

Regressão linear e não linear aplicado ao estudo de casos de AIDS na Região Norte do Brasil

Linear and nonlinear regression applied to the study of AIDS cases in Northern Brazil

Edcarlos Vasconcelos da Silva^I, Luciane Flores Jacobi^{II}

Resumo

Esse estudo teve como objetivo construir modelos de regressão para descrever a tendência temporal dos casos novos de AIDS na Região Norte do Brasil e seus estados. O método empregado consistiu na análise dos casos de AIDS coletados no portal do DATASUS, para descrever a tendência da doença considerando o recorte temporal de 1984 a 2017, os modelos foram submetidos à análise dos pressupostos para sua validação, a qualidade do ajuste foi feito com uso do coeficiente de determinação R^2 e a eficiência na capacidade de previsão foi determinada pelos critérios BIC e AIC. Entre os principais resultados destaca-se que, para a região Norte do Brasil, o modelo associado foi o logístico ($p < 0.01$, $R^2 = 0.9974$) que projeta uma estabilidade futura de casos de AIDS em 5300 casos novos por ano. Observa-se a importância da modelagem estatística na contribuição dos estudos sobre a AIDS, sendo empregada para previsão de casos novos ou confirmar tendência de estabilidade, crescimento e decréscimo da doença na população, comparando cidades e estados.

Palavras-chave: Modelagem estatística. Previsão. HIV. Doença sexualmente transmissível.

Abstract

This study focus on the construct of regression models in order to describe the temporal tendency of diagnosed AIDS cases in Northern Region of Brazil and its states. The methodology consisted in collect AIDS data on DATASUS portal and analyzing them to describe the disease tendency from 1984 to 2017. The models were submitted to residual analysis with the purpose to verify its validation, the adjustment's quality was made using the coefficient of determination R^2 and the predictive capacity was determined by BIC and AIC criteria. Among the main results, it is noteworthy that the logistic model ($p < 0.01$, $R^2 = 0.9974$) was the associated one when related to Northern Region of Brazil, which projects a future stability of AIDS cases in 5.300 new cases per year. Therefore, the importance of statistical modeling in the contribution of AIDS studies is verified, being used to predict new cases or confirm the tendency of disease stability, growth and decrease in the population, comparing cities and states.

Keywords: Statistical modeling. Forecast. HIV. Sexually transmitted disease

^I Universidade Federal do Amapá, Brasil; e-mail: edcarlos.vasconcellos@unifap.br;

^{II} Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. e-mail: lucianefj8@gmail.com



1 INTRODUÇÃO

Desde sua descoberta nos anos 80, a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) já dizimou milhões de pessoas pelo mundo, haja vista que, a epidemia por HIV possuía alcance global e com características muito dinâmicas de infecção, levando os países a cooperarem no sentido da elaboração de estratégias de contenção da epidemia que assolava o mundo, resultando em políticas públicas que objetivaram a redução dos impactos causados pela doença, pela sua gravidade (ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), 2012), e a resposta brasileira nestas três décadas de enfrentamento da AIDS tem sido exemplar e pioneira diante do mundo (GRECO, 2016).

Nesta direção, pesquisadores de diversas nacionalidades têm juntado esforços para contribuir com a redução da incidência da doença e melhoria da qualidade de vida das pessoas que convivem com o vírus HIV. Uma dessas formas de contribuição tem seu braço na pesquisa quantitativa como, por exemplo, a modelagem estatística, que procura estudar os casos de AIDS e sua transmissão nos mais diversos grupos populacionais utilizando os modelos de regressão lineares e não lineares, portanto, uma significativa contribuição para os órgãos oficiais com vistas à elaboração de políticas públicas de combate a doença.

A literatura demonstra diversas contribuições envolvendo modelagem estatística aplicado ao HIV/AIDS, com especial ênfase aos estudos de tendência temporal que objetivam verificar o comportamento das taxas de incidência de casos novos ou mortalidades na população e seus estratos, sob o ponto de vista do crescimento, decrescimento e estabilidade conforme encontrado em Oliveira, Rodrigues e Aquino (2019), Yang et al. (2018), Melo, Pimenta e Donalísia (2016) e Meirelles (2016), cujas pesquisas estudam as respectivas tendências dos casos de AIDS ou mortalidade da mesma.

Estudo dessa natureza tem sua relevância justificada pelo fato de poder revelar quais variáveis podem estar com tendência de crescimento do fenômeno, diferenciando de variáveis que apresentam decrescimento. Um exemplo disso pode ser encontrado em Guimarães et. al (2017) que investigaram as mortalidades por HIV/AIDS no Brasil e regiões, utilizando a técnica de regressão e concluíram que,

enquanto no Brasil a taxa de mortalidade segue reduzindo, na região Norte ela tem crescimento significativo. Considerando esse aumento nas taxas de mortalidades de HIV/AIDS na região Norte do Brasil, esse foi o ponto motivador para estudos também sobre as incidências da doença, foi então que elaborou-se este estudo que analisou os modelos de regressão para os casos do HIV/AIDS entre os estados desta região, comparando-os entre si e com a própria região Norte, para que se pudesse conhecer a realidade destes estados em relação ao HIV/AIDS. Estudos com esta temática são bastante escassos para a região Norte do Brasil.

Sob esta ótica, o objetivo desse estudo foi o de analisar modelos de regressão lineares e não lineares para descrever a tendência temporal dos casos novos de AIDS na Região Norte e estados no período de 1983 a 2015. Assim, foi possível verificar se um estado possui tendência de crescimento, decréscimo e estabilidade nos casos absolutos da doença.

