

Obesidade adulta em regiões da África: uma análise via modelos de regressão beta

Adult obesity in African regions: an analysis by beta regression models

Valentina Wolff Lirio e Laís Helen Loose

Resumo:

Objetivo: modelar a proporção de adultos do continente africano no ano de 2016 por meio de covariáveis. Método: modelo de regressão beta, o conjunto de dados utilizado no estudo foi coletado no site da Organização Mundial da Saúde (OMS), provenientes de 43 países pertencentes ao continente africano, divididos em 5 regiões da África. As variáveis utilizadas no estudo foram a proporção de adultos obesos (y) como variável resposta, e como variáveis explicativas foram utilizadas as variáveis expectativa de vida ao nascer (em anos) (x_1); álcool (consumo per capita registrado) (x_2); prevalência de atividade física insuficiente (x_3); regiões da África (x_4); IMC médio (x_5); excesso de peso entre crianças (5-9 anos) (x_6); e prevalência estimada de depressão (x_7). As análises foram realizadas no software R, utilizando o pacote betareg. Resultados: O modelo de regressão beta com dispersão variável se mostrou adequado. As covariáveis que influenciam a proporção de adultos obesos são: a expectativa de vida ao nascer (em anos) (x_1), prevalência de atividade física insuficiente (x_3), IMC médio (x_5), e excesso de peso entre crianças (5-9 anos) (x_6), para o modelo da média, e as covariáveis IMC médio (x_5) e prevalência estimada de depressão (x_7), para o modelo da precisão. Todas as covariáveis, foram significativas ao nível de 10% de significância. Todas as covariáveis para o modelo da média, exceto x_1 , apresentaram efeito positivo sobre a variável resposta (y), e no modelo para a precisão tanto x_5 quanto x_7 apresentaram efeito negativo. Considerações finais: com este estudo espera-se apresentar uma abordagem adequada para modelagem de dados da proporção de adultos obesos, a divulgação do modelo de regressão beta e a identificação de fatores de risco para a obesidade.

Palavras-chave: Modelo de regressão Beta; Obesidade; África.

Abstract:

Objective: to model the proportion of obese adults on the African continent in 2016 using covariates. Method: beta regression model, the data set used in the study was collected on the World Health Organization (WHO) website, from 43 countries belonging to the African continent, divided into five regions of Africa. The variables used in the study were the proportion of obese adults (y) as the response variable, and the variables life expectancy at birth (in years) (x_1) were used as explanatory variables. alcohol (registered per capita consumption) (x_2); the prevalence of insufficient physical activity (x_3); Africa regions (x_4); mean BMI (x_5); overweight among children (5-9 years old) (x_6); and estimated prevalence of depression (x_7). The analyzes were performed in the R software, using the betareg package. Results: The beta regression model with variable dispersion proved to be adequate. The covariates that influence the proportion of obese adults are life expectancy at birth (in years) (x_1), the prevalence of insufficient physical activity (x_3), mean BMI (x_5), and overweight among children (5-9 years) (x_6), for the mean model, and the covariates mean BMI (x_5) and estimated prevalence of depression (x_7), for the precision model. All covariates were significant at the 10% significance level. All covariates for the mean model, except x_1 , had a positive effect on the response variable (y), and in the precision model, both x_5 and x_7 had a negative effect. Final considerations: this study is expected to present an adequate approach for modeling data on the proportion of obese adults, the dissemination of the beta regression model, and the identification of risk factors for obesity.

Keywords: Beta regression model; Obesity; Africa.

Como citar este artigo:
LIRIO, V. W.; LOOSE, L.
H. Obesidade adulta em
regiões da África: uma
análise via modelos de
regressão beta. Revista
Saúde (Sta. Maria). 2023; 49.

