

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

Projeto : CAETITÉ	Horizonte : 20 anos
Cliente : CODEVASF	Início : ano 2010
Data : 20/7/2009	Final : ano 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	8791	-				
1991	14687	4,78	# De 1980	para 1991		
2000	20962	4,03	# De 1991	para 2000		
		4,44	# De 1980	para 2000		

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-39919,513	605,898671	-	0,997140
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	272,251177	1,04452934	-	0,998915
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-228263,06	54024,7535	-	0,994274
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	3,3437E-04	3,89956107	-	0,999885
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	8,06111111	-842,45	24595,889	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	Xi	Yi	$\Delta X$	$\Delta Y$	Xri	Yri	N
Linear	1980	8791,0	1900	0,0	80	8791,0	3
Exponencial	1980	8791,0	1900	0,0	80	8791,0	3
Logarítmica	1980	8791,0	1900	0,0	80	8791,0	3
de Potência	1980	8791,0	1900	0,0	80	8791,0	3
Parabólica	1980	8791,0	1900	0,0	80	8791,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	Xr	X	Yr	Y
Linear	130	2030	38847,314	38847
Exponencial	130	2030	78460,9596	78461
Logarítmica	130	2030	34704,2936	34704
de Potência	130	2030	58569,6723	58570
Parabólica	130	2030	51310,1667	51310

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	8791	8791	8791	8791	8791	8791
1991	14687	14687	14687	14687	14687	14687
2000	20670	20962	21234	20530	21054	20962
2005	23700	25543	26402	23166	25467	25012
2009	26123	29918	31428	25186	29464	28543
2010	26729	31124	32828	25679	30532	29466
2015	29759	37926	40817	28081	36311	34322
2020	32788	46213	50751	30380	42866	39582
2025	35818	56312	63103	32585	50263	45245
2030	38847	68617	78461	34704	58570	51310

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE CAETITÉ

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	8.791
1991	14.687
2000	20.962

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

. **Equação básica:**  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -39919,5133$  ;  $b = 605,8987$  ;  $e$   $r^2 = 0,9971$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -39919,5133 + 605,8987. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	23.700
2009	109	26.123
2010	110	26.729
2015	115	29.759
2020	120	32.788
2025	125	35.818
2030	130	38.847

## b) Curva de Progressão Geométrica

. Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	4,44
1980 - 1991	4,78
1991 - 2000	4,03

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 4,03\%$
2005	25.543
2009	29.918
2010	31.124
2015	37.926
2020	46.213
2025	56.312
2030	68.617

## c) Regressão Exponencial

. Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 272,2512$  ;  $b = 1,0445$  ;  $e$   $r^2 = 0,9989$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 272,2512.1,0445^{\chi}$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	26.402
2009	109	31.428
2010	110	32.828
2015	115	40.817
2020	120	50.751
2025	125	63.103
2030	130	78.461

#### d) Regressão Logarítmica

• Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtém-se os seguintes parâmetros :

$a = -228263,0552$  ;  $b = 54024,7535$  ; e  $r^2 = 0,9943$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -228263,0552 + 54024,7535 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	23.166
2009	109	25.186
2010	110	25.679
2015	115	28.081
2020	120	30.380
2025	125	32.585
2030	130	34.704

#### e) Regressão de Potência

• Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0,0003$  ;  $b = 3,8996$  ; e  $r^2 = 0,9999$  (Coef. Correlação)



A equação resultante será:

$$y = 0,0003. x^{3,8996}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	25.467
2009	109	29.464
2010	110	30.532
2015	115	36.311
2020	120	42.866
2025	125	50.263
2030	130	58.570

#### f) Regressão Parabólica

. Equação básica:  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}44440 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 4135997 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 387505447 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = 8,0611 ; \quad b = -842,45 \quad c = 24595,8889 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = 8,0611x^2 - 842,45.x + 24595,8889$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	25.012
2009	109	28.543
2010	110	29.466
2015	115	34.322
2020	120	39.582
2025	125	45.245
2030	130	51.310

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

Projeto : CANDIBA	Horizonte : 20 anos
Cliente : CODEVASF	Início : ano 2010
Data : 20/7/2009	Final : ano 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	2535	-				
1991	4087	4,44	# De 1980	para 1991		
2000	4950	2,15	# De 1991	para 2000		
		3,40	# De 1980	para 2000		

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-7117,5664	121,493355	-	0,994431
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	175,004739	1,03440221	-	0,983069
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-45162,83	10894,9382	-	0,997251
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	4,2479E-03	3,0407845	-	0,988339
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	-2,260101	527,568182	-25205,808	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes					
	Xi	Yi	$\Delta X$	$\Delta Y$	Xri	Yri
Linear	1980	2535,0	1900	0,0	80	2535,0
Exponencial	1980	2535,0	1900	0,0	80	2535,0
Logarítmica	1980	2535,0	1900	0,0	80	2535,0
de Potência	1980	2535,0	1900	0,0	80	2535,0
Parabólica	1980	2535,0	1900	0,0	80	2535,0

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	Xr	X	Yr	Y
Linear	130	2030	8676,56977	8677
Exponencial	130	2030	14212,7158	14213
Logarítmica	130	2030	7868,6572	7869
de Potência	130	2030	11381,9333	11382
Parabólica	130	2030	5182,34848	5182

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	2535	2535	2535	2535	2535	2535
1991	4087	4087	4087	4087	4087	4087
2000	5032	4950	5152	5010	5126	4950
2005	5639	5506	6102	5542	5945	5271
2009	6125	5995	6986	5949	6661	5447
2010	6247	6124	7226	6049	6849	5479
2015	6854	6812	8557	6533	7840	5575
2020	7462	7577	10134	6997	8923	5557
2025	8069	8428	12001	7441	10102	5426
2030	8677	9374	14213	7869	11382	5182

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE CANDIBA

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	2.535
1991	4.087
2000	4.950

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• **Equação básica:**  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -7117,5664$  ;       $b = 121,4934$  ;      e       $r^2 = 0,9944$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -7117,5664 + 121,4934. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	5.639
2009	109	6.125
2010	110	6.247
2015	115	6.854
2020	120	7.462
2025	125	8.069
2030	130	8.677

## b) Curva de Progressão Geométrica

. Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	3,40
1980 - 1991	4,44
1991 - 2000	2,15

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 2,15\%$
2005	5.506
2009	5.995
2010	6.124
2015	6.812
2020	7.577
2025	8.428
2030	9.374

## c) Regressão Exponencial

. Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 175,0047$  ;       $b = 1,0344$  ;       $e$        $r^2 = 0,9831$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 175,0047.1,0344^{\chi}$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	6.102
2009	109	6.986
2010	110	7.226
2015	115	8.557
2020	120	10.134
2025	125	12.001
2030	130	14.213

#### d) Regressão Logarítmica

. Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -45162,8299$  ;  $b = 10894,9382$  ; e  $r^2 = 0,9973$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -45162,8299 + 10894,9382 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	5.542
2009	109	5.949
2010	110	6.049
2015	115	6.533
2020	120	6.997
2025	125	7.441
2030	130	7.869

#### e) Regressão de Potência

. Equação básica:  $y = a . \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0,0042$  ;  $b = 3,0408$  ; e  $r^2 = 0,9883$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0,0042. x^{3,0408}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	5.945
2009	109	6.661
2010	110	6.849
2015	115	7.840
2020	120	8.923
2025	125	10.102
2030	130	11.382

#### f) Regressão Parabólica

• Equação básica:  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}11572 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 1069717 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 99568447 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = -2,2601 ; \quad b = 527,5682 \quad c = -25205,8081 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = -2,2601x^2 + 527,5682.x - 25205,8081$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	5.271
2009	109	5.447
2010	110	5.479
2015	115	5.575
2020	120	5.557
2025	125	5.426
2030	130	5.182

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

Projeto : GUANAMBI  
 Cliente : CODEVASF  
 Data : 20/7/2009

Horizonte : 20 anos  
 Início : ano 2010  
 Final : ano 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	23897	-				
1991	42647	5,41	# De 1980	para 1991		
2000	50784	1,96	# De 1991	para 2000		
		3,84	# De 1980	para 2000		

