

**ANEXO I: ESTUDO POPULACIONAL**

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	6
2. ESTUDO POPULACIONAL .....	7
3. PROJEÇÕES POPULACIONAIS .....	8

## FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Distribuição da população por sexo e idade conforme censos de 2000 e 2010 .7	
<b>Figura 2</b> - Evolução Populacional. ....	10

## QUADROS

**Quadro 1** – Projeção populacional. Métodos com base em fórmulas matemáticas.....9

## GRÁFICO

<b>Gráfico 1</b> – Curva da Projeção Aritmética.....	14
<b>Gráfico 2</b> – Curva da Projeção Geométrica.....	14
<b>Gráfico 3</b> – Comparação entre as Projeções.....	15

## **1. INTRODUÇÃO**

Este Estudo visa apresentar ao município de Carmo o estudo populacional elaborado com vistas a fornecer subsídios para o desenvolvimento do Plano Municipal de Saneamento Básico. Esta fase diz respeito a 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.

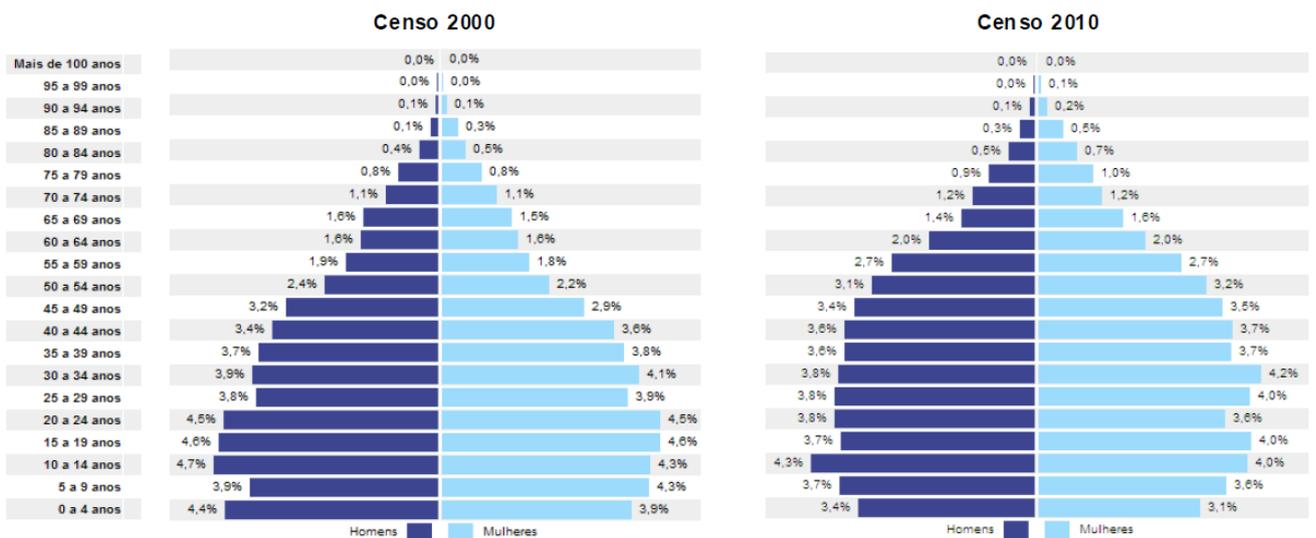
O Estudo Populacional antecede a construção de cenários futuros, que é uma ferramenta importante para o planejamento e a tomada de decisões apropriadas, ou seja, o estabelecimento de prognósticos. É importante ressaltar que a construção de cenários permite a integração das ações que levem a universalização 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 Carmo possuía população de 17.434 habitantes, correspondente a 2,2% do contingente da Região Serrana, e com proporção de 97,4 homens para cada 100 mulheres. A densidade demográfica era de 54 habitantes por quilômetro quadrado, contra 116 habitantes por quilômetro quadrado de sua região. A taxa de urbanização correspondia a 77% da população. Na comparação com o Censo 2000, a população do município aumentou 14%, o 35º maior crescimento no estado.