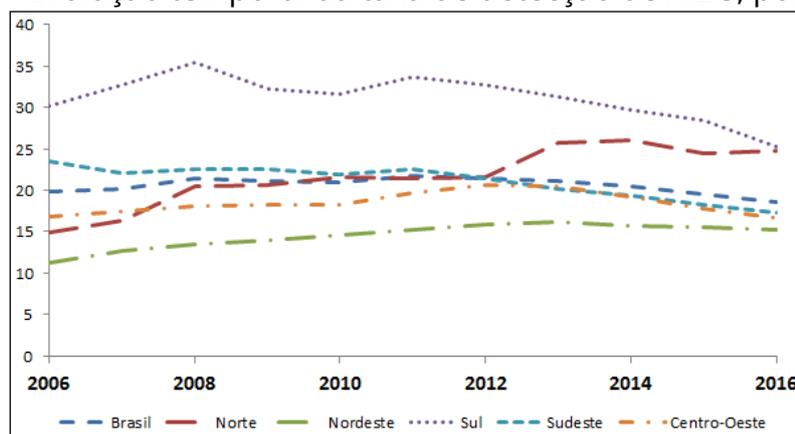
2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AIDS NO BRASIL

Identificada pela primeira vez em 1981 nos Estados Unidos, a AIDS chegou ao Brasil em 1982 e, já no ano de 1985 foi reconhecida e alçada, pelo Ministério da Saúde, ao nível de doença de notificação compulsória passando a ser um grave problema de saúde pública motivando “estudo continuado de todos os aspectos da ocorrência e propagação” com vistas à elaboração de políticas públicas de combate a esta doença que rápido se espalhava na população (VILELA et al., 2012, p. 03). A AIDS é causada pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV), atacando o sistema imunológico que é responsável por combater as doenças que invadem o organismo humano. O vírus afeta vários grupos de células, mas, especialmente os linfócitos T CD4+ são as mais atingidas, pois, são nelas que o HIV se aloja e se reproduz alterando o DNA, destruindo-os por completo (CACHAY, 2018).

De acordo com dados do Boletim Epidemiológico do Departamento de DST/AIDS do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017), o país registrou até o ano de 2017 aproximadamente 883 mil casos da doença. Nos últimos cinco anos, o Brasil apresentou, em média, 40 mil casos novos de AIDS por ano evidenciando tendência de estabilidade de casos novos no país. A taxa de detecção nacional de AIDS demonstra

gradual queda para o país, caindo 1,4% de 2012 para 2013, 3,6% de 2013 para 2014, 4,2% de 2014 para 2015 e 5,2% de 2015 para 2016 ficando em torno de 18,5 casos por 100 mil habitantes. Quando se analisa um intervalo de dez anos, 2006 a 2016, e olhando para as regiões brasileiras observa-se que o Centro-Oeste apresentou baixa variação na taxa de detecção fechando em 16,7 casos/100 mil habitantes no ano de 2016. Já as regiões Sul e Sudeste apresentaram clara tendência de queda nas taxas de detecção saindo de 23,5 e 30,2 em 2006, para 17,3 e 25,3 casos em 2016, respectivamente. As regiões Norte e Nordeste apresentaram tendência de crescimento linear na taxa saindo de 14,9 e 11,2 em 2006 para 24,8 e 15,2 em 2016 respectivamente mostrando um cenário de desigualdade entre as regiões brasileiras (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Figura 01 – Evolução temporal da taxa de detecção de AIDS, por região brasileira



Fonte: Boletim Epidemiológico (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017)

Uma característica importante do avanço da AIDS observada no Boletim Epidemiológico de 2017 é a relação de casos de AIDS entre homens e mulheres. No período de 2002 a 2008 a razão de sexo manteve-se em 15 casos para homens para cada 10 nas mulheres, já no período de 2009 a 2016 verifica-se redução nos casos de AIDS entre as mulheres e aumento para os homens na razão de 22 contra 10 casos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017). A razão de sexo apresenta discrepâncias em termos regionais. Observa-se o predomínio dos homens nas regiões Sudeste e Centro-Oeste com 25 e 26 casos contra 10 casos em mulheres em 2016. Nas regiões Norte e Nordeste a razão de sexo foi de 22 e 21 casos no sexo masculino contra 10 no sexo feminino em 2016. Também para este mesmo ano verificou-se na região Sul uma participação maior das mulheres com uma razão de 17 homens para cada 10 mulheres infectadas

(MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017). Observa-se o avanço na detecção nas faixas de idade entre 15 a 19 e 20 a 24 especialmente no sexo masculino, no grupo de 15 a 19 nos últimos 10 anos, saltando de 2,1 para 6,7 casos por 100 mil habitantes, para o grupo etário de 20 a 24 o sexo masculino saltou de 16,0 para 30,3 casos por 100 mil habitantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015), mostrando que, além de ter mudado de grupo etário, a AIDS avança nesse grupo, sobretudo na população do sexo masculino.

Em termos globais, o Brasil apresenta historicamente alta concentração de casos em homens, e sua investida no grupo etário mais jovem é uma situação preocupante e demanda ações urgentes para conter a infecção de adolescentes e jovens, especialmente porque é um grupo que possui autoconhecimento limitado sobre a doença, crendo que esta é controlada e que não há riscos de contrair o vírus HIV (PORTAL G1, 2014). Para Granjeiro, Silva e Teixeira (2009) embora o Brasil demonstre avanços consideráveis no tratamento da AIDS é preciso lembrar que os desafios para ampliar o controle da doença ainda são grandes, haja vista que, passados três décadas de AIDS no Brasil, mais de 40 mil pessoas adquirem a doença todos os anos, ceifando vidas e trazendo ônus aos cofres públicos.