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abscissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-83519,367	1357,51329	-	0,986188
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	1178,10551	1,03897875	-	0,970666
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-509683,56	121971,537	-	0,990904
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	6,9361E-03	3,44424302	-	0,977739
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	-40,021717	8548,25909	-403824,74	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	Xi	Yi	$\Delta X$	$\Delta Y$	Xri	Yri	N
Linear	1980	23897,0	1900	0,0	80	23897,0	3
Exponencial	1980	23897,0	1900	0,0	80	23897,0	3
Logarítmica	1980	23897,0	1900	0,0	80	23897,0	3
de Potência	1980	23897,0	1900	0,0	80	23897,0	3
Parabólica	1980	23897,0	1900	0,0	80	23897,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	Xr	X	Yr	Y
Linear	130	2030	92957,3605	92957
Exponencial	130	2030	169844,167	169844
Logarítmica	130	2030	84017,0996	84017
de Potência	130	2030	132450,174	132450
Parabólica	130	2030	31081,9242	31082

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	23897	23897	23897	23897	23897	23897
1991	42647	42647	42647	42647	42647	42647
2000	52232	50784	53933	52016	53654	50784
2005	59020	55958	65296	57967	63472	52503
2009	64450	60474	76087	62527	72195	52437
2010	65807	61658	79053	63641	74502	52221
2015	72595	67940	95709	69063	86828	49938
2020	79382	74861	115873	74254	100536	45654
2025	86170	82488	140287	79233	115714	39368
2030	92957	90891	169844	84017	132450	31082

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE GUANAMBI

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	23.897
1991	42.647
2000	50.784

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 ( $\chi = \text{Ano} - 1900$ ).

### a) Regressão Linear

. Equação básica:  $y = a + b.\chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -83519,3671$  ;  $b = 1357,5133$  ; e  $r^2 = 0,9862$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -83519,3671 + 1357,5133. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.



Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	59.020
2009	109	64.450
2010	110	65.807
2015	115	72.595
2020	120	79.382
2025	125	86.170
2030	130	92.957

## b) Curva de Progressão Geométrica

. Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	3,84
1980 - 1991	5,41
1991 - 2000	1,96

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	t = 1,96%
2005	55.958
2009	60.474
2010	61.658
2015	67.940
2020	74.861
2025	82.488
2030	90.891

## c) Regressão Exponencial

. Equação básica:  $y = a \cdot b^{\chi}$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 1178,1055$  ;  $b = 1,039$  ;  $e$   $r^2 = 0,9707$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 1178,1055.1,039^x$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	65.296
2009	109	76.087
2010	110	79.053
2015	115	95.709
2020	120	115.873
2025	125	140.287
2030	130	169.844

#### d) Regressão Logarítmica

. Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtém-se os seguintes parâmetros :

$a = -509683,5607$  ;  $b = 121971,5374$  ; e  $r^2 = 0,9909$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -509683,5607 + 121971,5374 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	57.967
2009	109	62.527
2010	110	63.641
2015	115	69.063
2020	120	74.254
2025	125	79.233
2030	130	84.017

#### e) Regressão de Potência

. Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0,0069$  ;  $b = 3,4442$  ; e  $r^2 = 0,9777$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0,0069. x^{3,4442}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	63.472
2009	109	72.195
2010	110	74.502
2015	115	86.828
2020	120	100.536
2025	125	115.714
2030	130	132.450

#### f) Regressão Parabólica

. Equação básica:  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}117328 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 10871037 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 1013940607 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = -40,0217 ; \quad b = 8548,2591 \quad c = -403824,7374 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = -40,0217x^2 + 8548,2591.x - 403824,7374$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	52.503
2009	109	52.437
2010	110	52.221
2015	115	49.938
2020	120	45.654
2025	125	39.368
2030	130	31.082

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

Projeto : IGAPORÃ	Horizonte : 20 anos
Cliente : CODEVASF	Início : ano 2010
Data : 20/7/2009	Final : ano 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	3508	-				
1991	5903	4,84	# De 1980	para 1991		
2000	7101	2,07	# De 1991	para 2000		
		3,59	# De 1980	para 2000		

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-10850,085	181,041528	-	0,991254
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	209,861371	1,03634477	-	0,977926
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-67604,795	16248,7383	-	0,994910
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	2,7908E-03	3,21219085	-	0,984006
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	-4,2308081	941,195455	-44710,465	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	Xi	Yi	$\Delta X$	$\Delta Y$	Xri	Yri	N
Linear	1980	3508,0	1900	0,0	80	3508,0	3
Exponencial	1980	3508,0	1900	0,0	80	3508,0	3
Logarítmica	1980	3508,0	1900	0,0	80	3508,0	3
de Potência	1980	3508,0	1900	0,0	80	3508,0	3
Parabólica	1980	3508,0	1900	0,0	80	3508,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	Xr	X	Yr	Y
Linear	130	2030	12685,314	12685
Exponencial	130	2030	21751,3521	21751
Logarítmica	130	2030	11486,4985	11486
de Potência	130	2030	17223,1213	17223
Parabólica	130	2030	6144,28788	6144

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	3508	3508	3508	3508	3508	3508
1991	5903	5903	5903	5903	5903	5903
2000	7254	7101	7453	7223	7415	7101
2005	8159	7869	8910	8016	8673	7470
2009	8883	8542	10278	8624	9780	7614
2010	9064	8719	10651	8772	10071	7628
2015	9970	9662	12733	9494	11617	7575
2020	10875	10706	15221	10186	13318	7309
2025	11780	11864	18196	10849	15184	6833
2030	12685	13146	21751	11486	17223	6144

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE IGAPORÃ

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	3.508
1991	5.903
2000	7.101

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

. Equação básica:  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -10850,0847$  ;     $b = 181,0415$  ;                      e                       $r^2 = 0,9913$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -10850,0847 + 181,0415. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	8.159
2009	109	8.883
2010	110	9.064
2015	115	9.970
2020	120	10.875
2025	125	11.780
2030	130	12.685

## b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	3,59
1980 - 1991	4,84
1991 - 2000	2,07

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 2,07\%$
2005	7.869
2009	8.542
2010	8.719
2015	9.662
2020	10.706
2025	11.864
2030	13.146

## c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 209,8614$  ;       $b = 1,0363$  ;      e       $r^2 = 0,9779$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 209,8614.1,0363^{\chi}$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	8.910
2009	109	10.278
2010	110	10.651
2015	115	12.733
2020	120	15.221
2025	125	18.196
2030	130	21.751

#### d) Regressão Logarítmica

• Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -67604,7951$  ;  $b = 16248,7383$  ; e  $r^2 = 0,9949$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -67604,7951 + 16248,7383 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	8.016
2009	109	8.624
2010	110	8.772
2015	115	9.494
2020	120	10.186
2025	125	10.849
2030	130	11.486

#### e) Regressão de Potência

• Equação básica:  $y = a . \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0,0028$  ;  $b = 3,2122$  ; e  $r^2 = 0,984$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0,0028. x^{3,2122}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	8.673
2009	109	9.780
2010	110	10.071
2015	115	11.617
2020	120	13.318
2025	125	15.184
2030	130	17.223

#### f) Regressão Parabólica

• **Equação básica:**  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}16512 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 1527913 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 142343943 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = -4,2308 ; \quad b = 941,1955 \quad c = -44710,4646 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = -4,2308x^2 + 941,1955.x - 44710,4646$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	7.470
2009	109	7.614
2010	110	7.628
2015	115	7.575
2020	120	7.309
2025	125	6.833
2030	130	6.144



## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

Projeto : IUIÚ	Horizonte : 20 anos
Cliente : CODEVASF	Início : ano 2010
Data : 20/7/2009	Final : ano 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	2217	-				
1991	4227	6,04	# De 1980	para 1991		
2000	4571	0,87	# De 1991	para 2000		
		3,68	# De 1980	para 2000		

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abscissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-7175,2359	120,076412	-	0,945966
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	123,695168	1,03769373	-	0,933316
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-45136,123	10847,7373	-	0,955684
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	1,0086E-03	3,34700855	-	0,944133
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	-7,2252525	1418,24545	-65001,020	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes					
	Xi	Yi	$\Delta X$	$\Delta Y$	Xri	Yri
Linear	1980	2217,0	1900	0,0	80	2217,0
Exponencial	1980	2217,0	1900	0,0	80	2217,0
Logarítmica	1980	2217,0	1900	0,0	80	2217,0
de Potência	1980	2217,0	1900	0,0	80	2217,0
Parabólica	1980	2217,0	1900	0,0	80	2217,0

