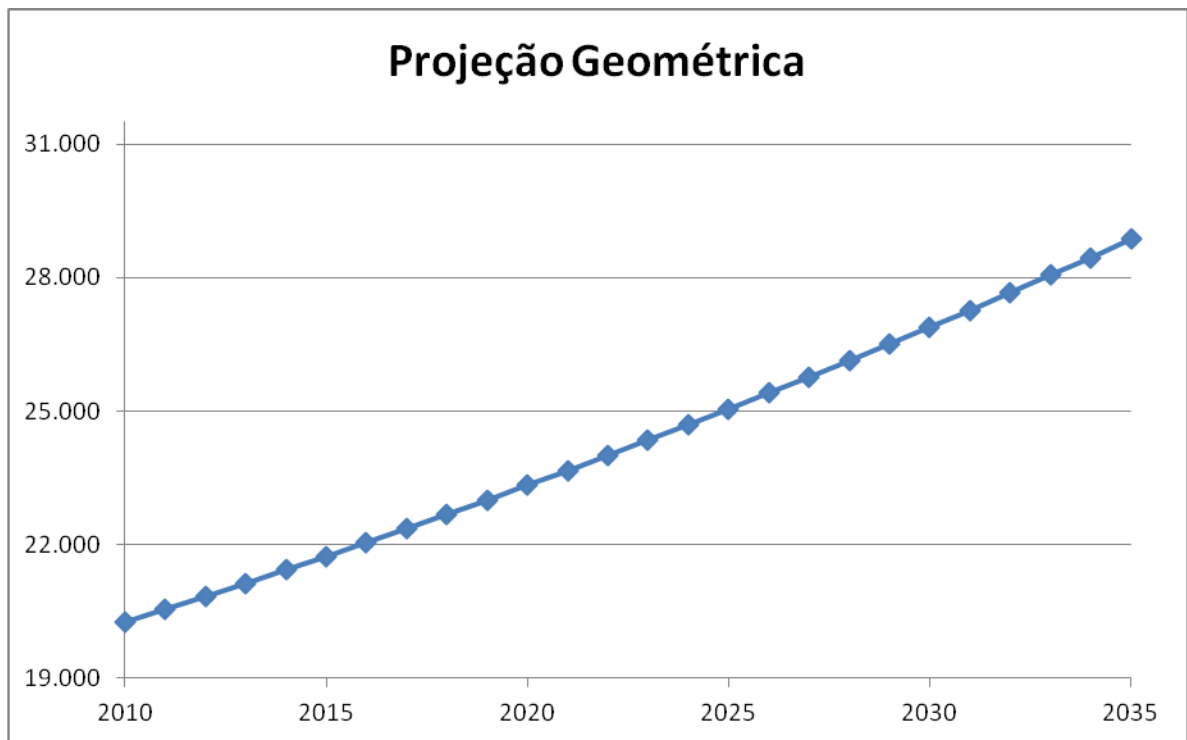
2010	20.251	20.251	20.251
2011	20.503	20.540	20.286
2012	20.754	20.833	20.315
2013	21.006	21.130	20.340
2014	21.257	21.432	20.361
2015	21.509	21.738	20.379
2016	21.760	22.048	20.395
2017	22.012	22.362	20.407
2018	22.263	22.681	20.418
2019	22.515	23.005	20.427
2020	22.766	23.333	20.435
2021	23.018	23.666	20.442
2022	23.269	24.004	20.447
2023	23.521	24.346	20.452
2024	23.772	24.694	20.456
2025	24.024	25.046	20.460
2026	24.275	25.403	20.462
2027	24.527	25.766	20.465
2028	24.778	26.133	20.467
2029	25.030	26.506	20.469
2030	25.282	26.884	20.470
2031	25.533	27.268	20.471
2032	25.785	27.657	20.472
2033	26.036	28.052	20.473
2034	26.288	28.452	20.474
2035	26.539	28.858	20.475

A seguir, são apresentados os **Gráfico 1**, **Gráfico 2** e **Gráfico 3** com as estimativas populacionais realizadas.