Autor correspondente:
Nome: Valentina Wolff Lirio
E-mail: valentinawlirio@
gmail.com
Formação: Estatística.
Graduada pela
Universidade Federal de
Santa Maria (UFSM)
Filiação: Universidade
do Minho - Guimarães,
Portugal

Endereço: Rua Tapajós,
108. Gueller, Santo Ângelo,
Rio Grande do Sul. CEP:
98805500

Data de Submissão:
25/04/2022
Data de aceite:
11/11/2022

Conflito de Interesse: Não
há conflito de interesse

DOI:
10.5902/2236583470075



INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crônica definida pelo acúmulo demasiado de tecido adiposo no organismo. A combinação de fatores genéticos, metabólicos, ambientais, sociais, comportamentais, culturais e até de fatores demográficos, estão relacionados com o surgimento dessa doença. Nos últimos anos, vem se tornando um dos principais problemas de saúde pública, já que, além de causar vários problemas de saúde, aumenta o risco de morte prematura e afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas^(1,2).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define a obesidade como a excessiva concentração de gordura que pode prejudicar a saúde do indivíduo. O índice de massa corporal (IMC) é uma medida capaz de avaliar a concentração de gordura em adultos, sendo definido como a razão entre o peso do indivíduo dado em quilogramas (kg) e sua altura ao quadrado (m^2)⁽³⁾. Quanto à classificação sobre obesidade, considerando o IMC, as pessoas que apresentam $IMC \geq 30kg/m^2$ são classificadas como obesas⁽⁴⁾.

O consumo de alimentos altamente energéticos e a falta de atividade física se destacam por facilitarem o ganho de calorias e diminuïrem o gasto de energia corporal ao longo do dia, entre outros fatores, que podem levar à obesidade⁽⁵⁾.

O tema abordado no presente estudo, é muito relevante e importante de ser tratado, já que acomete muitas pessoas em diversos locais do mundo, além de mostrar que por mais que o continente africano é visto pelo mundo como um continente que sofre da fome, existe também pessoas obesas, principalmente em regiões mais desenvolvidas, como a África Meridional. Nesse sentido, o estudo tem como objetivo identificar variáveis que expliquem a proporção de adultos obesos em países do continente africano no ano de 2016, por meio do modelo de regressão beta, o qual foi proposto por Ferrari e Cribari-Neto⁽⁶⁾ e generalizado por Simas, Barreto-Souza e Rocha⁽⁷⁾.

No contexto de modelagem da proporção de obesos adultos, o estudo proposto por Souza et al.⁽⁵⁾, utilizou a regressão beta com o objetivo de estudar a distribuição da obesidade em adultos de diferentes nações. Destacamos ainda que o uso do modelo de regressão beta na modelagem de dados duplamente limitados tem sido amplamente explorado nos últimos anos, sendo mais adequado que o modelo linear normal, já que este não atende a restrição do suporte dos dados, que são restritos ao intervalo (0,1). Tal fato

pode acarretar em previsões fora do intervalo unitário. Para mais detalhes sobre o modelo de regressão beta ver Ferrari e Cribari-Neto⁽⁶⁾ e Simas, Barreto-Souza e Rocha⁽⁷⁾.

Cabe salientar que o tema obesidade no continente africano pode parecer irrelevante e de difícil compreensão, já que o continente é conhecido por possuir frequentemente emergências nutricionais profundas. Entretanto, há países mais desenvolvidos, como a África do Sul, que apresenta consideráveis proporções de adultos obesos, justificando a relevância do presente estudo, que visa reconhecer variáveis que estejam associadas e expliquem a proporção de adultos obesos no país, em 2016, por meio do modelo de regressão beta.

