Biomatemática ***31*** *(2021), 43–64* ***ISSN 1679-365X***
Uma Publicação do Grupo de Biomatemática IMECC – UNICAMP

Modelagem matemática da população teresinense e a síndrome da imunodeficiência adquirida

Reneé R. Lima[1],
DFP – IFPI, 64.000-040, Teresina/PI.

Jefferson C. S. Leite[2],
Dept.Matemática, CCN – UFPI, 64.059-550, Teresina/PI.

Resumo. Este trabalho tem como objetivo desenvolver a modelagem matemática no estudo do crescimento da população e dos números de casos de diagnóstico da síndrome da imunodeficiência adquirida do município de Teresina-PI. Para tanto, definiu-se modelagem matemática e suas etapas juntamente com alguns modelos. Em seguida, para o desenvolvimento da modelagem, fez-se o levantamento dos dados do problema em estudo e desenvolveu-se uma modelagem contínua, pois esta ajusta-se melhor aos dados do problema. Contudo, fez-se a relação dos modelos do crescimento da população e do número de casos do vírus da síndrome da imunodeficiência adquirida no município de Teresina e conclui-se que 4% da população estarão infectadas em 2050.

Palavras-chave*: Modelo exponencial assintótico; modelo logístico contínuo.*

1. Introdução

Fazer com que os alunos gostem de matemática é o desafio. Com isso, acredita-se que com problemas essencialmente não-matemático, preferencialmente vindo do nosso cotidiano, consegue-se vencer esse desafio.

A modelagem matemática tem como essência resolver por meio da matemática problemas que aparentemente não necessitem dela. Para Biembengut e Hein (2013), a modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo. Este, sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico,

[1]renee@ifpi.edu.br
[2]jleite@ufpi.edu.br

visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas.

A definição das etapas da modelagem matemática de acordo com Bassanezi (2011) são:

- **Experimentação**: Quando se tem um tema de estudo, a obtenção de dados experimentais ou empíricos é fundamental para a compreensão do problema e ajudam na estruturação, formulação e modificações eventuais dos modelos. Além disso, os dados experimentais decidem a validação dos modelos.

- **Abstração**: É o processo de seleção das variáveis essenciais responsáveis pela evolução do fenômeno estudado. Nesta fase são formuladas as hipóteses e "leis"que deverão ser testadas na validação do modelo.

- **Formulação do modelo**: O modelo matemático é montado quando se substitui a linguagem usual por uma linguagem matemática. A construção do modelo segue de perto o uso de um dicionário que traduz as palavras chaves em alguma estrutura matemática.

- **Resolução**: A resolução de um modelo depende da sua complexidade, podendo ser uma resolução analítica ou numérica.

- **Validação**: Validar um modelo matemático significa comparar a solução obtida com dados reais.

- **Modificação**: Se na validação do modelo o grau de aproximação desejado não é atingido devemos inserir novas variáveis no modelo ou modificara lei de formação, e assim o modelo original deve ser modificado iniciando novamente o processo.

- **Aplicação**: A modelagem eficiente permite fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender; enfim, participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças.

Sobre modelo matemático, Bassanezi (2012) define que é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado. O modelo pode ser considerado como uma síntese da reflexão sobre alguma parte da realidade. Seu objetivo é explicar ou entender a situação estudada para, eventualmente poder agir sobre ela e, mesmo as situações mais simples fornecem motivações para uma iniciação científica.

Nesse trabalho, tem-se como objetivo desenvolver a modelagem matemática no estudo do crescimento da população e dos números de casos de diagnóstico da síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS) do município de Teresina - PI. Para tanto, usaremos o modelo exponencial assintótico e o logístico contínuo para modelarmos os dados da população teresinense e o número de casos da AIDS.