Outra questão importante está relacionada com as desigualdades regionais, cujos dados do Boletim AIDS de 2015 (BRASIL, 2015) revelam a necessidade de um olhar especial para as regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde as taxas de incidência continuam crescentes, principalmente entre os homens. Sendo necessário um trabalho conjunto do Governo Federal e Unidades Federativas para, no mínimo estabilizar os casos da doença naquelas regiões. Para Greco (2015), nesses 30 anos do esforço brasileiro no enfrentamento da AIDS, foi possível inferir algumas reflexões importantes, sendo a primeira delas a atuação do “Estado brasileiro” que se mobilizou de maneira precoce para combater a AIDS, fazendo uma associação de forças para atingir o objetivo comum, chamando a Sociedade Civil e a Academia, garantindo direitos de acesso ao tratamento pelo SUS, além de financiar pesquisas e conscientizar a população com suas campanhas contínuas em todos os segmentos da sociedade.

Entretanto, o País enfrenta um desafio para os próximos anos, o de reduzir a menos de 2% o número de casos de HIV em crianças ou torná-los inexistentes, pois

segundo a ONU Brasil (2019), a eliminação da transmissão vertical do HIV, quando o bebê pode se infectar durante a gestação, parto ou amamentação, é uma das prioridades do Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis (DCCI) do Ministério da Saúde para 2019 e 2020.

3 MÉTODO

Estudo ecológico descritivo, de abordagem quantitativa, realizado com banco de dados secundários obtidos da base do Sistema de informações de Agravos de Notificação (SINAN), com recorte temporal de 1984 a 2017. O recorte populacional para este estudo correspondeu aos casos notificados de AIDS por ano, nos estados da Região Norte do Brasil. Não houve emprego de técnicas de amostragem em virtude de que foram coletados todos os dados populacionais do período entre 1984 a 2017. A variável de pesquisa correspondeu aos casos novos absolutos de AIDS por ano.

No decorrer do trabalho foram avaliados 32 modelos e desses, apenas 8 compuseram o quadro final para este manuscrito. Os 32 modelos gerados pelo *software Curve Expert* foram analisados no *software Statistica 9.0* observando os seguintes pressupostos:

- existência de *outliers*;
- não significância dos parâmetros;
- resíduos dependentes;
- heterocedasticidade.

Após a detecção de tais problemas, foram tomadas as medidas corretivas que englobaram:

- remoção de *outliers* para fazer novas regressões;
- remoção de parâmetros não-significativos;

As medidas corretivas foram suficientes para que se chegassem a novos 32 modelos de regressão para o conjunto de dados, de modo que, os modelos finais apresentados foram aqueles selecionados pela qualidade do ajuste pelo R^2 e pelos critérios BIC ($BIC = n \cdot \ln(SQR/n) + p \cdot \ln(n)$) e AIC ($AIC = n \cdot \ln(SQR/n) + 2p$) com n (tamanho da amostra), p (número de parâmetros do modelo), SQR (Soma de Quadrados de Resíduos do modelo). Os procedimentos adotados para a construção dos modelos foram:

- Coleta de dados: no site do DATASUS no sistema digital *online* TABNET, que é um banco atualizado alimentado pelo SINAN para agravos e concentra informações de casos de AIDS de todo o Brasil. Foram coletados dados para os estados de: Amapá, Amazonas, Acre, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, além de dados totais para a região Norte.
- Modelagem por regressão: Para a aplicação dos modelos de regressão o banco de dados foi submetido a dois programas computacionais, o *CurveExpert*[®] 1.4, versão gratuita, e *Statistica*[®] 9.1, sendo que o primeiro constrói os modelos e o segundo valida ou não tais modelos;
- Análise dos modelos: A análise dos modelos de regressão construídos no programa *CurveExpert*[®] foi realizada inteiramente no programa *Statistica* e compreendeu: Teste *t* de significância para os parâmetros dos modelos; Teste ANOVA para significância da regressão; Análise residual englobando o teste de normalidade residual de *Komolgorov-Smirnof*, teste de *Breusch-Pagan* para homocedasticidade e teste de *Durbin-Watson* para independência, além de detecção de *outliers* por meio dos resíduos padronizados com no máximo ± 2 desvios em torno da média e distância de *Cook*.
- Avaliação dos modelos com uso do coeficiente de Determinação R^2 ;
- Tabelas com previsões: após a seleção dos modelos, foram realizadas previsões comparativas dentro da amostra para os anos de 1984 a 2017.

Todos os testes estatísticos foram feitos ao nível de significância de 5%. Valores de *p-valor* abaixo de 0,05 foram considerados estatisticamente significativos. A seleção de modelos obedeceu aos critérios BIC e AIC, com menores valores de escores para cada modelo.

4 Resultados e Discussões

Após aplicação dos processos de modelagem estatística e descarte dos modelos não significativos, observaram-se as seguintes equações para os estados: Acre (logístico), Amapá (*MMF model*), Amazonas (polinomial), Pará (logístico), Rondônia (logístico), Roraima (linear), Tocantins (associação exponencial) e Região Norte (logístico). A tabela 01 descreve os modelos em detalhes com os valores da análise de regressão e critérios de seleção.