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	Xr	X	Yr	Y
Linear	130	2030	8434,69767	8435
Exponencial	130	2030	15182,6528	15183
Logarítmica	130	2030	7665,61198	7666
de Potência	130	2030	11998,3514	11998
Parabólica	130	2030	-2735,8788	-2736

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	2217	2217	2217	2217	2217	2217
1991	4227	4227	4227	4227	4227	4227
2000	4832	4571	5003	4820	4986	4571
2005	5433	4774	6020	5349	5870	4256
2009	5913	4943	6981	5754	6653	3745
2010	6033	4986	7244	5853	6860	3580
2015	6634	5208	8716	6336	7960	2543
2020	7234	5439	10487	6797	9179	1145
2025	7834	5681	12618	7240	10522	-615
2030	8435	5933	15183	7666	11998	-2736

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE IUIÚ

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	2.217
1991	4.227
2000	4.571

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• **Equação básica:**  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -7175,2359$  ;       $b = 120,0764$  ;      e       $r^2 = 0,946$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -7175,2359 + 120,0764. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	5.433
2009	109	5.913
2010	110	6.033
2015	115	6.634
2020	120	7.234
2025	125	7.834
2030	130	8.435

## b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	3,68
1980 - 1991	6,04
1991 - 2000	0,87

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 0,87\%$
2005	4.774
2009	4.943
2010	4.986
2015	5.208
2020	5.439
2025	5.681
2030	5.933

## c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 123,6952$  ;       $b = 1,0377$  ;      e       $r^2 = 0,9333$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 123,6952.1,0377^x$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	6.020
2009	109	6.981
2010	110	7.244
2015	115	8.716
2020	120	10.487
2025	125	12.618
2030	130	15.183

#### d) Regressão Logarítmica

• Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -45136,123$  ;  $b = 10847,7373$  ; e  $r^2 = 0,9557$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -45136,123 + 10847,7373 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	5.349
2009	109	5.754
2010	110	5.853
2015	115	6.336
2020	120	6.797
2025	125	7.240
2030	130	7.666

#### e) Regressão de Potência

• Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0,001$  ;  $b = 3,347$  ; e  $r^2 = 0,9441$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0,001. x^{3,3470}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	5.870
2009	109	6.653
2010	110	6.860
2015	115	7.960
2020	120	9.179
2025	125	10.522
2030	130	11.998

#### f) Regressão Parabólica

• **Equação básica:**  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}11015 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 1019117 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 94902587 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = -7,2253 ; \quad b = 1418,2455 \quad c = -65001,0202 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = -7,2253x^2 + 1418,2455.x - 65001,0202$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	4.256
2009	109	3.745
2010	110	3.580
2015	115	2.543
2020	120	1.145
2025	125	-615
2030	130	-2.736

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

**Projeto :** MALHADA **Horizonte :** 20 anos  
**Cliente :** CODEVASF **Início : ano** 2010  
**Data :** 20/7/2009 **Final : ano** 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	1420	-				
1991	2191	4,02	# De	1980	para	1991
2000	3426	5,09	# De	1991	para	2000
		4,50	# De	1980	para	2000

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abscissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-6615,0399	99,1960133	-	0,981923
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	41,837017	1,04484482	-	0,997796
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-37303,481	8812,19054	-	0,975493
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	4,9783E-05	3,91265275	-	0,995219
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	3,35656566	-503,88182	20248,525	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	$X_i$	$Y_i$	$\Delta X$	$\Delta Y$	$X_{ri}$	$Y_{ri}$	N
Linear	1980	1420,0	1900	0,0	80	1420,0	3
Exponencial	1980	1420,0	1900	0,0	80	1420,0	3
Logarítmica	1980	1420,0	1900	0,0	80	1420,0	3
de Potência	1980	1420,0	1900	0,0	80	1420,0	3
Parabólica	1980	1420,0	1900	0,0	80	1420,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	$X_r$	X	$Y_r$	Y
Linear	130	2030	6280,44186	6280
Exponencial	130	2030	12539,8927	12540
Logarítmica	130	2030	5590,15961	5590
de Potência	130	2030	9294,03158	9294
Parabólica	130	2030	11469,8485	11470

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	1420	1420	1420	1420	1420	1420
1991	2191	2191	2191	2191	2191	2191
2000	3305	3426	3363	3278	3330	3426
2005	3801	4392	4188	3708	4030	4347
2009	4197	5357	4991	4038	4665	5205
2010	4297	5630	5215	4118	4834	5436
2015	4793	7217	6494	4510	5753	6693
2020	5288	9252	8087	4885	6795	8117
2025	5784	11860	10070	5245	7972	9710
2030	6280	15203	12540	5590	9294	11470

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE MALHADA

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	1.420
1991	2.191
2000	3.426

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• **Equação básica:**  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -6615,0399$  ;       $b = 99,196$  ;      e       $r^2 = 0,9819$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -6615,0399 + 99,196. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.801
2009	109	4.197
2010	110	4.297
2015	115	4.793
2020	120	5.288
2025	125	5.784
2030	130	6.280

## b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	4,50
1980 - 1991	4,02
1991 - 2000	5,09

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 5,09\%$
2005	4.392
2009	5.357
2010	5.630
2015	7.217
2020	9.252
2025	11.860
2030	15.203

## c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 41,837$  ;       $b = 1,0448$  ;      e       $r^2 = 0,9978$  (Coef. Correlação)



Resultando na seguinte equação:

$$y = 41,837.1,0448^x$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	4.188
2009	109	4.991
2010	110	5.215
2015	115	6.494
2020	120	8.087
2025	125	10.070
2030	130	12.540

#### d) Regressão Logarítmica

. Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtém-se os seguintes parâmetros :

$a = -37303,4814$  ;  $b = 8812,1905$  ; e  $r^2 = 0,9755$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -37303,4814 + 8812,1905 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.708
2009	109	4.038
2010	110	4.118
2015	115	4.510
2020	120	4.885
2025	125	5.245
2030	130	5.590

#### e) Regressão de Potência

. Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0$  ;  $b = 3,9127$  ; e  $r^2 = 0,9952$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0. x^{3,9127}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	4.030
2009	109	4.665
2010	110	4.834
2015	115	5.753
2020	120	6.795
2025	125	7.972
2030	130	9.294

#### f) Regressão Parabólica

• **Equação básica:**  $y = ax^2 + bx + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}7037 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 655581 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 61491671 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = 3,3566 ; \quad b = -503,8818 \quad c = 20248,5253 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = 3,3566x^2 - 503,8818.x + 20248,5253$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	4.347
2009	109	5.205
2010	110	5.436
2015	115	6.693
2020	120	8.117
2025	125	9.710
2030	130	11.470



## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE MATINA

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	617
1991	1.389
2000	2.759

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• **Equação básica:**  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -7964,4917$  ;       $b = 105,7508$  ;      e       $r^2 = 0,9764$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -7964,4917 + 105,7508. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.139
2009	109	3.562
2010	110	3.668
2015	115	4.197
2020	120	4.726
2025	125	5.254
2030	130	5.783

## b) Curva de Progressão Geométrica

• **Equação básica:**  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	7,78
1980 - 1991	7,66
1991 - 2000	7,92

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 7,92\%$
2005	4.040
2009	5.480
2010	5.914
2015	8.660
2020	12.679
2025	18.564
2030	27.180

## c) Regressão Exponencial

• **Equação básica:**  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 1,5426$  ;       $b = 1,0777$  ;      e       $r^2 = 1$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 1,5426.1,0777^x$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.993
2009	109	5.387
2010	110	5.806
2015	115	8.441
2020	120	12.272
2025	125	17.842
2030	130	25.940

#### d) Regressão Logarítmica

. Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -40643,1109$  ;  $b = 9386,1168$  ; e  $r^2 = 0,9692$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -40643,1109 + 9386,1168 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.040
2009	109	3.390
2010	110	3.476
2015	115	3.893
2020	120	4.293
2025	125	4.676
2030	130	5.044