Conforme Bassanezi (2015), no modelo exponencial assintótico sabe-se que toda população é limitada. Com isso, diz-se que a curva tem como solução um comportamento assintótico, conforme equação (1.1), que é dado pelo modelo exponencial assintótico.

$$y = y^* - a.b^{b.x}(y^* > 0 \text{ e } b < 0) \tag{1.1}$$

Nesse modelo, um dos passos mais importantes é o valor assintótico, denominado também de valor de equilíbrio ou de estabilidade, da variável independente. Para efetuar o ajuste assintótico é necessário conhecer *a priori* o valor de equilíbrio que é o valor limite da tendência de y quando x cresce, ou seja,

$$\lim_{x\to+\infty} y = \lim_{x\to+\infty} y^* - a.b^{b.x} = y^*$$

Para determinar o valor assintótico usaremos o método de Ford–Walford, conforme Bassanezi (2015). Ele consiste em determinar inicialmente uma função g que se ajuste aos pares (y_n, y_{n+1}), ou seja:

$$y_{n+1} = g(y_n)$$

e, em seguida, encontrar seu ponto de estabilidade

$$\lim_{x\to+\infty} g(y_n) = \lim_{x\to+\infty} y_{n+1} = \lim_{x\to+\infty} y_n = \lim_{x\to+\infty} y^*$$

A partir disto, faz-se o ajuste linear da função $g(y) = ay + b$. Como $g(y) \to y^*$ e $y \to y^*$, tem se que:

$$y^* = a.y^* + b$$

$$y^*.(1-a) = b$$

$$y^* = b/(1-a)$$

Contudo, pode-se determinar o valor de assintótico (y^*) e, com isso, determinar o modelo exponencial assintótico.

Já o modelo logístico contínuo (Verhurst) supõe que uma população, vivendo num determinado meio, deverá crescer até um limite máximo sustentável, isto é, ela tende a se estabilizar. Este modelo é, essencialmente, o modelo malthusiano modificado, considerando a taxa de crescimento como sendo proporcional à população em cada instante, dado pela equação (1.2)

$$\frac{dP}{dt} = \beta(P).P \tag{1.2}$$

com $\beta(P) = r((P^* - P)/P^*)$, $r > 0$ e P^* sendo o valor limite da população. Supondo $P(0) = P_0$, temos que o modelo logístico contínuo é dado pela equação (1.3):

$$\begin{cases} \frac{dP}{dt} = r.P.(\frac{1-P}{P^*)} \\ P(0) = P_0, r > 0 \end{cases} \tag{1.3}$$

Observa-se que $P(t) \approx 0$ e $P(t) \approx P^*$ são soluções da equação diferencial (1.3). A solução analítica é obtida por integração após a separação de variáveis, ou seja,

$$\int \frac{dP}{P(\frac{1-P}{P^*})} = \int rdt$$

$$\int (\frac{1}{P} + \frac{\frac{1}{P^*}}{1 - \frac{P}{P^*}}) = r.t + K$$

$$\ln \left| \frac{P(t)}{1 - \frac{P(t)}{P^*}} \right| = r.t + K$$

Como $P(0) = P_0$, temos:

$$c = \ln \left| \frac{P_0.P^*}{P^* - P_0} \right|$$

Com isso, segue que a solução de (1.3) é a equação (1.4).

$$P(t) = \frac{P_0.P^*}{(P^* - P_0).e^{-rt} + P_0} \tag{1.4}$$

2. Metodologia

Na primeira fase de experimentação, foi realizado a coleta de dados em sites oficiais. Para a População Teresinense pesquisou-se no site do IBGE (2015) e para os casos da AIDS, no site do Ministério da Saúde (2015), conforme tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1: População Teresinense dividido por 1000.

Ano	tempo (t_n)	população (P_n)	ano	tempo (t_n)	população (P_n)
1872	0	21,7	1960	88	114,8
1890	18	31,5	1970	98	230,2
1900	28	45,3	1980	108	388,9
1920	48	53,5	1991	119	598,4
1940	68	67,6	2000	128	714,6
1950	78	90,7	2010	138	814,2

Tabela 2: Diagnóstico da AIDS em Teresina.

Ano	tempo (t_n)	AIDS (A_n)	ano	tempo (t_n)	AIDS (A_n)
1986	0	2	2000	14	112
1987	1	9	2001	15	91
1988	2	16	2002	16	121
1989	3	12	2003	17	116
1990	4	17	2004	18	183
1991	5	23	2005	19	210
1992	6	19	2006	20	151
1993	7	17	2007	21	190
1994	8	38	2008	22	201
1995	9	53	2009	23	243
1996	10	50	2010	24	228
1997	11	58	2011	25	216
1998	12	64	2012	26	268
1999	13	60	2013	27	288

Após coleta dos dados, seguiu-se para a fase de abstração e obtenção do modelo matemático. Com os dados coletados, fez-se o estudo do modelo exponencial assintótico, logístico contínuo, malthusiano e logístico discreto. Dentre os modelos citados, o logístico contínuo e o exponencial assintótico representaram melhor os dados e, portanto, os mostraremos.