Tabela 01 – Modelos de Regressão para casos de AIDS, Região Norte e Estados, 1983 a 2015

Estado	Características dos modelos						
AC	Modelo Logístico						
	$Y = 74.90/(1+134.56*\exp(-0.3712*X))$						
	ANOVA p < 0.01	BP 0.32	DW 1.62	NORM. NS	R ² 0.9943	BIC 10.8	AIC 9.3
AP	Modelo MMF Model						
	$Y = (0.947*6489.25+313.44*X^{2.90})/(6489.25+X^{2.90})$						
	ANOVA p < 0.01	BP 0.18	DW 2.62	NORM. NS	R ² 0.9976	BIC 23.7	AIC 19.4
AM	Modelo Polinomial						
	$Y = 3.98-1.63*X+0.649*X^2+0.0587*X^3$						
	ANOVA p < 0.01	BP 0.28	DW 1.98	NORM. NS	R ² 0.9954	BIC 1212.8	AIC 994.6
PA	Modelo Logístico						
	$Y = 2224.7/(1+576.48*\exp(-0.3026*X))$						
	ANOVA p < 0.01	BP 0.32	DW 1.64	NORM. NS	R ² 0.9950	BIC 3101.6	AIC 2676.9
RO	Modelo Logístico						
	$Y = 414.39/(1+14.0233*\exp(-0.2029*X))^2$						
	ANOVA p < 0.01	BP 0.21	DW 1.72	NORM. NS	R ² 0.9792	BIC 82.54	AIC 78.44
RR	Modelo Linear						
	$Y = 6.9318*X - 26.69$						
	ANOVA p < 0.01	BP 0.08	DW 1.06	NORM. NS	R ² 0.8799	BIC 254.7	AIC 78.45
TO	Modelo Associação Exponencial						
	$Y = -20.7*(0.91-\exp(0.1178*X))$						
	ANOVA p < 0.01	BP 0.17	DW 1.65	NORM. NS	R ² 0.9951	BIC 64.35	AIC 55.42
NO	Modelo Logístico						
	$Y = 5344.85/(1+247.57*\exp(-0.2385*X))$						
	ANOVA p < 0.01	BP 0.09	DW 2.13	NORM. NS	R ² 0.9974	BIC 8446.3	AIC 7305.1

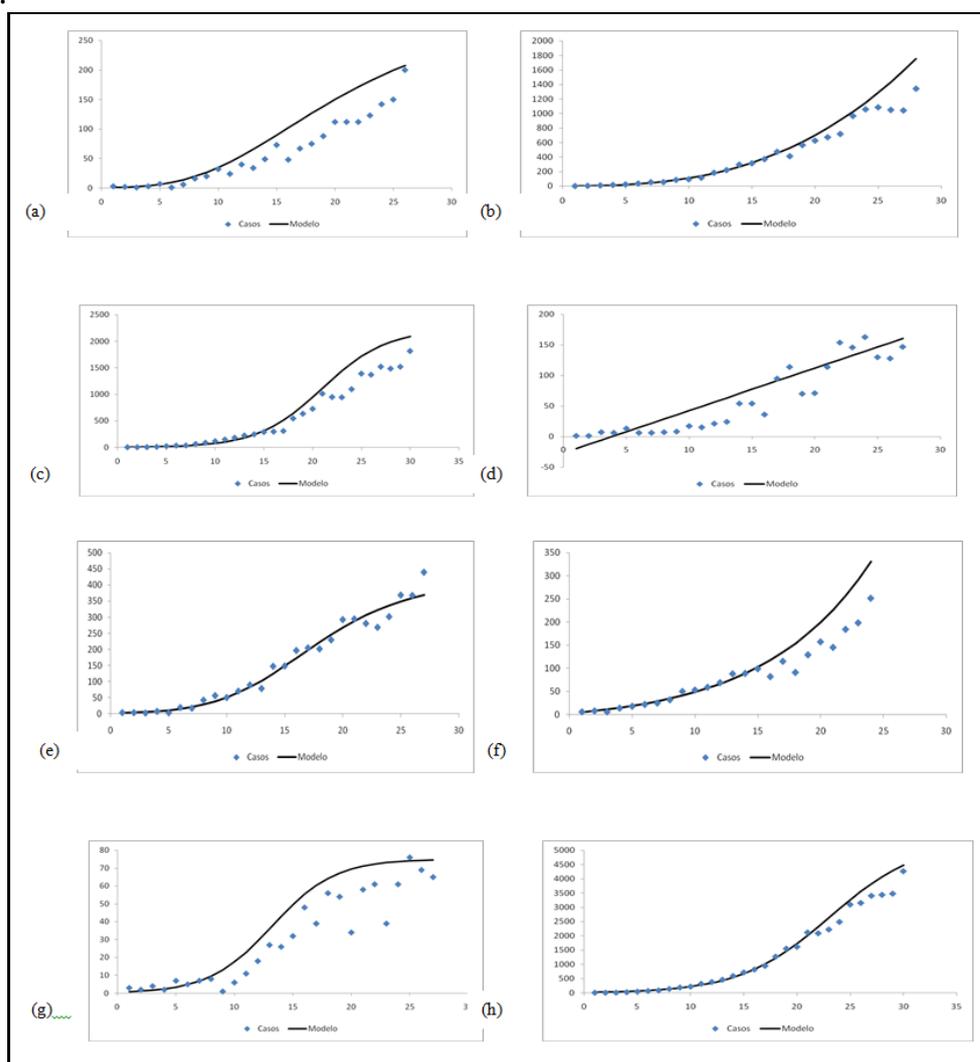
Fonte: Autores

Legenda: (BP) – teste Breusch-Pagan de heterocedasticidade (p-valor). (DW) – teste de Durbin-Watson para independência residual. (Norm.) – teste de normalidade residual. (R²) – coeficiente de determinação dos modelos. (BIC) – critério de seleção do modelo. (AIC) – critério de seleção do modelo. AC – Acre. AP- Amapá. AM - Amazonas. PA – Pará. RO – Rondônia. RR – Roraima. TO – Tocantins.