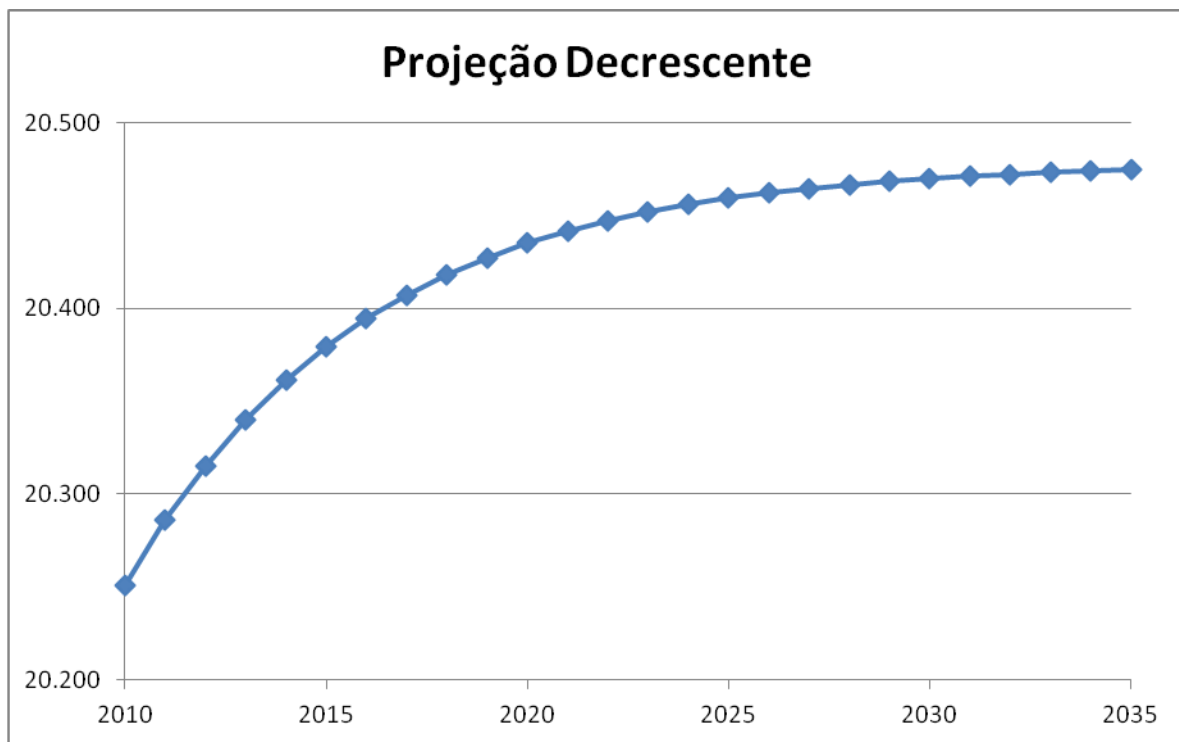
**Gráfico 1 - Curva da Projeção Aritmética**