No modelo exponencial assintótico encontraremos um modelo para a população e outro para o número de casos de diagnóstico da AIDS. Neste modelo, primeiramente, encontraremos o valor de estabilidade y^*. Para isto, o valor de estabilidade mais satisfatório ocorre quando se restringi a população a partir de 1970 ($t = 98$). Com os dados restritos da população, obteve-se o ajuste linear $y = 0,8327x + 226,82$, que implica no valor de estabilidade $y^* = \frac{226,82}{1-0,8327} = 1355,77$. Em seguida, faz-se a $y^* - P_n$ para encontrarmos a curva exponencial auxiliar e obtermos os dados da curva auxiliar conforme tabela 3. Com os dados a partir de $t \geq 98$ encontra-se a curva e, consequentemente, o ajuste exponencial, conforme figura 1.

Tabela 3: Dados para curva exponencial auxiliar.

Tempo	População (P_n)	($y^* - P_n$)
0	21,7	1334,1
18	31,5	1324,2
28	45,3	1310,5
48	53,5	1302,3
68	67,6	1288,1
78	90,7	1265,0
88	144,8	1211,0
98	230,2	1125,6
108	388,9	966,8
119	598,4	757,4
128	714,6	641,2
138	814,2	541,5

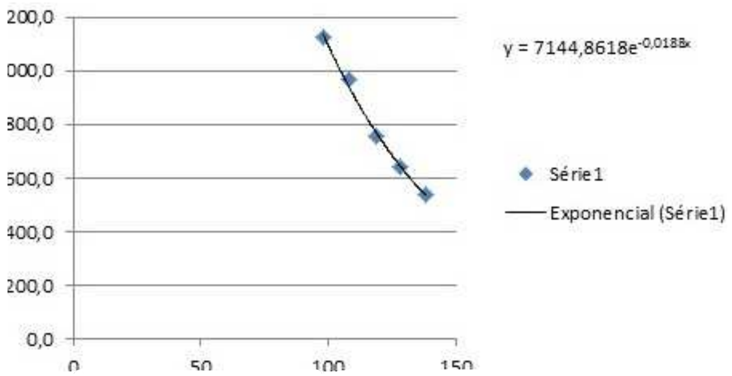

Figura 1: Curva do valor de estabilidade com dados da população a partir de 1970.

Contudo, tem-se que o modelo encontrado é dado pela equação (2.5)

$$P_2(t) = 1355,77 - 7144,862.e^{-0,0188.t} \tag{2.5}$$

Validando o modelo encontrado, fez-se a tabela 4 que gerou figura 2.

Tabela 4: Dados do modelo exponencial assintótico para população.

Tempo	população (P_n)	exponencial assintótico
0	21,7	-5789,1
18	31,5	-3719,6
28	45,3	-2841,4
48	53,5	-1514,5
68	67,6	-607,1
78	90,7	-267,4
88	144,8	13,4
98	230,2	245,7
108	388,9	437,8
119	598,4	610,9
128	714,6	728,0
138	814,2	836,6

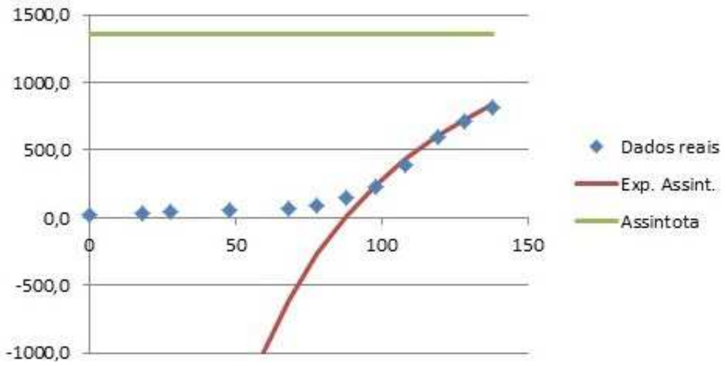

Figura 2: Dados da população x modelo exponencial assintótico.

Observa-se que a população continua negativa para $t < 88$, entretanto, este valor de estabilidade está mais próximo do real.