A Tabela 01 mostra que, os estados que tem os casos de AIDS com tendência de estabilidade de casos novos futuros da doença, são os estados de Acre, Amapá, Pará, Rondônia, além da Região Norte. O estado de Roraima obteve o modelo Linear como o mais adequado para os casos de AIDS, mostrando tendência de crescimento significativo no incremento anual dos casos. Os estados de Tocantins e Amazonas

apresentaram os modelos Associação Exponencial e Polinomial de ordem três para ambos os estados, esses modelos revelam crescimento exponencial dos casos de AIDS no período considerado, demonstrando ser necessárias ações de políticas públicas para conter a taxa de incidência. A Figura 02 seguinte apresenta os gráficos para cada estado e Região Norte com os dados reais e os respectivos modelos:

Figura 02 – Gráficos de dispersão e modelos estimados dos casos de AIDS para os estados, figura 2(a) Amapá, figura 2(b) Amazonas, figura 2(c) Pará, figura 2(d) Roraima, figura 2(e) Rondônia, figura 2(f)Tocantins, figura 2(g) Acre e figura 2(h) Região Norte.



Fonte: Os autores

Na Figura 02 pode ser evidenciado claramente as diferentes tendências de evolução temporal de casos novos de AIDS entre os estados da Região Norte, confirmando que os estados do Amapá, Rondônia, Acre e Pará caminham para estabilidade de casos novos da doença, além da Região Norte, enquanto que Roraima, Tocantins e Amazonas apresentam tendência de aumento dos casos novos. Com base

nos modelos ajustados foi possível realizar previsões comparativas dentro da amostra para os anos de 1984 a 2017, as quais encontram-se na Tabela 02.

Tabela 02 – Previsão de casos novos de AIDS nos estados e Região Norte utilizando os modelos de regressão, comparativo até o ano de 2017

Ano	Amapá		Amazonas		Pará		Roraima		Rondônia		Tocantins		Acre		NORTE	
	Casos	Prev.	Casos	Prev.	Casos	Prev.	Casos	Prev.	Casos	Prev.	Casos	Prev.	Casos	Previsto	Casos	Previsto
1984	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	27
1985	-	-	-	-	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	35
1986	-	-	1	3	3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	4	44
1987	-	-	4	4	9	13	1	-20	3	3	-	-	3	1	20	55
1988	3	1	10	7	20	17	1	-13	3	4	-	-	2	1	39	70
1989	2	1	16	12	31	23	7	-6	2	6	-	-	4	2	62	89
1990	1	2	24	19	34	32	6	1	7	8	6	4	2	2	80	112
1991	3	4	36	30	63	43	13	8	3	11	8	7	7	3	133	142
1992	7	6	54	45	86	57	6	15	19	16	6	11	5	5	183	179
1993	1	9	55	63	115	77	6	22	17	22	14	14	7	7	215	225
1994	6	14	85	85	147	103	7	29	42	29	18	18	8	9	313	282
1995	16	20	94	111	180	137	8	36	56	39	22	23	1	13	377	353
1996	20	27	116	143	222	181	17	43	50	51	25	28	6	17	456	440
1997	32	35	184	179	244	238	15	50	70	66	32	34	11	23	588	546
1998	24	44	221	221	289	311	21	56	89	83	50	41	18	29	712	675
1999	40	55	296	269	296	401	24	63	78	103	53	48	27	36	814	829
2000	34	66	315	324	307	510	54	70	147	125	59	57	26	43	942	1010
2001	49	78	371	384	544	638	54	77	148	149	69	66	32	49	1267	1220
2002	73	90	473	452	633	784	36	84	196	173	88	77	48	55	1547	1458
2003	48	102	412	527	725	944	95	91	204	198	89	89	39	60	1612	1724
2004	67	114	565	610	1012	1111	114	98	201	223	99	102	56	64	2114	2014
2005	75	127	626	701	948	1278	70	105	229	246	82	117	54	67	2084	2321
2006	88	139	673	800	943	1438	71	112	292	268	115	135	34	69	2216	2637
2007	112	150	718	907	1096	1584	114	119	294	289	91	154	58	71	2483	2955
2008	112	161	966	1024	1390	1713	154	126	280	307	129	175	61	72	3092	3265
2009	112	172	1057	1150	1369	1822	146	133	268	323	157	200	39	73	3148	3559
2010	123	182	1085	1286	1521	1913	163	140	301	338	145	227	61	74	3399	3830
2011	142	191	1049	1432	1484	1985	130	147	368	350	184	258	76	74	3433	4075
2012	150	200	1042	1588	1520	2043	128	154	367	361	198	292	69	74	3474	4292
2013	200	208	1341	1756	1816	2087	147	160	439	370	251	331	65	74	4259	4479
2014	178	215	1529	1934	2005	2122	150	167	428	377	222	375	72	75	4584	4638
2015	142	222	1220	2124	2180	2148	158	174	368	384	226	424	62	75	4356	4772
2016	225	229	1203	2326	2273	2167	183	181	338	389	200	479	74	75	4496	4883
2017	233	235	1144	2540	1961	2182	189	188	335	394	249	541	72	75	4183	4974

Fonte: Os autores

Os comparativos entre modelos e dados reais foram feitos somente dentro da amostra. Os anos de 2014 a 2017 contém os dados preliminares do Datasus, ou seja,

ainda não estão consolidados e podem sofrer alterações. Os dados contidos na Tabela 02 evidenciam que os modelos de regressão estimados para os sete estados da Região Norte são significativos para a previsão dentro da amostra aproximando os valores dos casos reais.