#### e) Regressão de Potência

. Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0$  ;  $b = 6,6876$  ; e  $r^2 = 0,9992$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0. x^{6,6876}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.746
2009	109	4.811
2010	110	5.114
2015	115	6.884
2020	120	9.151
2025	125	12.023
2030	130	15.629

#### f) Regressão Parabólica

• **Equação básica:**  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}4765 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 451659 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 43041109 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = 4,102 ; \quad b = -631,2636 \quad c = 24865,1616 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = 4,102x^2 - 631,2636.x + 24865,1616$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.807
2009	109	4.794
2010	110	5.061
2015	115	6.519
2020	120	8.183
2025	125	10.051
2030	130	12.125

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

Projeto : PALMAS DE MONTE ALTO	Horizonte : 20 anos
Cliente : CODEVASF	Início : ano 2010
Data : 20/7/2009	Final : ano 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	2247	-				
1991	5312	8,14	# De 1980	para 1991		
2000	6657	2,54	# De 1991	para 2000		
		5,58	# De 1980	para 2000		

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-15371,754	222,624585	-	0,986612
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	29,4236311	1,05672818	-	0,964375
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-85252,829	20000,9899	-	0,991248
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	8,1977E-07	4,97413981	-	0,972208
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	-6,459596	1383,22727	-67069,768	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes					
	Xi	Yi	$\Delta X$	$\Delta Y$	Xri	Yri
Linear	1980	2247,0	1900	0,0	80	2247,0
Exponencial	1980	2247,0	1900	0,0	80	2247,0
Logarítmica	1980	2247,0	1900	0,0	80	2247,0
de Potência	1980	2247,0	1900	0,0	80	2247,0
Parabólica	1980	2247,0	1900	0,0	80	2247,0

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	Xr	X	Yr	Y
Linear	130	2030	13569,4419	13569
Exponencial	130	2030	38363,978	38364
Logarítmica	130	2030	12102,678	12103
de Potência	130	2030	26837,5373	26838
Parabólica	130	2030	3582,60606	3583

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	2247	2247	2247	2247	2247	2247
1991	5312	5312	5312	5312	5312	5312
2000	6891	6657	7329	6855	7277	6657
2005	8004	7546	9657	7831	9276	6952
2009	8894	8343	12042	8579	11172	6956
2010	9117	8554	12725	8761	11691	6924
2015	10230	9697	16768	9651	14585	6573
2020	11343	10993	22095	10502	18023	5899
2025	12456	12461	29114	11318	22081	4902
2030	13569	14126	38364	12103	26838	3583



## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE PALMAS DE MONTE ALTO

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	2.247
1991	5.312
2000	6.657

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• **Equação básica:**  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -15371,7542$  ;     $b = 222,6246$  ;    e     $r^2 = 0,9866$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -15371,7542 + 222,6246. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	8.004
2009	109	8.894
2010	110	9.117
2015	115	10.230
2020	120	11.343
2025	125	12.456
2030	130	13.569

### b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	5,58
1980 - 1991	8,14
1991 - 2000	2,54

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 2,54\%$
2005	7.546
2009	8.343
2010	8.554
2015	9.697
2020	10.993
2025	12.461
2030	14.126

### c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 29,4236$  ;       $b = 1,0567$  ;      e       $r^2 = 0,9644$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 29,4236.1,0567^x$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	9.657
2009	109	12.042
2010	110	12.725
2015	115	16.768
2020	120	22.095
2025	125	29.114
2030	130	38.364

#### d) Regressão Logarítmica

. Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -85252,8294$  ;  $b = 20000,9899$  ; e  $r^2 = 0,9912$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -85252,8294 + 20000,9899 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	7.831
2009	109	8.579
2010	110	8.761
2015	115	9.651
2020	120	10.502
2025	125	11.318
2030	130	12.103

#### e) Regressão de Potência

. Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0$  ;  $b = 4,9741$  ; e  $r^2 = 0,9722$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0. x^{4,9741}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	9.276
2009	109	11.172
2010	110	11.691
2015	115	14.585
2020	120	18.023
2025	125	22.081
2030	130	26.838

#### f) Regressão Parabólica

• **Equação básica:**  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}14216 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 1328852 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 124939472 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = -6,4596 ; \quad b = 1383,2273 \quad c = -67069,7677 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = -6,4596x^2 + 1383,2273.x - 67069,7677$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	6.952
2009	109	6.956
2010	110	6.924
2015	115	6.573
2020	120	5.899
2025	125	4.902
2030	130	3.583

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

Projeto : PINDAÍ	Horizonte : 20 anos
Cliente : CODEVASF	Início : ano 2010
Data : 20/7/2009	Final : ano 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	1047	-				
1991	2211	7,03	# De 1980	para 1991		
2000	2722	2,34	# De 1991	para 2000		
		4,89	# De 1980	para 2000		

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abscissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-5644,9352	84,5564784	-	0,986628
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	23,0878977	1,04970537	-	0,967024
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-32186,813	7596,68184	-	0,991260
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	5,3001E-06	4,37154435	-	0,974546
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	-2,4520202	525,113636	-25269,162	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	$X_i$	$Y_i$	$\Delta X$	$\Delta Y$	$X_{ri}$	$Y_{ri}$	N
Linear	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0	3
Exponencial	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0	3
Logarítmica	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0	3
de Potência	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0	3
Parabólica	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	$X_r$	X	$Y_r$	Y
Linear	130	2030	5347,40698	5347
Exponencial	130	2030	12651,6968	12652
Logarítmica	130	2030	4790,29744	4790
de Potência	130	2030	9235,97033	9236
Parabólica	130	2030	1556,4697	1556

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	1047	1047	1047	1047	1047	1047
1991	2211	2211	2211	2211	2211	2211
2000	2811	2722	2952	2797	2933	2722
2005	3233	3055	3762	3168	3631	2834
2009	3572	3351	4568	3452	4275	2836
2010	3656	3429	4795	3521	4450	2824
2015	4079	3849	6111	3859	5404	2691
2020	4502	4321	7789	4182	6509	2435
2025	4925	4850	9927	4492	7781	2057
2030	5347	5444	12652	4790	9236	1556

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE PINDAÍ

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	1.047
1991	2.211
2000	2.722

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• **Equação básica:**  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -5644,9352$  ;       $b = 84,5565$  ;      e       $r^2 = 0,9866$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -5644,9352 + 84,5565. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.233
2009	109	3.572
2010	110	3.656
2015	115	4.079
2020	120	4.502
2025	125	4.925
2030	130	5.347

## b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	4,89
1980 - 1991	7,03
1991 - 2000	2,34

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 2,34\%$
2005	3.055
2009	3.351
2010	3.429
2015	3.849
2020	4.321
2025	4.850
2030	5.444

## c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 23,0879$  ;       $b = 1,0497$  ;      e       $r^2 = 0,967$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 23,0879.1,0497^{\chi}$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.762
2009	109	4.568
2010	110	4.795
2015	115	6.111
2020	120	7.789
2025	125	9.927
2030	130	12.652

#### d) Regressão Logarítmica

. Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -32186,8131$  ;  $b = 7596,6818$  ; e  $r^2 = 0,9913$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -32186,8131 + 7596,6818 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.168
2009	109	3.452
2010	110	3.521
2015	115	3.859
2020	120	4.182
2025	125	4.492
2030	130	4.790

#### e) Regressão de Potência

. Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0$  ;  $b = 4,3715$  ; e  $r^2 = 0,9745$  (Coef. Correlação)



A equação resultante será:

$$y = 0. x^{4,3715}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.631
2009	109	4.275
2010	110	4.450
2015	115	5.404
2020	120	6.509
2025	125	7.781
2030	130	9.236

#### f) Regressão Parabólica

• **Equação básica:**  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}5980 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 557161 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 52230091 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = -2,452 ; \quad b = 525,1136 \quad c = -25269,1616 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = -2,452x^2 + 525,1136.x - 25269,1616$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	2.834
2009	109	2.836
2010	110	2.824
2015	115	2.691
2020	120	2.435
2025	125	2.057
2030	130	1.556

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

<b>Projeto :</b>	BREJINHO DAS AMETISTAS - CAETITÉ	<b>Horizonte :</b>	20	<b>anos</b>
<b>Cliente :</b>	CODEVASF	<b>Início : ano</b>	2010	
<b>Data :</b>	20/7/2009	<b>Final : ano</b>	2030	