Para o número de casos da AIDS, de maneira análoga, encontrou-se que o valor de estabilidade mais satisfatório ocorre quando restringimos os dados a partir de 1990 ($t = 4$). Com os dados restritos da população, obteve-se o ajuste linear $y = 0,992x + 12,62$, que implica no valor de estabilidade $y^* = \frac{12,62}{1-0,992} = 1452,5$. Em seguida, calculou-se o valor de $y^* - A_n$ para encontrar a curva exponencial auxiliar. Para obter os dados da curva auxiliar fez-se a tabela 5. Com os dados a partir de $t \geq 4$ encontrou-se a curva e, consequentemente, o ajuste exponencial, conforme figura 3.

Tabela 5: Dados para curva exponencial auxiliar.

Tempo	(A_n)	$(y^* - A_n)$	tempo	(A_n)	$(y^* - A_n)$
0	2	1450,5	14	112	1340,5
1	9	1443,5	15	91	1361,5
2	16	1436,5	16	121	1331,5
3	12	1440,5	17	116	1336,5
4	17	1435,5	18	183	1269,5
5	23	1429,5	19	210	1242,5
6	19	1433,5	20	151	1301,5
7	17	1435,5	21	190	1262,5
8	38	1414,5	22	201	1251,5
9	53	1399,5	23	243	1209,5
10	50	1402,5	24	228	1224,5
11	58	1394,5	25	216	1236,5
12	64	1388,5	26	268	1184,5
13	60	1392,5	27	288	1164,5

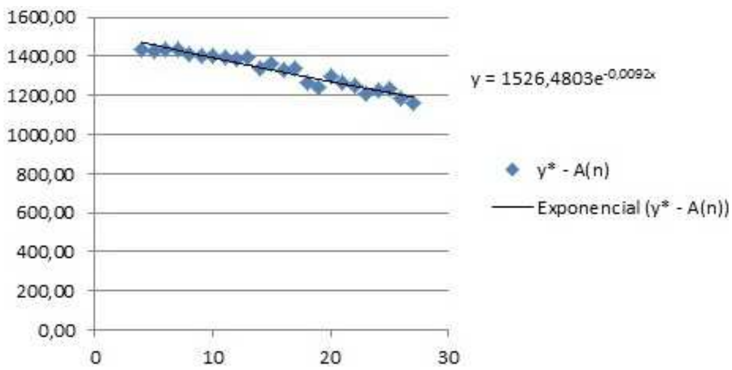

Figura 3: Curva Exponencial Auxiliar com dados de casos da AIDS a partir de 1990.

Contudo, tem-se que o modelo encontrado é:

$$A(t) = 1452,5 - 1526,48.e^{-0,0092.t}$$

Validando o modelo encontrado, fez-se a tabela 6 que gerou figura 4.

Tabela 6: Dados do modelo exponencial assintótico de casos da AIDS.

Tempo	(A_n)	$(y^* - A_n)$	tempo	(A_n)	$(y^* - A_n)$
0	2	-73,9800	14	112	110,4954
1	9	-60,0008	15	91	122,7853
2	16	-46,1496	16	121	134,9625
3	12	-32,4252	17	116	147,0283
4	17	-18,8266	18	183	158,9836
5	23	-5,3525	19	210	170,8293
6	19	7,9983	20	151	182,5666
7	17	21,2268	21	190	194,1964
8	38	34,3341	22	201	205,7197
9	53	47,3214	23	243	217,1375
10	50	60,1897	24	228	228,4507
11	58	72,9404	25	216	239,6603
12	64	85,5740	26	268	250,7673
13	60	98,0920	27	288	261,7725

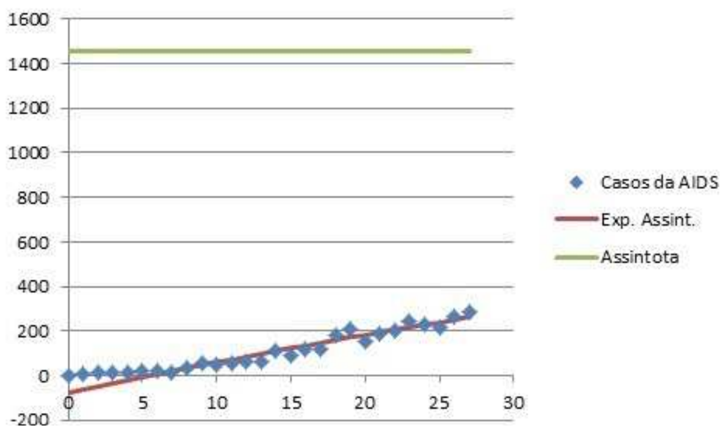

Figura 4: Dados de casos da AIDS x modelo exponencial assintótico.