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

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



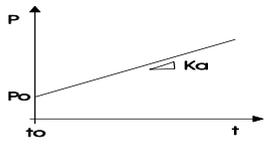
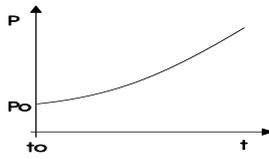
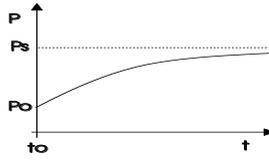
Fonte: Estudos socioeconômicos do Estado do Rio de Janeiro – ano 2012 – TCE-RJ.

De acordo com a Secretaria de Obras, 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 Plano de Saneamento Básico. Foram considerados os seguintes métodos, recomendados pela literatura técnica, para projeção populacional: método aritmético, método da projeção geométrica, método do crescimento logístico, método da taxa decrescente de crescimento.

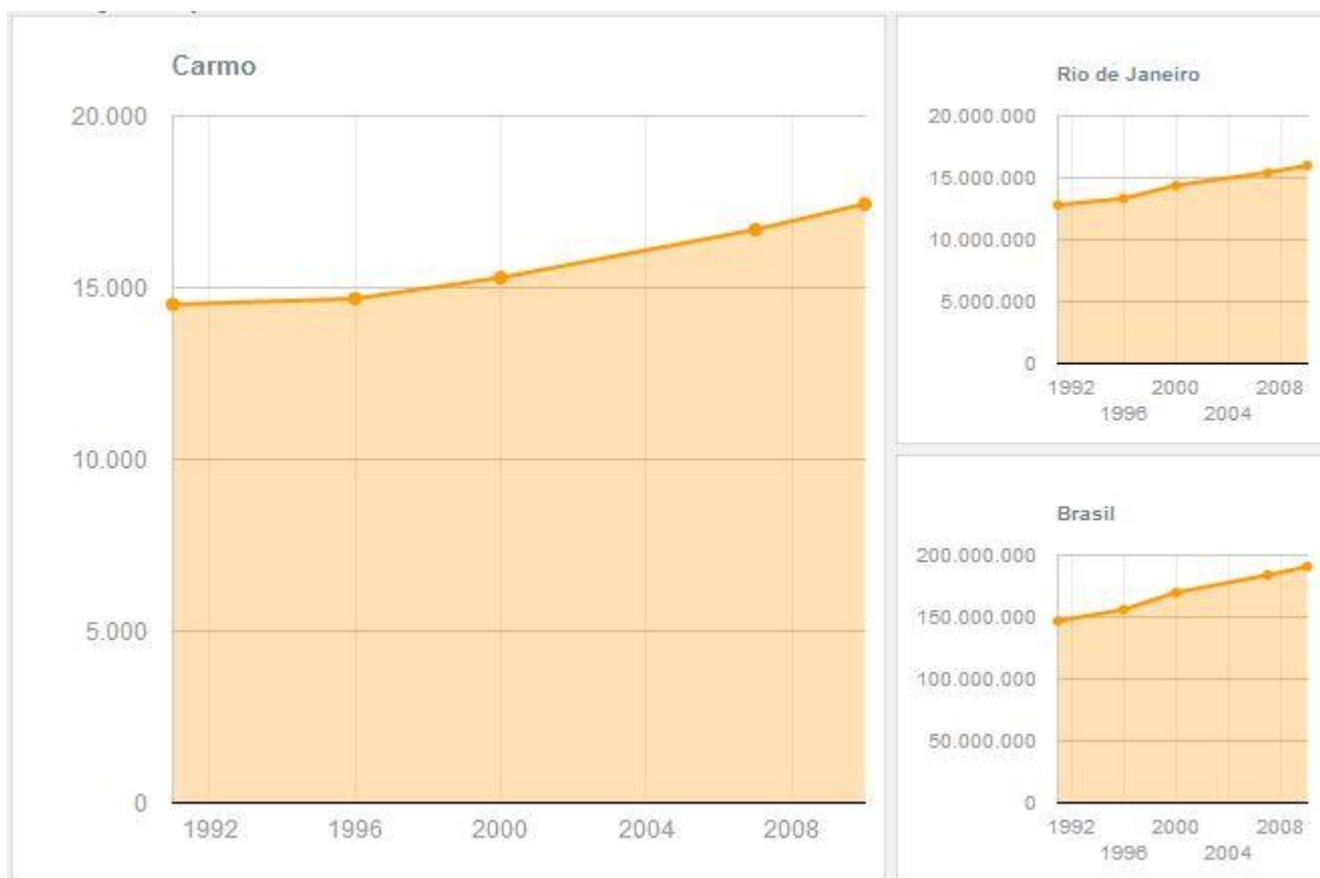
**Quadro 1** – Projeção populacional. Métodos com base em fórmulas matemáticas.