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	914	-				
1991	858	-0,57	# De 1980	para	1991	
2000	696	-2,30	# De 1991	para	2000	
		-1,35	# De 1980	para	2000	

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	1788,1229	-10,687708	-	-0,945602
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	2726,11434	0,98675232	-	-0,936690
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	5074,1664	-944,91376	-	-0,934917
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	1,6373E+05	-1,1779557	-	-0,925230
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	-0,6454545	105,281818	-3377,636	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	$X_i$	$Y_i$	$\Delta X$	$\Delta Y$	$X_{ri}$	$Y_{ri}$	N
Linear	1980	914,0	1900	0,0	80	914,0	3
Exponencial	1980	914,0	1900	0,0	80	914,0	3
Logarítmica	1980	914,0	1900	0,0	80	914,0	3
de Potência	1980	914,0	1900	0,0	80	914,0	3
Parabólica	1980	914,0	1900	0,0	80	914,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	$X_r$	X	$Y_r$	Y
Linear	130	2030	398,72093	399
Exponencial	130	2030	481,509062	482
Logarítmica	130	2030	474,766105	475
de Potência	130	2030	529,654878	530
Parabólica	130	2030	-599,18182	-599

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	914	914	914	914	914	914
1991	858	858	858	858	858	858
2000	719	696	718	723	721	696
2005	666	620	672	677	681	561
2009	623	565	637	641	652	429
2010	612	552	629	633	645	393
2015	559	491	588	591	612	194
2020	506	437	550	550	582	-38
2025	452	389	515	512	555	-303
2030	399	346	482	475	530	-599

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE BREJINHO DAS AMETISTAS - CAETITÉ

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	914
1991	858
2000	696

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• **Equação básica:**  $y = a + b \cdot \chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = 1788,1229$  ;       $b = -10,6877$  ;      e       $r^2 = -0,9456$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = 1788,1229 + -10,6877 \cdot \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	666
2009	109	623
2010	110	612
2015	115	559
2020	120	506
2025	125	452
2030	130	399

## b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	-1,35
1980 - 1991	-0,57
1991 - 2000	-2,30

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = -2,3\%$
2005	620
2009	565
2010	552
2015	491
2020	437
2025	389
2030	346

## c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 2726,1143$  ;  $b = 0,9868$  ;  $e$   $r^2 = -0,9367$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 2726,1143.0,9868^{\chi}$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	672
2009	109	637
2010	110	629
2015	115	588
2020	120	550
2025	125	515
2030	130	482

#### d) Regressão Logarítmica

Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtém-se os seguintes parâmetros :

$a = 5074,1664$  ;  $b = -944,9138$  ; e  $r^2 = -0,9349$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = 5074,1664 - 944,9138 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	677
2009	109	641
2010	110	633
2015	115	591
2020	120	550
2025	125	512
2030	130	475

#### e) Regressão de Potência

Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 163728,6242$  ;  $b = -1,178$  ; e  $r^2 = -0,9252$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 163728,6242 \cdot x^{-1,1780}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	681
2009	109	652
2010	110	645
2015	115	612
2020	120	582
2025	125	555
2030	130	530

#### f) Regressão Parabólica

Equação básica:  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N \cdot c + \Sigma \chi \cdot b + \Sigma \chi^2 \cdot a \\ \Sigma \chi \cdot y &= \Sigma \chi \cdot c + \Sigma \chi^2 \cdot b + \Sigma \chi^3 \cdot a \\ \Sigma \chi^2 \cdot y &= \Sigma \chi^2 \cdot c + \Sigma \chi^3 \cdot b + \Sigma \chi^4 \cdot a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}2468 &= 3 \cdot c + 271 \cdot b + 24681 \cdot a \\ 220798 &= 271 \cdot c + 24681 \cdot b + 2265571 \cdot a \\ 19914698 &= 24681 \cdot c + 2265571 \cdot b + 209534961 \cdot a\end{aligned}$$

$$a = -0,6455 ; \quad b = 105,2818 \quad c = -3377,6364 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = -0,6455x^2 + 105,2818 \cdot x - 3377,6364$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	561
2009	109	429
2010	110	393
2015	115	194
2020	120	-38
2025	125	-303
2030	130	-599

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

**Projeto :** CERAÍMA - GUANAMBI      **Horizonte :** 20 anos  
**Cliente :** CODEVASF      **Início : ano** 2010  
**Data :** 20/7/2009      **Final : ano** 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	1	-				
1991	857	84,77	# De 1980	para	1991	
2000	950	1,15	# De 1991	para	2000	
		40,89	# De 1980	para	2000	

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-3783,9020	48,5598007	-	0,929802
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	1,3556E-12	1,42294882	-	0,899218
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-19168,13	4394,14293	-	0,940903
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	2,6589E-61	32,008258	-	0,912516
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	-3,3742424	654,813636	-30788,939	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	Xi	Yi	$\Delta X$	$\Delta Y$	Xri	Yri	N
Linear	1980	1,0	1900	0,0	80	1,0	3
Exponencial	1980	1,0	1900	0,0	80	1,0	3
Logarítmica	1980	1,0	1900	0,0	80	1,0	3
de Potência	1980	1,0	1900	0,0	80	1,0	3
Parabólica	1980	1,0	1900	0,0	80	1,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	Xr	X	Yr	Y
Linear	130	2030	2528,87209	2529
Exponencial	130	2030	111363505	111363505
Logarítmica	130	2030	2220,5125	2221
de Potência	130	2030	12255785,4	12255785
Parabólica	130	2030	-2687,8636	-2688

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	1	1	1	1	1	1
1991	857	857	857	857	857	857
2000	1072	950	2825	1068	2762	950
2005	1315	1006	16482	1282	13166	765
2009	1509	1053	67572	1446	43568	496
2010	1558	1065	96152	1486	58361	412
2015	1800	1128	560924	1682	242128	-110
2020	2043	1194	3272277	1869	945511	-800
2025	2286	1265	19089585	2048	3492478	-1660
2030	2529	1339	111363505	2221	12255785	-2688



**PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE CERAÍMA - GUANAMBI**

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	1
1991	857
2000	950

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi$  = Ano - 1900 ).

**a) Regressão Linear**

• **Equação básica:**  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -3783,902$  ;       $b = 48,5598$  ;       $c$        $r^2 = 0,9298$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -3783,902 + 48,5598. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.



Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	1.315
2009	109	1.509
2010	110	1.558
2015	115	1.800
2020	120	2.043
2025	125	2.286
2030	130	2.529

## b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_0 \cdot r^{(t - t_0)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>0</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>0</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	40,89
1980 - 1991	84,77
1991 - 2000	1,15

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 1,15\%$
2005	1.006
2009	1.053
2010	1.065
2015	1.128
2020	1.194
2025	1.265
2030	1.339

## c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $x$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 0$  ;                       $b = 1,4229$  ;    e                       $r^2 = 0,8992$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 0.1,4229^{\chi}$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	16.482
2009	109	67.572
2010	110	96.152
2015	115	560.924
2020	120	3.272.277
2025	125	19.089.585
2030	130	111.363.505

#### d) Regressão Logarítmica

. Equação básica:  $y = a + b \cdot \text{Ln}\chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -19168,1296$  ;  $b = 4394,1429$  ; e  $r^2 = 0,9409$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -19168,1296 + 4394,1429 \text{ Ln } \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	1.282
2009	109	1.446
2010	110	1.486
2015	115	1.682
2020	120	1.869
2025	125	2.048
2030	130	2.221

#### e) Regressão de Potência

. Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0$  ;  $b = 32,0083$  ; e  $r^2 = 0,9125$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0. x^{32,0083}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	13.166
2009	109	43.568
2010	110	58.361
2015	115	242.128
2020	120	945.511
2025	125	3.492.478
2030	130	12.255.785

#### f) Regressão Parabólica

• Equação básica:  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}1808 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 173067 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 16603217 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = -3,3742 ; \quad b = 654,8136 \quad c = -30788,9394 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = -3,3742x^2 + 654,8136.x - 30788,9394$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	765
2009	109	496
2010	110	412
2015	115	-110
2020	120	-800
2025	125	-1.660
2030	130	-2.688