No modelo logístico contínuo, também, encontraremos um modelo para a população e outro para o número de casos de diagnóstico da AIDS. Neste modelo, o objetivo é encontrar uma função do tipo:

$$\frac{P_n}{y^* - P_n} = ae^{bt}$$

$$P_n = y^* ae^{bt} - P_n ae^{bt}$$

$$P_n + P_n ae^{bt} = y^* ae^{bt}$$

$$P_n(1 + ae^{bt}) = y^* ae^{bt}$$

$$P_n = \frac{y^* ae^{bt}}{1 + ae^{bt}}$$

$$P_n = \frac{y^*}{\frac{1}{ae^{bt}} + 1}$$

$$P_n = \frac{y^*}{\frac{1}{a}e^{-bt} + 1}$$

Para isto, será usado a expressão do valor de estabilidade $y^* = 1355,77$, com os dados a partir de 1970 ($t = 98$), do modelo exponencial assintótico da população teresinense. Em seguida, calcula-se o valor de $\frac{P(n)}{y^* - P(n)}$ conforme tabela 7 e faz-se o gráfico para o ajuste exponencial conforme figura 5.

Tabela 7: Cálculo de $\frac{P_n}{y* - P_n}$ do modelo logístico contínuo.

Tempo	população (P_n)	y^*	$y^* - P_n$	$\frac{P_n}{(y^* - P_n)}$
0	21,7	1355,8	1334,1	0,016259942
18	31,5	1355,8	1324,2	0,023804506
28	45,3	1355,8	1310,5	0,034580433
48	53,5	1355,8	1302,3	0,041082171
68	67,6	1355,8	1288,1	0,052511123
78	90,7	1355,8	1265,0	0,071715231
88	144,8	1355,8	1211,0	0,11957283
98	230,2	1355,8	1125,6	0,204484704
108	388,9	1355,8	966,8	0,402258444
119	598,4	1355,8	757,4	0,790130593
128	714,6	1355,8	641,2	1,114472281
138	814,2	1355,8	541,5	1,503550772

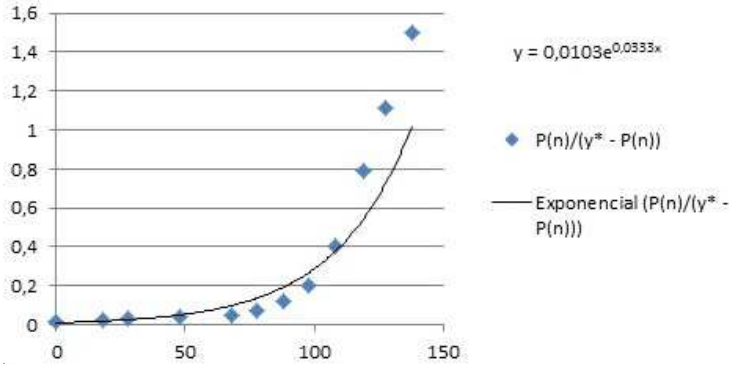

Figura 5: Curva auxiliar do modelo logístico contínuo.

Com o ajuste exponencial $y = 0,0103.e^{0,0333x}$, obtem-se que a e b são $0,0103$ e $0,0333$, respectivamente. Com isso, conclui-se que o modelo logístico contínuo é dado pela equação (2.6):

$$P_n = \frac{1355,77}{97,09e^{-0,0333t} + 1} \tag{2.6}$$

Validando o modelo com os dados da população obtem-se a tabela 8 e a figura 6.

Tabela 8: Dados da população com o modelo logístico contínuo.

Tempo	população (P_n)	y^*	modelo P_n
0	21,7	1355,8	13,82
18	31,5	1355,8	24,96
28	45,3	1355,8	34,57
48	53,5	1355,8	65,71
68	67,6	1355,8	122,29
78	90,7	1355,8	164,74
88	144,8	1355,8	219,31
98	230,2	1355,8	287,58
108	388,9	1355,8	370,19
119	598,4	1355,8	476,41
128	714,6	1355,8	572,58
138	814,2	1355,8	684,59