Pode-se observar a capacidade de previsão, por exemplo, na Tabela 02 para o Acre cujo modelo logístico mostra estabilidade em torno de 75 casos novos anuais da doença, tendo em vista que essa aproximação vem se desenhando desde o ano de 2003 com 61 casos notificados e lentamente crescendo até o valor de estabilidade. No estado do Amapá, o modelo ajustado foi o MMF *model* que é também uma função da família logística, indica estabilidade futura de casos de AIDS, porém, no período considerado o modelo possui comportamento inicial de função exponencial, inferindo que o Amapá está na fase de aumento dos casos.

Com relação ao estado do Pará, o modelo logístico se ajustou aos dados e indica estabilidade nos casos novos da doença em torno de casos 2200 anuais conforme indica seu modelo logístico, o mesmo acontece com o estado de Rondônia que também foi modelado pela função logística indicando que vai atingir estabilidade de casos novos a partir de 2019 com cerca de 400 casos anuais da doença na população. E, para a Região Norte, o modelo logístico indica que nesta região, os casos novos de AIDS irão se estabilizar a partir de 2026 com cerca de 5300 casos novos da doença ao ano, embora os dados não consolidados de 2014 a 2017 apontem uma redução anual dos casos de AIDS na Região.

Por meio do modelo logístico, também foi possível verificar que o número de casos absolutos de AIDS na Região Norte teve seu período epidêmico entre os anos de 1984 a 2000, conforme indicado no gráfico H da Figura 01, quando então os casos começaram a demonstrar desaceleração no crescimento dos valores anuais. Os primeiros anos de epidemia da região Norte foram caracterizados por ausência de políticas de enfrentamento da doença pelo estado brasileiro (MAIA; REIS JUNIOR, 2019) situação essa que foi marcante em todo território nacional e que perdurou até meados dos anos 80. Os primeiros esboços de reação nesse período foram originários das próprias comunidades afetadas e de segmentos progressistas, levando ao surgimento

das primeiras organizações não governamentais de combate ao HIV (VILLARINHO, et al., 2013).

A Região Norte começou a desacelerar então sua taxa de crescimento de casos de AIDS a partir dos anos 2000, fruto do desenvolvimento de programas de combate ao HIV/AIDS dos anos 90, resultado dos esforços do governo, sociedade civil e pesquisadores engajados na elaboração de políticas públicas, vale ressaltar o importante papel do SUS nesse processo, fazendo o acolhimento e tratamento gratuito das pessoas infectadas, distribuindo os medicamentos AZT já em 1991 e, dos primeiros Antirretrovirais – ARV em 1996 (Guimarães, et. al., 2017; Greco, 2016) resultando em controle das taxas de incidências de casos novos em diversos estados e, conforme se verifica pelo modelo logístico da região Norte, uma trajetória futura de estabilidade de casos novos da doença. Espera-se que a partir de 2025 consiga manter constante os casos anuais, acompanhando assim, a tendência nacional de estabilidade que nos últimos cinco anos gira em torno de 40 mil casos novos por ano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

A disponibilidade universal da terapia antirretroviral aumenta a sobrevivência do paciente, reduzindo sua carga viral e conseqüentemente reduzindo o risco de transmissão do vírus para pessoas saudáveis (UNAIDS, 2018). A terapia com antirretroviral e sua contribuição para reduzir a transmissão da AIDS é uma realidade observada no estado brasileiro que oferece testes rápidos de diagnóstico e tratamento imediato (LAZARINI, et. al., 2012; SZWARCOWALD; CASTILHO, 2011; DOURADO et al, 2006).

Em estudo realizado por Coelho (2019) que objetivava “descrever o perfil epidemiológico dos casos subnotificados no país entre 2012 e 2016, com relação a variáveis sociais e demográficas e analisar a tendência temporal segundo municípios brasileiros com relação à subnotificação”, foi verificado que, a região Norte, no período considerado, era a região que detinha o maior percentual de municípios com casos de AIDS com uma proporção de cerca de 92% do total, revelando um quadro preocupante do ponto de vista da disseminação da doença nesta região.

Uma questão importante para o aumento dos casos de HIV/AIDS na região Norte também ocorre por meio da melhoria da qualidade dos dados, pois, o Boletim Epidemiológico de 2019 (Ministério da Saúde, 2019) mostra que no intervalo de 2008 a 2018, todos os estados com exceção de Roraima, aumentaram suas taxas de detecções de casos novos com destaque para o Tocantins e Amapá com respectivos aumentos de 47% e 46% nas taxas. Um fator preocupante é que a taxa de detecção de AIDS em jovens vem aumentando no Brasil, inclusive na região Norte, em especial para a faixa de 15 a 29 anos para o sexo masculino (Ministério da Saúde, 2019), um estudo realizado por Maia et al. (2019) revela que o início precoce da vida sexual dos adolescentes, sem proteção, é um grave fator de risco, pois, está associado à alta incidência de IST's.

Outro fator que contribui para os elevados casos absolutos de AIDS na Região Norte é o próprio descaso das pessoas, no Amazonas, por exemplo, que apresentou o modelo polinomial como o mais eficiente para previsão, este estado obteve aumento considerável nos casos de AIDS, concentrando 30,7% dos casos absolutos da região Norte, os dados do Ministério da Saúde mostram que a população sexualmente ativa daquele estado negligencia os cuidados de prevenção de HIV: "na região Norte 87% das pessoas sabem da importância do uso do preservativo, mesmo assim, 50% da população sexualmente ativa não fizeram uso da camisinha em todas as relações sexuais com parceiros casuais, no último ano" (BRANCO, 2015).