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.		$\frac{dP}{dt} = K_d \cdot (P_s - P)$	$P_t = P_0 + (P_s - P_0) \cdot [1 - e^{-K_d \cdot (t - t_0)}]$	$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_0)]}{t_2 - t_0}$

Fonte: adaptado parcialmente de Qasim (1985)

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

**Figura 2-** Evolução Populacional.



Fonte: IBGE

**Tabela 1-** Evolução Populacional

Ano	População Carmo	Taxa de Crescimento	População Rio de Janeiro	Taxa de Crescimento	População Brasil	Taxa de Crescimento
1991	14.509	-	12.807.706	-	146.825.475	-
1996	14.679	1,17%	13.323.919	4,03%	156.032.944	6,27%
2000	15.289	4,16%	14.391.282	8,01%	169.799.170	8,82%
2007	16.690	9,16%	15.420.375	7,15%	183.987.291	8,36%
2010	17.434	4,46%	15.989.929	3,69%	190.755.799	3,68%

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 77%. A **Tabela 2** apresenta as populações urbana e total para o município de Carmo e seus distritos.

**Tabela 2 – Distribuição da População (censo 2010).**

Distritos	População residente				
	Total	Urbana		Rural	
		Total	%	Total	%
Carmo (Total)	17.434	13.470	77,26	3.964	22,74
Carmo (Distrito sede)	15.456	12.382	71,02	3.074	17,63
Córrego da Prata	732	360	2,06	372	2,13
Porto Velho do Cunha	1.246	728	4,18	518	2,97

Fonte: IBGE

Após análise dos dados apresentados, é possível observar que a taxa de crescimento populacional de Carmo aparece de forma crescente ao longo do período 1991 - 2010. Com isso, a utilização do método da Taxa Decrescente torna-se inviável uma vez que este supõe que a taxa de crescimento torna-se menor ao longo do tempo. O método de Crescimento Logístico também foi descartado, pois as condições estabelecidas para utilização desse método ( $P_0 < P_1 < P_2$  e  $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$ ) não foram atendidas.

**Dados IBGE**

Ano	População
1991	14.509
1996	14.679
2000	15.289
2007	16.690
2010	17.434

**Dados de Entrada:**

Período	População
<b>Ano 1</b> 1990	14.355
<b>Ano 2</b> 2000	15.289
<b>Ano 3</b> 2010	17.434

**1) Método Aritmético:**

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

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

$$K_a = 215$$

**2) Método Geométrico:**

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

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

$$Kg = 0,013$$

**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  
estimativa população em 1990 pelo método aritmético:

$$P_{1990} = 14.320$$

assim:  $P_0 = P_{1990} = 14.320$

$$P_1 = P_{2000} = 15.289$$

$$P_2 = P_{2010} = 17.434$$

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

$$P_0 < P_1 < P_2 \quad 14.320 < 15.289 < 17.434$$

$$P_0 \cdot P_2 < P_1^2 \quad P_1^2 = 233.753.521 \quad P_0 \cdot P_2 = 249.650.664 \quad \text{Não satisfaz a condição}$$

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 (2034).

Segundo informações da Secretaria de Obras informou que não há estudos para a população de Carmo em projetos existentes.