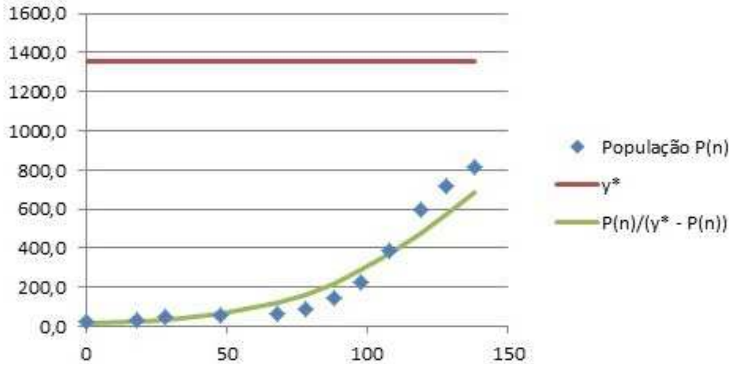

Figura 6: Curva de cruzamento dos dados da população com o modelo logístico contínuo.

Com esse modelo, pode-se concluir que a população se estabilizará, com $1,356$ milhões de pessoas, em 2250 como pode ser visto na tabela 9.

Tabela 9: Dados da projeção da população com o modelo logístico contínuo.

Ano	tempo	modelo P_n
2000	128	573
2010	138	685
2020	148	796
2030	158	902
2040	168	996
2050	178	1077
2060	188	1144
2070	198	1197
2080	208	1238
2090	218	1269
2100	228	1292
2150	278	1343
2200	328	1353
2250	378	1355
2300	428	1356

Para o número de casos da AIDS, de maneira análoga, será usado o valor de estabilidade $y^* = 1452,5$, com os dados a partir de 1990 ($t = 4$), do modelo exponencial assintótico do número de casos de diagnóstico da AIDS. Em seguida, calcula-se o valor de $\frac{A(n)}{y^*-A(n)}$ conforme tabela 10 e faz-se o gráfico para o ajuste exponencial conforme figura 7.

Tabela 10: Cálculo de $\frac{A_n}{y*-A_n}$ do modelo logístico contínuo (AIDS).

Tempo	AIDS (A_n)	y^*	$y^* - A_n$	$\frac{A_n}{(y^*-A_n)}$
0	2	1452,5	1450,5	0,001378835
1	9	1452,5	1443,5	0,006234846
2	16	1452,5	1436,5	0,011138183
3	12	1452,5	1440,5	0,0083300441
4	17	1452,5	1435,5	0,011842564
5	23	1452,5	1429,5	0,016089542
6	19	1452,5	1433,5	0,013254273
7	17	1452,5	1435,5	0,011842564
8	38	1452,5	1414,5	0,026864616
9	53	1452,5	1399,5	0,037870668
10	50	1452,5	1402,5	0,035650624
11	58	1452,5	1394,5	0,041591968
12	64	1452,5	1388,5	0,046092906
13	60	1452,5	1392,5	0,043087971
14	112	1452,5	1340,5	0,083550914
15	91	1452,5	1361,5	0,066838046
16	121	1452,5	1331,5	0,090874953
17	116	1452,5	1336,5	0,086793865
18	183	1452,5	1269,5	0,144151241
19	210	1452,5	1242,5	0,169014085
20	151	1452,5	1301,5	0,116019977
21	190	1452,5	1262,5	0,15049505
22	201	1452,5	1251,5	0,160607271
23	243	1452,5	1209,5	0,200909467
24	228	1452,5	1224,5	0,186198448
25	216	1452,5	1236,5	0,174686615
26	268	1452,5	1184,5	0,226255804
27	288	1452,5	1164,5	0,247316445

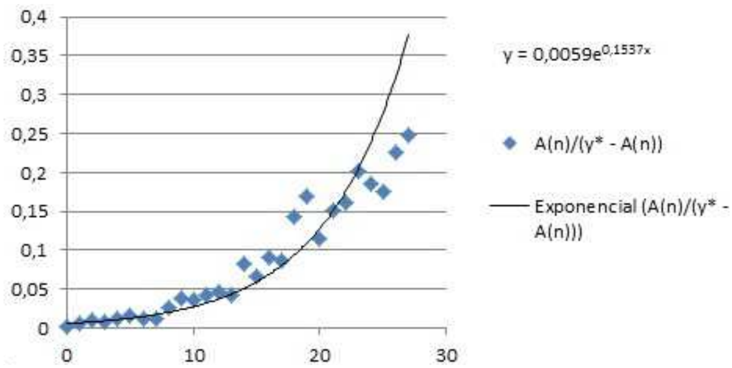

Figura 7: Curva auxiliar do modelo logístico contínuo (AIDS).