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

**Projeto :** GUIRIPÁ - PINDAÍ **Horizonte :** 20 anos  
**Cliente :** CODEVASF **Início : ano** 2010  
**Data :** 20/7/2009 **Final : ano** 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	710	-				
1991	837	1,51	# De 1980	para	1991	
2000	909	0,92	# De 1991	para	2000	
		1,24	# De 1980	para	2000	

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-85,4169	10,0083056	-	0,994948
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	264,514693	1,01252705	-	0,991336
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-3218,8452	897,354051	-	0,997610
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	5,3403E+00	1,11731501	-	0,994973
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	-0,1772727	41,8590909	-1504,182	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	$X_i$	$Y_i$	$\Delta X$	$\Delta Y$	$X_{ri}$	$Y_{ri}$	N
Linear	1980	710,0	1900	0,0	80	710,0	3
Exponencial	1980	710,0	1900	0,0	80	710,0	3
Logarítmica	1980	710,0	1900	0,0	80	710,0	3
de Potência	1980	710,0	1900	0,0	80	710,0	3
Parabólica	1980	710,0	1900	0,0	80	710,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	$X_r$	X	$Y_r$	Y
Linear	130	2030	1215,66279	1216
Exponencial	130	2030	1334,48116	1334
Logarítmica	130	2030	1149,05658	1149
de Potência	130	2030	1228,87415	1229
Parabólica	130	2030	941,590909	942

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	710	710	710	710	710	710
1991	837	837	837	837	837	837
2000	915	909	919	914	917	909
2005	965	952	978	957	968	937
2009	1005	987	1027	991	1009	952
2010	1015	996	1040	999	1020	955
2015	1066	1043	1107	1039	1072	965
2020	1116	1092	1178	1077	1124	966
2025	1166	1143	1254	1114	1176	958
2030	1216	1197	1334	1149	1229	942

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE GUIRIPÁ - PINDAÍ

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	710
1991	837
2000	909

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• Equação básica:  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -85,4169$  ;       $b = 10,0083$  ;      e       $r^2 = 0,9949$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -85,4169 + 10,0083. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	965
2009	109	1.005
2010	110	1.015
2015	115	1.066
2020	120	1.116
2025	125	1.166
2030	130	1.216

## b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	1,24
1980 - 1991	1,51
1991 - 2000	0,92

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 0,92\%$
2005	952
2009	987
2010	996
2015	1.043
2020	1.092
2025	1.143
2030	1.197

## c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 264,5147$  ;       $b = 1,0125$  ;       $r^2 = 0,9913$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 264,5147.1,0125^{\chi}$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	978
2009	109	1.027
2010	110	1.040
2015	115	1.107
2020	120	1.178
2025	125	1.254
2030	130	1.334

#### d) Regressão Logarítmica

. Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -3218,8452$  ;  $b = 897,3541$  ; e  $r^2 = 0,9976$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -3218,8452 + 897,3541 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	957
2009	109	991
2010	110	999
2015	115	1.039
2020	120	1.077
2025	125	1.114
2030	130	1.149

#### e) Regressão de Potência

. Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 5,3403$  ;  $b = 1,1173$  ; e  $r^2 = 0,995$  (Coef. Correlação)



A equação resultante será:

$$y = 5,3403. x^{1,1173}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	968
2009	109	1.009
2010	110	1.020
2015	115	1.072
2020	120	1.124
2025	125	1.176
2030	130	1.229

#### f) Regressão Parabólica

• Equação básica:  $y = ax^2 + bx + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}2456 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 223867 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 20565197 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = -0,1773 ; \quad b = 41,8591 \quad c = -1504,1818 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = -0,1773x^2 + 41,8591.x - 1504,1818$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	937
2009	109	952
2010	110	955
2015	115	965
2020	120	966
2025	125	958
2030	130	942



## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

Projeto :	IBITIRA - RIO DO ANTÔNIO	Horizonte :	20	anos
Cliente :	CODEVASF	Início : ano	2010	
Data :	20/7/2009	Final : ano	2030	

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	1371	-				
1991	2222	4,49	# De	1980	para	1991
2000	3032	3,51	# De	1991	para	2000
		4,05	# De	1980	para	2000

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abscissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-5275,0781	82,8421927	-	0,999057
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	57,4035999	1,04064224	-	0,997767
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-31060,425	7394,12206	-	0,997201
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	2,2366E-04	3,56811762	-	0,999373
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	0,63181818	-30,677273	-218,455	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes					
	Xi	Yi	$\Delta X$	$\Delta Y$	Xri	Yri
Linear	1980	1371,0	1900	0,0	80	1371,0
Exponencial	1980	1371,0	1900	0,0	80	1371,0
Logarítmica	1980	1371,0	1900	0,0	80	1371,0
de Potência	1980	1371,0	1900	0,0	80	1371,0
Parabólica	1980	1371,0	1900	0,0	80	1371,0

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	Xr	X	Yr	Y
Linear	130	2030	5494,40698	5494
Exponencial	130	2030	10188,9119	10189
Logarítmica	130	2030	4930,71851	4931
de Potência	130	2030	7805,07959	7805
Parabólica	130	2030	6471,22727	6471

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	1371	1371	1371	1371	1371	1371
1991	2222	2222	2222	2222	2222	2222
2000	3009	3032	3084	2991	3061	3032
2005	3423	3603	3763	3352	3643	3526
2009	3755	4137	4414	3628	4163	3944
2010	3838	4283	4593	3696	4300	4052
2015	4252	5090	5605	4024	5040	4609
2020	4666	6049	6841	4339	5866	5198
2025	5080	7189	8349	4641	6786	5819
2030	5494	8544	10189	4931	7805	6471

**PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE IBITIRA - RIO DO ANTÔNIO**

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	1.371
1991	2.222
2000	3.032

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

**a) Regressão Linear**

. **Equação básica:**  $y = a + b \cdot \chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -5275,0781$  ;       $b = 82,8422$  ;       $e$        $r^2 = 0,9991$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -5275,0781 + 82,8422 \cdot \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.423
2009	109	3.755
2010	110	3.838
2015	115	4.252
2020	120	4.666
2025	125	5.080
2030	130	5.494

### b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	4,05
1980 - 1991	4,49
1991 - 2000	3,51

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 3,51\%$
2005	3.603
2009	4.137
2010	4.283
2015	5.090
2020	6.049
2025	7.189
2030	8.544

### c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 57,4036$  ;       $b = 1,0406$  ;       $r^2 = 0,9978$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 57,4036.1,0406^x$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.763
2009	109	4.414
2010	110	4.593
2015	115	5.605
2020	120	6.841
2025	125	8.349
2030	130	10.189

#### d) Regressão Logarítmica

• **Equação básica:**  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -31060,4254$  ;  $b = 7394,1221$  ; e  $r^2 = 0,9972$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -31060,4254 + 7394,1221 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.352
2009	109	3.628
2010	110	3.696
2015	115	4.024
2020	120	4.339
2025	125	4.641
2030	130	4.931

#### e) Regressão de Potência

• **Equação básica:**  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e y a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0,0002$  ;  $b = 3,5681$  ; e  $r^2 = 0,9994$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0,0002 \cdot x^{3,5681}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.643
2009	109	4.163
2010	110	4.300
2015	115	5.040
2020	120	5.866
2025	125	6.786
2030	130	7.805

#### f) Regressão Parabólica

• **Equação básica:**  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N \cdot c + \Sigma \chi \cdot b + \Sigma \chi^2 \cdot a \\ \Sigma \chi \cdot y &= \Sigma \chi \cdot c + \Sigma \chi^2 \cdot b + \Sigma \chi^3 \cdot a \\ \Sigma \chi^2 \cdot y &= \Sigma \chi^2 \cdot c + \Sigma \chi^3 \cdot b + \Sigma \chi^4 \cdot a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}6625 &= 3 \cdot c + 271 \cdot b + 24681 \cdot a \\ 615082 &= 271 \cdot c + 24681 \cdot b + 2265571 \cdot a \\ 57494782 &= 24681 \cdot c + 2265571 \cdot b + 209534961 \cdot a\end{aligned}$$

$$a = 0,6318 ; \quad b = -30,6773 \quad c = -218,4545 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = 0,6318x^2 - 30,6773 \cdot x - 218,4545$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	3.526
2009	109	3.944
2010	110	4.052
2015	115	4.609
2020	120	5.198
2025	125	5.819
2030	130	6.471