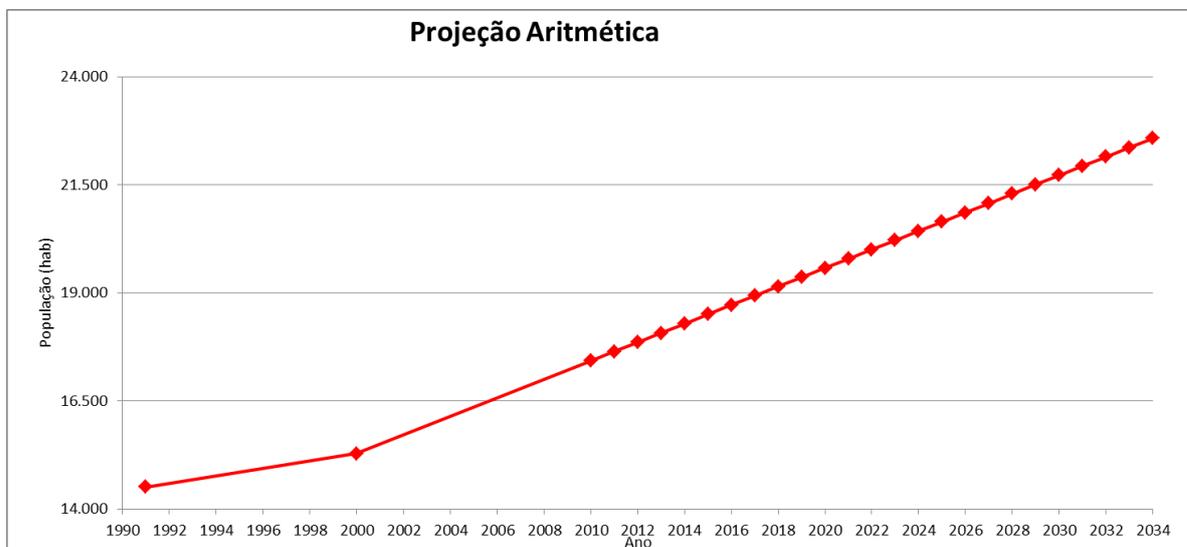
**Tabela 3** – Estimativa Populacional por métodos matemáticos para o município.

Ano	População	
	Aritmética	Geométrica
2010	17.434	17.434
2011	17.588	17.664
2012	17.863	17.898
2013	18.078	18.134
2014	18.292	18.374
2015	18.507	18.617
2016	18.721	18.863
2017	18.936	19.112
2018	19.150	19.365
2019	19.365	19.621
2020	19.579	19.880
2021	19.794	20.143
2022	20.008	20.409
2023	20.223	20.679
2024	20.437	20.952
2025	20.652	21.229
2026	20.866	21.509
2027	21.081	21.794
2028	21.295	22.082
2029	21.510	22.373
2030	21.724	22.669
2031	21.939	22.969
2032	22.153	23.272
2033	22.368	23.580
2034	22.582	23.891
<b>Taxa de Crescimento</b>	<b>1,08%</b>	<b>1,32%</b>