Com o ajuste exponencial $y = 0,0059.e^{0,1537x}$, obtem-se que a e b são $0,0059$ e $0,1537$, respectivamente.

Com isso, conclui-se que o modelo logístico contínuo (AIDS) é dado pela equação (2.7):

$$A_n = \frac{1452,5}{169,49e^{-0,1537t} + 1} \tag{2.7}$$

Validando o modelo com os dados do número de casos da AIDS, obtem-se a tabela 11 e a figura 8.

Tabela 11: Dados do número de casos da AIDS com o modelo logístico contínuo.

Tempo	AIDS (A_n)	y^*	modelo A_n
0	2	1453	9
1	9	1453	10
2	16	1453	12
3	12	1453	13
4	17	1453	16
5	23	1453	18
6	19	1453	21
7	17	1453	25
8	38	1453	29
9	53	1453	33
10	50	1453	39
11	58	1453	45
12	64	1453	52
13	60	1453	61
14	112	1453	70
15	91	1453	81
16	121	1453	94
17	116	1453	108
18	183	1453	125
19	210	1453	143
20	151	1453	164
21	190	1453	188
22	201	1453	215
23	243	1453	244
24	228	1453	277
25	216	1453	313
26	268	1453	353
27	288	1453	396

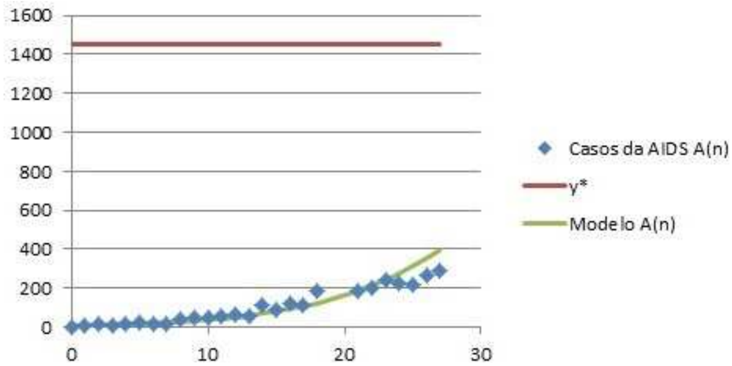

Figura 8: Curva Cruzamento do número de casos da AIDS com o modelo logístico contínuo.

Com esse modelo pode-se concluir que o número de casos da AIDS será de 1450 infectados em 2060, como pode ser visto na tabela 2.

Tabela 12: Dados da projeção do número de casos da AIDS com o modelo logístico contínuo.

Ano	tempo	modelo A_n
2010	24	277
2011	25	313
2012	26	353
2013	27	396
2014	28	441
2015	29	490
2016	30	541
2017	31	594
2018	32	649
2019	33	704
2020	34	760
2025	39	1021
2030	44	1215
2035	49	1332
2040	54	1394
2045	59	1425
2050	64	1439
2055	69	1446
2060	74	1450
2065	79	1451
2070	84	1452

3. Resultados

Com os modelos matemáticos validados, em seguida, encontra-se a relação entre os modelos exponencial assintótico da população teresinense e do logístico contínuo do número de casos da AIDS, pois são as melhores representações dos dados. Com isso, do modelo exponencial assintótico da população de teresina temos:

$$P_2(t) = 1355,77 - 7144,862.e^{-0,0188.(t+114)}$$

Enquanto que, do modelo logístico contínuo, que representa o número de casos da AIDS por ano, temos:

$$A_n = \frac{1452,5}{169,49e^{-0,1537t} + 1}$$

Para efetuarmos a projeção da relação dos dados da população de Teresina e do número de casos da AIDS, faz-se um ajuste no tempo, pois os dados coletados são de épocas distintas.

A relação entre o número do casos de AIDS e a população de Teresina é dado por:

$$\frac{A_n}{P_2(t)} = \frac{\frac{1452,5}{169,49e^{-0,1537t}+1}}{1355,77 - 7144,862.e^{-0,0188.(t+114)}}$$

Com essa relação, fez-se a tabela 3.