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

**Projeto :** MANIAÇU - CAETITÉ      **Horizonte :** 20 anos  
**Cliente :** CODEVASF      **Início : ano** 2010  
**Data :** 20/7/2009      **Final : ano** 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	303	-				
1991	385	2,20	# De 1980	para 1991		
2000	729	7,35	# De 1991	para 2000		
		4,49	# De 1980	para 2000		

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-1406,0598	20,7940199	-	0,921501
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	8,96998631	1,04403034	-	0,951036
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-7779,0477	1833,90427	-	0,908848
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	1,5659E-05	3,81181837	-	0,940859
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	1,53838384	-255,60909	10906,071	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	$X_i$	$Y_i$	$\Delta X$	$\Delta Y$	$X_{ri}$	$Y_{ri}$	N
Linear	1980	303,0	1900	0,0	80	303,0	3
Exponencial	1980	303,0	1900	0,0	80	303,0	3
Logarítmica	1980	303,0	1900	0,0	80	303,0	3
de Potência	1980	303,0	1900	0,0	80	303,0	3
Parabólica	1980	303,0	1900	0,0	80	303,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	$X_r$	X	$Y_r$	Y
Linear	130	2030	1297,16279	1297
Exponencial	130	2030	2429,39086	2429
Logarítmica	130	2030	1147,5445	1148
de Potência	130	2030	1789,44507	1789
Parabólica	130	2030	3675,57576	3676

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	303	303	303	303	303	303
1991	385	385	385	385	385	385
2000	673	729	667	666	658	729
2005	777	1039	827	756	793	1028
2009	860	1380	983	824	914	1322
2010	881	1482	1026	841	947	1404
2015	985	2113	1273	923	1121	1856
2020	1089	3012	1579	1001	1319	2386
2025	1193	4295	1959	1076	1541	2992
2030	1297	6123	2429	1148	1789	3676



## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE MANIAÇU - CAETITÉ

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	303
1991	385
2000	729

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• **Equação básica:**  $y = a + b \cdot \chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -1406,0598$  ;       $b = 20,794$  ;      e       $r^2 = 0,9215$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -1406,0598 + 20,794 \cdot \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	777
2009	109	860
2010	110	881
2015	115	985
2020	120	1.089
2025	125	1.193
2030	130	1.297

### b) Curva de Progressão Geométrica

. Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	4,49
1980 - 1991	2,20
1991 - 2000	7,35

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 7,35\%$
2005	1.039
2009	1.380
2010	1.482
2015	2.113
2020	3.012
2025	4.295
2030	6.123

### c) Regressão Exponencial

. Equação básica:  $y = a \cdot b^{\chi}$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e **y** a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 8,97$  ;       $b = 1,044$  ;      e       $r^2 = 0,951$  (Coef. Correlação)



Resultando na seguinte equação:

$$y = 8,97.1,044^{\chi}$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	827
2009	109	983
2010	110	1.026
2015	115	1.273
2020	120	1.579
2025	125	1.959
2030	130	2.429

#### d) Regressão Logarítmica

• **Equação básica:**  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtém-se os seguintes parâmetros :

$a = -7779,0477$  ;  $b = 1833,9043$  ; e  $r^2 = 0,9088$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -7779,0477 + 1833,9043 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	756
2009	109	824
2010	110	841
2015	115	923
2020	120	1.001
2025	125	1.076
2030	130	1.148

#### e) Regressão de Potência

• **Equação básica:**  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0$  ;  $b = 3,8118$  ; e  $r^2 = 0,9409$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0. x^{3,8118}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	793
2009	109	914
2010	110	947
2015	115	1.121
2020	120	1.319
2025	125	1.541
2030	130	1.789

#### f) Regressão Parabólica

• Equação básica:  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}1417 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 132175 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 12417385 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = 1,5384 ; \quad b = -255,6091 \quad c = 10906,0707 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = 1,5384x^2 - 255,6091.x + 10906,0707$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	1.028
2009	109	1.322
2010	110	1.404
2015	115	1.856
2020	120	2.386
2025	125	2.992
2030	130	3.676

## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

**Projeto :** MUTÃS - GUANAMBI      **Horizonte :** 20      **anos**  
**Cliente :** CODEVASF      **Início : ano** 2010  
**Data :** 20/7/2009      **Final : ano** 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)				
1980	1047	-				
1991	1623	4,07	# De	1980	para	1991
2000	2269	3,79	# De	1991	para	2000
		3,94	# De	1980	para	2000

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abcissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	-3844,1927	60,7807309	-	0,995887
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	47,4878586	1,03947275	-	0,999814
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-22726,211	5416,90076	-	0,992550
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	2,6917E-04	3,46222343	-	0,999926
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	0,97070707	-113,62727	3924,657	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes					
	Xi	Yi	$\Delta X$	$\Delta Y$	Xri	Yri
Linear	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0
Exponencial	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0
Logarítmica	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0
de Potência	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0
Parabólica	1980	1047,0	1900	0,0	80	1047,0

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	Xr	X	Yr	Y
Linear	130	2030	4057,30233	4057
Exponencial	130	2030	7282,6002	7283
Logarítmica	130	2030	3640,74054	3641
de Potência	130	2030	5610,1512	5610
Parabólica	130	2030	5558,06061	5558

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	1047	1047	1047	1047	1047	1047
1991	1623	1623	1623	1623	1623	1623
2000	2234	2269	2280	2220	2262	2269
2005	2538	2733	2767	2484	2678	2696
2009	2781	3172	3230	2686	3048	3072
2010	2842	3292	3358	2736	3146	3171
2015	3146	3966	4075	2977	3670	3695
2020	3449	4778	4945	3207	4252	4268
2025	3753	5755	6001	3428	4898	4889
2030	4057	6932	7283	3641	5610	5558

## PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE MUTÃS - GUANAMBI

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	1.047
1991	1.623
2000	2.269

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

### a) Regressão Linear

• Equação básica:  $y = a + b.\chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = -3844,1927$  ;       $b = 60,7807$  ;      e       $r^2 = 0,9959$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = -3844,1927 + 60,7807. \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	2.538
2009	109	2.781
2010	110	2.842
2015	115	3.146
2020	120	3.449
2025	125	3.753
2030	130	4.057

## b) Curva de Progressão Geométrica

• Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	3,94
1980 - 1991	4,07
1991 - 2000	3,79

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 3,79\%$
2005	2.733
2009	3.172
2010	3.292
2015	3.966
2020	4.778
2025	5.755
2030	6.932

## c) Regressão Exponencial

• Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 47,4879$  ;  $b = 1,0395$  ; e  $r^2 = 0,9998$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 47,4879.1,0395^{\chi}$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	2.767
2009	109	3.230
2010	110	3.358
2015	115	4.075
2020	120	4.945
2025	125	6.001
2030	130	7.283

#### d) Regressão Logarítmica

• Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtem-se os seguintes parâmetros :

$a = -22726,2105$  ;  $b = 5416,9008$  ; e  $r^2 = 0,9925$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -22726,2105 + 5416,9008 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	2.484
2009	109	2.686
2010	110	2.736
2015	115	2.977
2020	120	3.207
2025	125	3.428
2030	130	3.641

#### e) Regressão de Potência

• Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 0,0003$  ;  $b = 3,4622$  ; e  $r^2 = 0,9999$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 0,0003. x^{3,4622}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	2.678
2009	109	3.048
2010	110	3.146
2015	115	3.670
2020	120	4.252
2025	125	4.898
2030	130	5.610

#### f) Regressão Parabólica

• **Equação básica:**  $y = a\chi^2 + b\chi + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}4939 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 458353 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 42830863 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = 0,9707 ; \quad b = -113,6273 \quad c = 3924,6566 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = 0,9707x^2 - 113,6273.x + 3924,6566$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	2.696
2009	109	3.072
2010	110	3.171
2015	115	3.695
2020	120	4.268
2025	125	4.889
2030	130	5.558



## ESTUDO DE PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

Projeto : PAJEÚ DO VENTO - CAETITÉ	Horizonte : 20 anos
Cliente : CODEVASF	Início : ano 2010
Data : 20/7/2009	Final : ano 2030

### 1 - Dados Censitários Disponíveis :

Ano	População Urbana	Taxa geométrica de crescimento anual a.a. (%)			
1980	621	-			
1991	651	0,43	# De 1980	para 1991	
2000	741	1,45	# De 1991	para 2000	
		0,89	# De 1980	para 2000	

Fonte : IBGE

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, conforme relacionados a seguir.