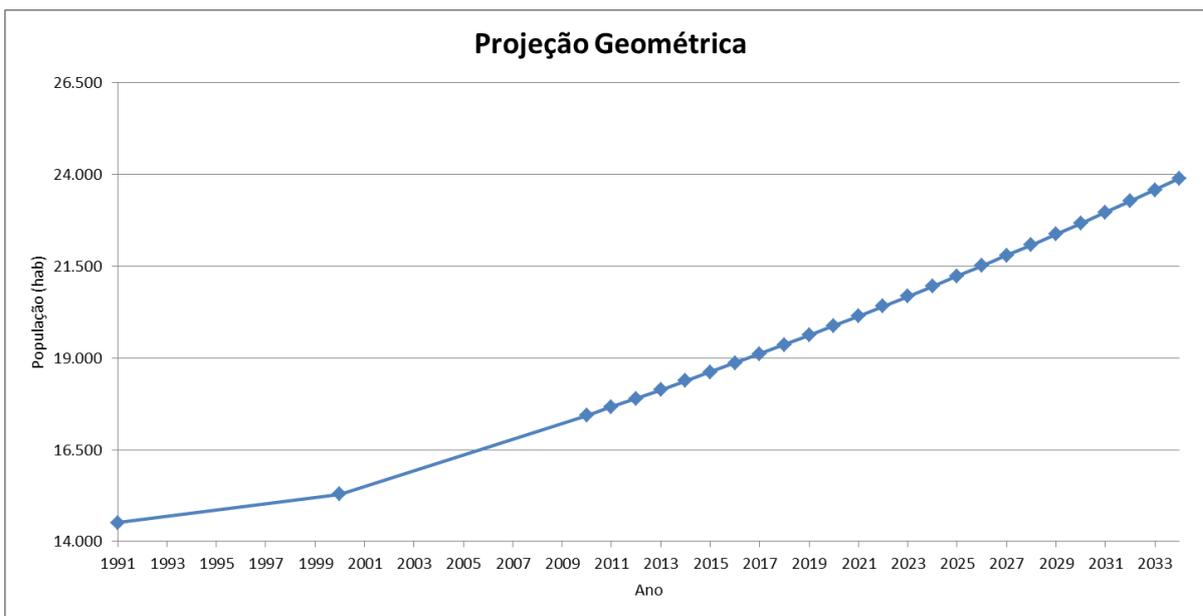
A seguir são apresentados o

**Gráfico 1** e **Gráfico 2** com as estimativas populacionais realizadas.

**Gráfico 1 – Curva da Projeção Aritmética.**

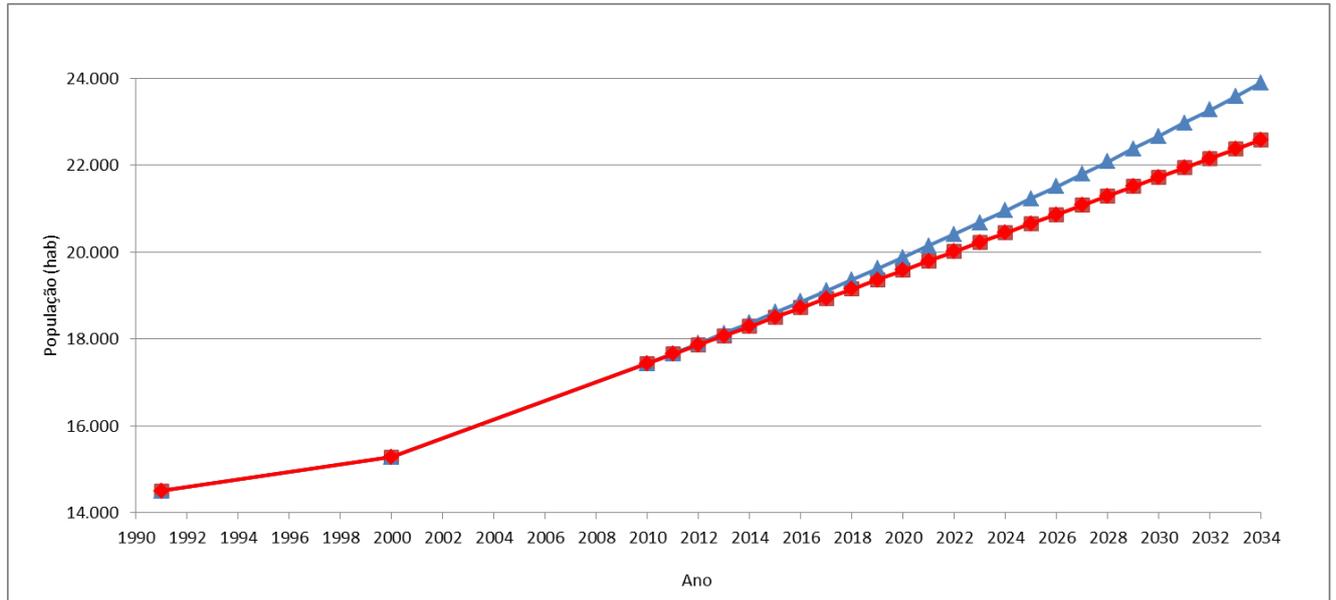


**Gráfico 2 – Curva da Projeção Geométrica.**



Na sequência são comparados os resultados obtidos pelos métodos mencionados, com o objetivo de escolher a curva de crescimento mais adequada para o município (**Gráfico 3**).

**Gráfico 3 – Comparação entre as Projeções.**



Diante da análise dos métodos apresentados, a projeção geométrica foi escolhida para representar a projeção populacional de Carmo, uma vez que a mesma considera um cenário de crescimento otimista para o município compatível com o crescimento observado entre 2000 e 2010.