Tabela 13: Modelo exponencial assintótico x modelo logístico contínuo

Ano	tempo (t_n)	casos da AIDS A_n	população P_n	$\sum_{i=0}^{n} \frac{A_n}{P_n}$
1986	0	9	517828	0,000016452
1987	1	10	533434	0,000034578
1988	2	12	548750	0,000054681
1989	3	13	563780	0,000077105
1990	4	16	578530	0,000102237
1991	5	19	593006	0,000130515
1992	6	21	607212	0,000162435
1993	7	25	621153	0,000198562
1994	8	29	634835	0,000239535
1995	9	33	648262	0,000286083
1996	10	39	661439	0,000339029
1997	11	45	674370	0,000399310
1998	12	52	687061	0,000467980
1999	13	61	699515	0,000546233
2000	14	70	711738	0,000635406
2001	15	81	723732	0,000736998
2002	16	94	735504	0,000852678
2003	17	108	747056	0,000984294
2004	18	125	758393	0,001133883
2005	19	143	769519	0,001303666
2006	20	164	780437	0,001496046
2007	21	188	791152	0,001713597
2008	22	215	801668	0,001959040
2009	23	244	811988	0,002235208
2010	24	277	822115	0,002545000
2015	29	490	869993	0,004695820
2020	34	760	913576	0,008027003
2025	39	1021	953248	0,012520331
2030	44	1215	989362	0,017842987
2035	49	1332	1022235	0,023579680
2040	54	1394	1052159	0,029430046
2045	59	1425	1079398	0,035237714
2050	64	1439	1104193	0,040941758

De acordo com a tabela 3, observa-se que a relação de pessoas com AIDS e população de Teresina só cresce. Em 2010, tem-se que para cada 1000 pessoas, 3 estavam infectadas. Com as tabelas pode-se prever que em 2050, para cada 1000 pessoas, 41 estarão infectadas. Vale ressaltar que o número de pessoas infectadas é o somatório de todos os casos desde 1986. Isso se deve ao fato que o número de casos é constatado anualmente e a doença até o momento não tem cura e não levou-se em conta os casos de mortes das pessoas portadoras do vírus.

4. Conclusões

A modelagem matemática tem se destacado nos últimos anos, pois está mudando o cenário do processo ensino-aprendizagem. Esta foge do tradicionalismo, pois busca a solução de problemas essencialmente não-matemático dando sentido ao porquê da existência da matemática. Vale mencionar ainda que a modelagem matemática é interdisciplinar, pois são diversos problemas que ela resolve envolvendo outras áreas, como biologia, química, física, engenharias, entre outras.

Analogamente ao desenvolvido neste trabalho, com a utilização da modelagem podemos tornar o estudo da matemática mais prático, pois podemos relacionar problemas do cotidiano ou fenômenos com os conteúdos ministrados fazendo com que os alunos compreendam a importância do conhecimento e desperte neles o gosto pela disciplina.

Neste trabalho fez o estudo da População de Teresina e do número de casos de diagnóstico da AIDS através dos modelos contínuo, modelo Exponencial Assintótico e Logístico Contínuo. Com os modelos matemáticos encontrados, fez-se o razão destes e observou-se que para cada 1000 pessoas 3 estão infectadas em 2010. Projetando os dados baseado nos modelos encontrados, conclui-se que para cada 1000 pessoas 42 estarão infectadas em 2050.

Contudo, percebe-se a importância da modelagem matemática e, a partir disso, como ela pode contribuir para um processo ensino-aprendizagem mais significativo. Isto depende, essencialmente, do interesse dos professores, pois esse método requer mais disposição e dedicação. Com essa prática, acredite-se que os alunos vão compreender mais facilmente a disciplina de matemática.

Referências

Bassanezi, R. C. (2011). *Ensino–aprendizagem com modelagem matemática*. Ed. Contexto, S.Paulo.

Bassanezi, R. C. (2012). *Equacões Diferenciais Ordinárias: Um curso introdutório*. UFABC, S. Paulo.

Bassanezi, R. C. (2015). *Modelagem Matemática: Teoria e Prática*. Ed. Contexto, S.Paulo.

Biembengut, M. S. e Hein, N. (2013). *Modelagem Matemática no Ensino*. Ed. Contexto, S.Paulo.

IBGE (2015). Censos da populacão teresinense. URL: http://www.ibge.gov.br/home/ Acesso em: 09/2015.

Ministério da Saúde (2015). Sistema de informações de agravos de notificaccão (sinan). números de pessoas diagnosticadas com síndrome da imunodeficiência adquirida. URL: http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/ Acesso em: 09/2015.