**Gráfico 2 - Curva da Projeção Geométrica**

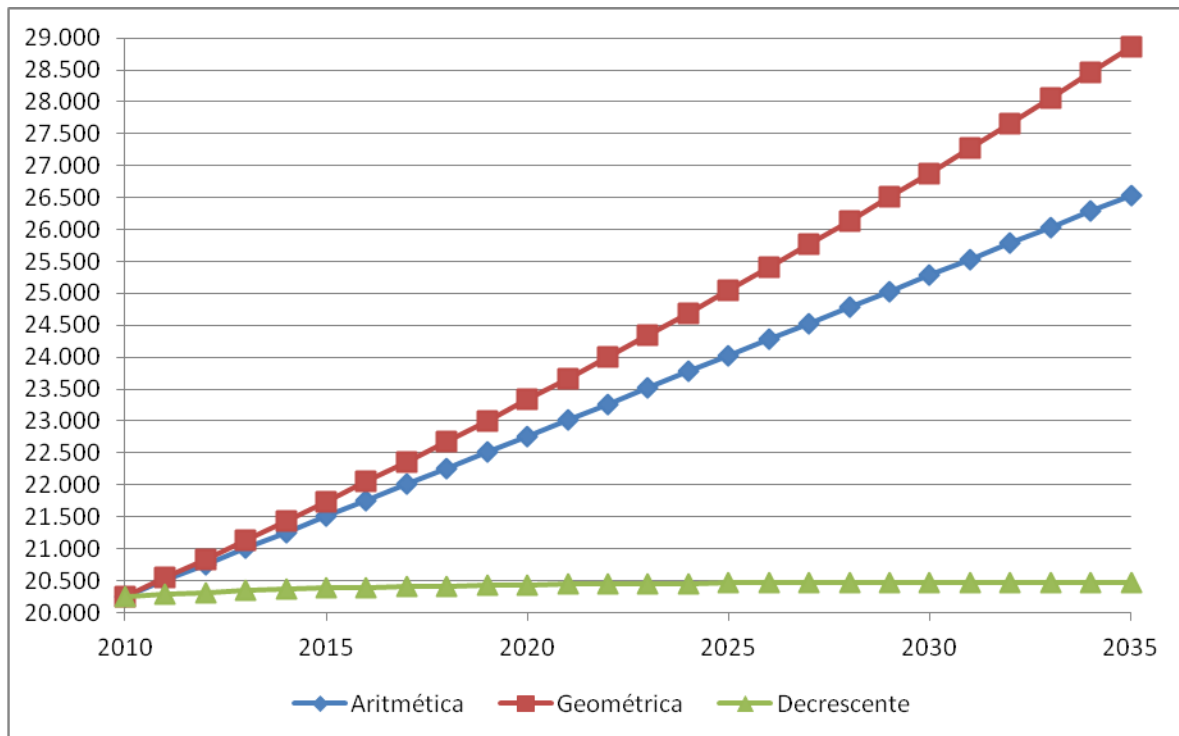


**Gráfico 3 - Curva da Projeção Geométrica**



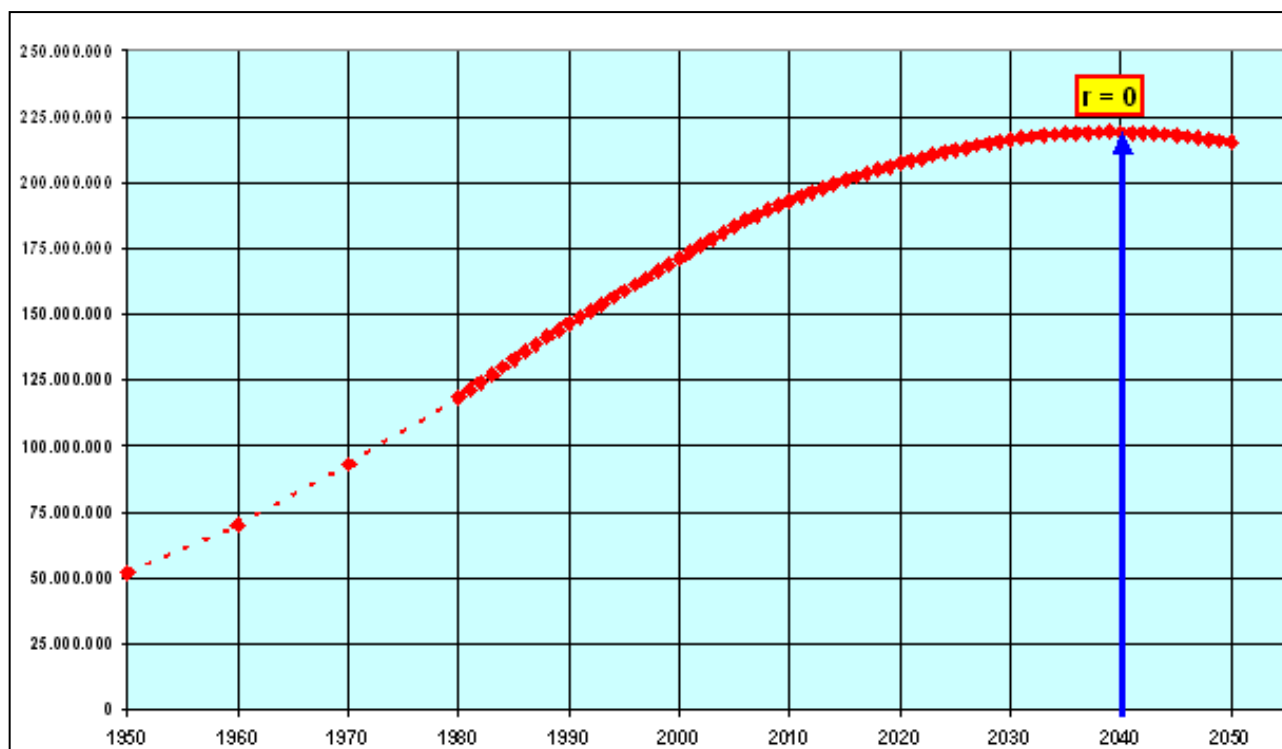
Foi feita uma comparação dos resultados obtidos pelos métodos mencionados, com o objetivo de escolher a curva de crescimento mais adequada para o município (**Gráfico 4**).

**Gráfico 4 - Comparação entre as Projeções**



A taxa de crescimento da população brasileira vem experimentando paulatinos declínios desde os anos 60. Segundo as projeções do IBGE, o país apresentará um potencial de crescimento populacional até 2039, quando se espera que a população atinja o chamado “crescimento zero”. A partir desse ano serão registradas taxas de crescimento negativas, que corresponderão à queda no número da população ao longo dos anos, conforme pode ser observado no **Gráfico 5**.

**Gráfico 5** - Evolução da população total segundo os censos demográficos e projeção:  
1950/2050



Fonte: IBGE, Projeção da População do Brasil por sexo e idade para o período de 1980-2050

Diante da análise dos métodos apresentados, a projeção geométrica foi a escolhida para representar a projeção populacional de São José do Vale do Rio Preto, uma vez que a mesma considera o cenário de crescimento mais otimista para o município se compararmos com o crescimento previsto para o Brasil conforme apresentado no **Gráfico 5**.