METODOLOGIA

O presente trabalho é um estudo ecológico, do tipo descritivo quanto ao objetivo e com abordagem quantitativa. O conjunto de dados corresponde a dados secundários, ou seja, que já foram coletados anteriormente em outras pesquisas e que podem ser utilizados para o desenvolvimento de novos estudos. Os mesmos estão disponíveis no site da Organização Mundial da Saúde (OMS) (<http://www.who.int>)⁽⁸⁾. Os dados são provenientes de 43 países pertencentes ao continente africano, divididos em 5 regiões, em que 7 (16%) países pertencentes à região da África Central, 8 (18%) países da África Meridional, 14 (33%) países da África Ocidental, 11 (26%) países da África Oriental e 3 (7%) países da África Setentrional. O ano definido para a coleta dos dados da variável resposta (y), proporção de adultos obesos, foi o de 2016, por ser o ano mais recente disponível no momento da obtenção dos dados.

De acordo com a Resolução nº 510 de 7/04/2016 o presente estudo não necessita a avaliação do Comitê de Ética, dado que o desenvolvimento deste estudo é baseado em dados secundários e os mesmos são de domínio público (9), logo o presente estudo não envolveu a coleta de dados primários.

As variáveis utilizadas no estudo são apresentadas abaixo com suas respectivas descrições:

y: proporção de adultos obesos, 18 anos ou mais, com IMC ≥ 30 kg/m², em 2016;

x1: expectativa de vida ao nascer, em anos, no ano de 2019;

x2: álcool, consumo per capita registrado, 15 anos ou mais, (em litros de álcool puro) no ano de 2018;

x3: porcentagem de atividade física insuficiente entre os adultos em 2016. Em outros termos, porcentagem de população definida atingindo menos de 150 minutos de atividade física de intensidade moderada por semana ou menos de 75 minutos de atividade física de intensidade vigorosa por semana, ou equivalente;

x4: regiões da África (África Setentrional (AS), África Meridional (AM), África Central (AC), África Ocidental (AOC) e África Oriental (AOR));

x5: IMC médio (kg/m^2). Índice de massa corporal (IMC) médio (kg/m^2), com base na altura e peso medidos de pessoas com mais de 18 anos, no ano de 2016;

x6: Prevalência de excesso de peso de crianças entre 5 e 9 anos, IMC maior que 1 desvio padrão acima da mediana, no ano de 2016.

x7: Prevalência estimada de depressão no ano de 2015. Número de pessoas com transtorno depressivo (transtorno depressivo maior/episódio depressivo ou distímia). O transtorno depressivo maior/episódio depressivo envolve sintomas como humor deprimido, perda de interesse e prazer e diminuição da energia; dependendo do número e da gravidade dos sintomas, um episódio depressivo pode ser classificado como leve, moderado ou grave.

Todas as análises foram realizadas utilizando o *software* R⁽¹⁰⁾, e o ajuste do modelo de regressão beta foi feito utilizando o pacote *betareg*.

Destacamos algumas etapas sequenciais utilizadas para ajuste e seleção do modelo de regressão beta a fim de contemplar o objetivo do estudo:

Etapa 1: Ajuste do modelo utilizando a função *betareg*. Neste passo foi ajustado o modelo com todas as covariáveis.

Etapa 2: Ajuste de modelos concorrentes.

Etapa 3: A partir dos critérios de seleção de modelos, AIC e BIC, é escolhido o melhor modelo para modelagem da média da variável resposta, ou seja, o modelo que apresentou menores valores para estes critérios é o escolhido.

Etapa 4: Ajuste de modelos com diferentes funções de ligação para a modelagem da média, a fim de identificar qual a mais adequada para esta aplicação. O modelo que fornecer os menores valores para os critérios de seleção de modelos indicará qual a função de ligação deve ser utilizada. As funções de ligação testadas nessa aplicação foram a *logit*, *probit*, *loglog*, *cloglog* e *cauchit*.

Etapa 5: Análise do erro padrão: se o mesmo for muito grande, pode ser um indício de que a modelagem da precisão também se faz necessária, ou seja, além do modelo para a média (μ), será necessário ajustar um modelo para a precisão (ϕ).

Etapa 6: Ajuste de modelos com precisão variável: neste passo são utilizadas as covariáveis que apresentaram alguma variabilidade na análise exploratória. A função de ligação mais usual para a modelagem de ϕ é a *log*. Porém, ainda podemos utilizar outras funções de ligação, como a raiz quadrada.