Nas equações apresentadas, a, b e c são constantes (coeficientes calculados), X é a abscissa (Ano) e Y é a ordenada (População no Ano X, em habitantes).

### 2 - Métodos de Estimativa Populacional :

Método de Estimativa		Constantes			Correlação r
Tipo de Regressão	Equação Básica	a	b	c	
Linear	$Y = a + b \cdot X$	139,8040	5,88039867	-	0,943185
Exponencial	$Y = a \cdot b^X$	305,818602	1,00870507	-	0,949095
Logarítmica	$Y = a + b \cdot \ln(X)$	-1667,5715	519,757397	-	0,932284
de Potência	$Y = a \cdot X^b$	2,1259E+01	0,76659163	-	0,938734
Parabólica	$Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$	0,36363636	-59,454545	3050,091	1,000000

### 3 - Parâmetros utilizados para cálculo das Constantes :

Tipo de Regressão	Parâmetros adotados para cálculo das Constantes						
	$X_i$	$Y_i$	$\Delta X$	$\Delta Y$	$X_{ri}$	$Y_{ri}$	N
Linear	1980	621,0	1900	0,0	80	621,0	3
Exponencial	1980	621,0	1900	0,0	80	621,0	3
Logarítmica	1980	621,0	1900	0,0	80	621,0	3
de Potência	1980	621,0	1900	0,0	80	621,0	3
Parabólica	1980	621,0	1900	0,0	80	621,0	3

Tabela para determinação de alguns valores de População :

Tipo da Regressão	$X_r$	X	$Y_r$	Y
Linear	130	2030	904,255814	904
Exponencial	130	2030	943,648667	944
Logarítmica	130	2030	862,365495	862
de Potência	130	2030	887,308405	887
Parabólica	130	2030	1466,45455	1466

Elementos para traçado de Gráficos das Curvas de Crescimento

Ano	Linear	G:1991-2000	Exponencial	Logarítmica	de Potência	Parabólica
1980	621	621	621	621	621	621
1991	651	651	651	651	651	651
2000	728	741	728	726	726	741
2005	757	796	760	751	753	816
2009	781	843	787	771	775	890
2010	787	856	793	776	781	910
2015	816	919	829	799	808	1022
2020	845	988	865	821	834	1152
2025	875	1062	904	842	861	1300
2030	904	1141	944	862	887	1466



**PROJEÇÃO POPULACIONAL DA SEDE MUNICIPAL DE PAJEÚ DO VENTO - CAETITÉ**

A previsão da população foi elaborada para um período de alcance de 20 anos, considerando-se como início de plano o ano 2010 e fim de plano o ano 2030.

O critério geral consistiu no emprego de diversos métodos clássicos de estimativa populacional, através de curvas de crescimento, tomando-se por base os dados censitários fornecidos pelo IBGE, quais sejam:

Ano	População Urbana (hab)
1980	621
1991	651
2000	741

Os métodos empregados foram os seguintes:

- Regressão Linear;
- Curva de Progressão Geométrica;
- Regressão Exponencial;
- Regressão Logarítmica;
- Regressão de Potência; e
- Regressão Parabólica.

Nota : Para todos os métodos, exceto Progressão Geométrica, a base adotada foi defasada para o ano 1900 (  $\chi = \text{Ano} - 1900$  ).

**a) Regressão Linear**

. **Equação básica:**  $y = a + b \cdot \chi$  ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

A partir dos dados censitários fornecidos pelo IBGE, foram obtidos os seguintes resultados :

$a = 139,804$  ;       $b = 5,8804$  ;      e       $r^2 = 0,9432$  (Coef. Correlação)

Substituindo-se os valores de **a** e **b** na equação básica, tem-se:

$$y = 139,804 + 5,8804 \cdot \chi$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional, considerando-se apenas os anos de interesse do Projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	757
2009	109	781
2010	110	787
2015	115	816
2020	120	845
2025	125	875
2030	130	904

## b) Curva de Progressão Geométrica

. Equação básica:  $P = P_o \cdot r^{(t - t_o)}$ , sendo:

**P** - população final

**P<sub>o</sub>** - população inicial

**t** - ano final

**t<sub>o</sub>** - ano inicial

**r** - taxa de crescimento geométrica

Considerando-se os três censos fornecidos pelo IBGE, resultam as seguintes taxas :

Período	Taxa %
1980 - 2000	0,89
1980 - 1991	0,43
1991 - 2000	1,45

No quadro a seguir é apresentada a projeção populacional, considerando-se apenas a taxa do último período censitário, por ser a mais representativa.

Ano	Período 1991 - 2000
	$t = 1,45\%$
2005	796
2009	843
2010	856
2015	919
2020	988
2025	1.062
2030	1.141

## c) Regressão Exponencial

. Equação básica:  $y = a \cdot b^x$ ,

onde  $x$  representa o ano e  $y$  a população.

Utilizando-se os dados do IBGE, foram obtidos os seguintes valores para os coeficientes **a** e **b**:

$a = 305,8186$  ;       $b = 1,0087$  ;      e       $r^2 = 0,9491$  (Coef. Correlação)

Resultando na seguinte equação:

$$y = 305,8186.1,0087^x$$

A evolução populacional resultante será:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	760
2009	109	787
2010	110	793
2015	115	829
2020	120	865
2025	125	904
2030	130	944

#### d) Regressão Logarítmica

• Equação básica:  $y = a + b. \ln \chi$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, obtém-se os seguintes parâmetros :

$a = -1667,5715$  ;  $b = 519,7574$  ;  $e$   $r^2 = 0,9323$  (Coef. Correlação)

Daí, a equação resultante será:

$$y = -1667,5715 + 519,7574 \ln \chi$$

A evolução populacional é apresentada a seguir:

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	751
2009	109	771
2010	110	776
2015	115	799
2020	120	821
2025	125	842
2030	130	862

#### e) Regressão de Potência

• Equação básica:  $y = a \cdot \chi^b$ ,

onde  $\chi$  representa o ano e  $y$  a população.

Considerando-se os dados do IBGE, tem-se:

$a = 21,259$  ;  $b = 0,7666$  ;  $e$   $r^2 = 0,9387$  (Coef. Correlação)

A equação resultante será:

$$y = 21,259. x^{0,7666}$$

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional nos anos de interesse do projeto.

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	753
2009	109	775
2010	110	781
2015	115	808
2020	120	834
2025	125	861
2030	130	887

#### f) Regressão Parabólica

• Equação básica:  $y = ax^2 + bx + c$

Os valores a, b e c são determinados a partir do sistema de equações.

$$\begin{aligned}\Sigma y &= N.c + \Sigma \chi.b + \Sigma \chi^2.a \\ \Sigma \chi.y &= \Sigma \chi.c + \Sigma \chi^2.b + \Sigma \chi^3.a \\ \Sigma \chi^2.y &= \Sigma \chi^2.c + \Sigma \chi^3.b + \Sigma \chi^4.a\end{aligned}$$

Aplicando-se os dados censitários no sistema de equações, tem-se :

$$\begin{aligned}2013 &= 3.c + 271.b + 24681.a \\ 183021 &= 271.c + 24681.b + 2265571.a \\ 16775331 &= 24681.c + 2265571.b + 209534961.a\end{aligned}$$

$$a = 0,3636 ; \quad b = -59,4545 \quad c = 3050,0909 \quad e \quad r^2 = 1,0000$$

Resultando a seguinte equação :

$$y = 0,3636x^2 - 59,4545.x + 3050,0909$$

Resolvendo esta equação para os anos de interesse do projeto, tem-se :

Ano	$\chi$	População (hab)
2005	105	816
2009	109	890
2010	110	910
2015	115	1.022
2020	120	1.152
2025	125	1.300
2030	130	1.466