Os resultados deste estudo demonstram que os elevados casos de AIDS na região Norte são alarmantes, e o investimento em políticas públicas de saúde continua sendo a melhor forma de combater a disseminação da doença. Além disso, uma questão importante é a busca de apoio na rede pública, que dispõe de tratamento para pessoas infectadas gratuitamente. Nos últimos anos o número de pacientes que buscam tratamento no SUS tem aumentado "em um ano, foi registrado aumento de 30% no número de pessoas que iniciaram o tratamento com antirretrovirais no Brasil, passando de 57 mil, em 2013, para 74 mil novos tratamentos, em 2014" (UNASUS, 2015).

Nesta direção, observa-se que os estudos de tendência temporal apoiados nos modelos de regressão lineares ou não lineares têm-se mostrado eficientes na descrição

da doença contribuindo para a tomada de decisão das políticas públicas de combate a AIDS. Trabalhos correlatos de tendência temporal são apresentados em diversas literaturas nacionais como em Lazarini *et. al* (2012) que investigaram a tendência temporal de AIDS na região Sul do Brasil, na cidade de Londrina segundo a idade e sexo dos indivíduos no período de 1986 a 2008.

Lazarini *et. al* (2012) optaram por trabalhar com taxa de incidência no lugar dos casos absolutos (como em nosso estudo), e utilizaram o método de regressão linear, os resultados da pesquisa em Londrina mostrou um período epidêmico muito forte entre os anos de 1986 a 1995, período este que coincide com o corrido na região Norte, com tendência de $Y = 6.98 + 0.95X$ (para o sexo feminino) e $Y = 21.71 + 0.97X$ (para o masculino), seguido de queda e estabilização das taxas de incidências nos anos 2000, $Y = 22.29 - 0.13X$ (feminino) e $Y = 22.53 - 0.16X$ (masculino).

Guimarães *et. al* (2017) investigaram a mortalidade por AIDS também utilizando as técnicas de modelos de regressão, neste estudo, os autores propuseram estudar a taxa de mortalidade para o Brasil e regiões. Os pesquisadores verificaram que enquanto o Brasil apresentou queda na mortalidade, $Y = -0.0618X + 6.41$, a Região Norte demonstra ir à contramão com elevada taxa caracterizada pelo modelo $Y = 0.234X + 8.75$, esse resultado corrobora com os dados que ora se apresenta neste manuscrito, haja vista que os elevados patamares de casos novos da doença implicam em uma massa considerável de pessoas infectadas sujeitas a ação do vírus e se não procurar ajuda médica pode ter a vida ceifada em pouco tempo.

Foi observado em Melo, Pimenta e Donalísia (2016) o uso de modelos de regressão para estudar a tendência de casos de HIV/AIDS em população idosa (60 anos ou mais) na região metropolitana de Belo Horizonte. Com o emprego do método, foi possível concluir que existe tendência de aumento significativo dos casos de AIDS na população alvo da capital mineira.

Uso do método de regressão também foi apresentado por Lima *et al.* (2017) que investigaram taxas de mortalidades e de incidência de HIV/AIDS nos estados do Brasil. Os autores relatam que, os estados que possuem maiores taxas de incidências da doença são Rio Grande do Sul, Roraima, Rio de Janeiro e Amazonas, evidenciando que

os estados da região Norte figuram entre os que possuem maiores taxas de infecção da doença. Os resultados encontrados por Lima et al. (2017) estão em consonância com os resultados apresentados em nossos estudos, pois o Amazonas possui aumento de casos modelado pela equação

$$Y = 3.98 - 1.63 * X + 0.65 * X^2 + 0.05 * X^3$$

e Roraima também possui aumento nos casos novos obedecendo a equação linear $Y = 6.93 * X - 26.69$ que também é significativa e, juntamente com os estados do Amapá e Tocantins, formam o quarteto de estados que possuem aumento nos casos de HIV/AIDS daquela região.

Nesta ótica, os estudos de tendência temporal têm demonstrado grande contribuição no sentido de ajudar a descrever a evolução das doenças ao longo do tempo, mostrando as suas principais características e norteando os órgãos de saúde para elaboração de política pública eficiente no longo/curto prazo.

5 CONCLUSÕES

Com a análise de tendência, via modelos de regressão, foi possível inferir que os estados da região Norte que apresentam casos crescentes de HIV/AIDS são: Amapá, Amazonas, Tocantins e Roraima. Já os estados que apresentam casos da doença estabilizados são: Rondônia, Pará e Acre. Estes resultados evidenciam desequilíbrio no processo de aplicação de políticas públicas de combate a AIDS nos estados, mesmo existindo diretrizes nacionais que orientam os estados. Algumas hipóteses podem ser pensadas para futuros estudos como a situação financeira dos estados nesta região como também a dimensão territorial da Amazônia, cujo acesso restrito de longínquas regiões aos centros de tratamento podem facilitar a expansão da doença.

REFERÊNCIAS

BRANCO C. **Amazonas vive epidemia de AIDS, alerta Ministério da Saúde**. Repórter [internet]. 2015 fev 10 [cited 2018 ago 10] Available from: <http://www.reporter-am.com.br/ministerio-da-saude-alerta-amazomas-vive-epidemia-de-aids/>

CACHAY ER. **Infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV)**. [Internet]. MANUAL MSD Versão Saúde para a Família; 2018. [cited 2018 may 07]. Available from: <https://goo.gl/fqbaUW>

COELHO RA. **Estudo da distribuição da subnotificação do HIV/aids no Brasil, 2012 a 2016**. [dissertation]. Brasília: Faculdade de Medicina/UnB; 2019 108 p.

DOURADO I, VERAS MASM, BARREIRA D, BRITO AM. Tendência da epidemia de AIDS no Brasil após a terapia anti-retroviral. **Rev Saúde Pública** 2006;40(Supl):9-17

GRANJEIRO A, SILVA LL, TEIXEIRA PR. Resposta à AIDS no Brasil: contribuições dos movimentos sociais e da reforma sanitária. **Rev Panam Salud Publica**. 2009; 26(1): 87-94.

GRECO D B. Trinta anos de enfrentamento à epidemia da Aids no Brasil, 1985-2015. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2016; 21(5):1553-1564.

GUIMARÃES MDC, CARNEIRO M, ABREU DMX, FRANÇA EB. Mortalidade por HIV/Aids no Brasil, 2000-2015: motivos para preocupação?. **Rev Bras Epidemiol**. 2017; 20(suppl 1): 182:190.

LAZARINI, FM, MELCHIOR R, GONZÁLEZ AD, MATSUO T. Tendência da epidemia de casos de Aids no Sul do Brasil no período de 1986 a 2008. **Rev Saúde Pública**. 2012; 46(6):960-8.

LIMA RLFC, MOREIRA NRTL, MEDEIROS ARC, MORAES RM, NASCIMENTO JÁ, VIANNA RPT, SANTOS SR. Estimativas da incidência e mortalidade por Vírus da Imunodeficiência Humana e sua Relação com os Indicadores Sociais nos Estados do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**. 2017; 21(2):139-144.

MAIA, ECA, REIS JUNIOR LP. *Modos de enfrentamento do HIV/AIDS: direitos humanos, vulnerabilidades e assistência à saúde*. **Rev. Nufen: Phenom. Interd**. 2019; 11(1): 178-193.

MAIA DAC, COSTA IS, ALMEIDA HS, LOPES DL, COSTA SS. Perfil de adolescentes e jovens adultos portadores de HIV/AIDS na região nordeste brasileira entre os anos de 2004 e 2016. **Adolesc. Saude**, 2019; 16(2): 72-81.

MELO MC, PIMENTA AM, DONALISIA MR. Perfil Epidemiológico de Idosos com AIDS na Macrorregião de Saúde de Belo Horizonte. **Enferm. Cent. O. Min**. 2016; 6(1): 2020-2033.

MEIRELLES, MQB. **Gestantes HIV+/AIDS no Brasil: 15 anos de uma epidemia desigual**. [dissertation]. Natal: Centro de Ciências da Saúde/UFRN; 2016. 106 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico HIV-AIDS. Ano II, n. 01**. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde ; 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico HIV-AIDS. Ano V, n. 01**. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico HIV-AIDS. Numero Especial**. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2019.

OLIVEIRA VS, RODRIGUES BM, AQUINO EC. Mortalidade por AIDS no Centro-Oeste Brasileiro em 10 anos: uma análise de séries temporais por faixas etárias. **Rev. Saúde Col**. UEFS. 2019; 9: 212-217

ONU BRASIL. **Grupo de trabalho das Nações Unidas aborda transmissão vertical do HIV no Brasil**. 2019. Available from: <https://nacoesunidas.org/grupo-de-trabalho-das-nacoes-unidas-aborda-transmissao-vertical-do-hiv-brasil/>

ONU. [Internet]. **A ONU e a Resposta a AIDS no Brasil**. 2012. [cited 2018 may 18]. Available from: <https://unaids.org.br/wp-content/uploads/2016/03/A-ONU-e-a-resposta-PORTUGU%C3%8AS.pdf>

PORTAL G1. **Casos de AIDS entre jovens aumentam mais de 50% em 6 anos no Brasil**; 2014 Nov 30 [cited 2018 ago 10] Available from: <http://glo.bo/12ikAkb>

SZWARCWALD CL, CASTILHO EA. A epidemia de HIV/AIDS no Brasil: três décadas. **Cad Saúde Pública** [internet]. 2011. [cited 2020 fev 11]. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2011001300001&script=sci_arttext&tlng=pt

UNA-SUS. [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde (BR)) [cited 2018 may 07]. **Novo protocolo aumenta acesso ao tratamento com antirretrovirais. 2015**. [cited 2020 fev 11]. Available from: <https://www.unasus.gov.br/noticia/novo-protocolo-aumenta-acesso-ao-tratamento-com-antirretrovirais>

UNAIDS – Nota explicativa. **Indetectável = intransmissível saúde pública e supressão da carga viral do HIV.** [Internet]. 2018. [cited 2020 fev 11]. Available from: https://unaid.org.br/wp-content/uploads/2018/07/Indetectável-intransmissível_pt.pdf?fbclid=IwAR1...

VILLARINHO, MV, PADILHA MI, BERARDINELLI LMM, BORENSTEIN MS, MEIRELLES BHS, ANDRADE SR. Políticas públicas de saúde face à epidemia da AIDS e a assistência às pessoas com a doença. **Brasília: Revista Brasileira de Enfermagem.** 2013; 66(2): 271-277.

VILELA APM, LEITE FMC, SCHMILDT ER, BUBACH S, TRISTÃO KM, AMORIM EP. **Tendência da AIDS segundo categoria exposta na microrregião São Mateus, no Espírito Santo e no Brasil, no período de 1999 a 2008** [internet] Available from: https://www.researchgate.net/publication/311457061_Tendencia_da_aids_segundo_categoria_exposta_na_microrregiao_Sao_Mateus_no_Espirito_Santo_e_no_Brasil_no_periodo_de_1999_a_2008

YANG S, CHIU A PY, LIN Q, ZENG Z, LI Y, ZHANG Y et al HIV epidemics in Shenzhen and Chongqing, China. **PLOS One.** 2018. 13(2): 1-15. [cited 2020 fev 11]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5813969/>