Etapa 7: A partir dos critérios de seleção de modelos, verificamos qual função de ligação é mais adequada para modelar a precisão, o modelo que apresentar menores valores para estes critérios é o utilizado.

Etapa 8: Definido o melhor modelo com precisão fixa e o melhor modelo com precisão variável, é necessário fazer um teste para verificar qual dos dois modelos é o mais adequado. O teste utilizado é o teste de razão de verossimilhanças (RV), do pacote *lmtest*. O teste tem como hipótese nula que a precisão é fixa, e como hipótese alternativa que pelo menos um ϕ_t é diferente, caso a hipótese nula seja rejeitada o modelo com precisão variável é o mais adequado para modelar os dados e será utilizado para as demais análises, caso contrário é utilizado o modelo com precisão fixa.

Etapa 9: Para avaliar a qualidade do ajuste utilizam-se alguns testes e medidas. É realizado o teste *Reset*, do pacote *lmtest*, para verificar se o modelo escolhido está corretamente especificado. O teste tem como hipótese nula que o modelo está corretamente especificado. Nessa etapa também é analisado o valor do pseudo- R^2 do modelo obtido. Ainda, são avaliados os resíduos do modelo, a fim de verificar se todas as suposições do modelo são atendidas.

Após definido o modelo por meio destas etapas sequencias, as interpretações sobre o modelo ajustado são fornecidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISE DESCRITIVA

A análise descritiva dos dados pode ser observada na Tabela 1, na qual é apresentada o valor mínimo (Mín), 1º quartil (Q1), mediana (M_o), média, 3º quartil (Q3), máximo (Máx) e coeficiente de variação (CV) das variáveis utilizadas na modelagem da regressão beta. Po-

demos observar que a proporção de adultos obesos (y) varia de 0,04 até 0,28, com cerca de 25,00% dos países apresentando valores de y superiores a 0,13 ou 13,20%.

A menor expectativa de vida ao nascer (x_1) foi de aproximadamente 51 anos, e a maior, de aproximadamente 77 anos, com uma expectativa de viver, em média, 65 anos aproximadamente. O consumo médio de álcool por pessoa em litros (x_2) apresentou valor mínimo de 0,11 e máximo de 9,36, com média de 3,11. Em 50,00% dos países, a prevalência das pessoas que praticam atividade física insuficiente (x_3) é superior a 21,80%, com mínimo de 5,52% e máximo de 40,42%.

Em relação ao IMC médio (kg/m^2) (x_5), temos que o valor mínimo é de 20,60 e o valor máximo de 27,30, com média de 23,67. Para a Prevalência de excesso de peso de crianças entre 5 e 9 anos (x_6), vemos que o percentual mínimo é de 7,80% e o máximo é de 33,80%, com média de 14,29%. Para a prevalência estimada de depressão (x_7), temos que o valor mínimo é de 3,44 e o máximo de 4,93, com média de 4,13.

Para o CV, x_2 apresenta a maior variabilidade dos dados em relação à média, com CV de aproximadamente 83,00%. As variáveis x_4 e x_6 , possuem um CV alto, portanto, percebemos que os dados não são homogêneos e que as médias do conjunto de dados não são representativas, exceto para as variáveis x_1 , x_5 e x_7 as quais possuem uma variabilidade menor que 10,00%, indicando dados homogêneos.

A maior proporção de adultos obesos (y) pertencem a África do Sul (África Meridional) e a menor proporção pertence a Etiópia (África Oriental). Os maiores valores para a expectativa de vida (x_1) são da Argélia e Tunísia (África Ocidental) e os menores valores foram para a República Centro-Africana e Lesoto (África Central e África Meridional, respectivamente).

O maior consumo de álcool por pessoa (x_2) é de Seychellese (África Oriental) e o menor consumo é do Níger (África Ocidental). Em relação a maior proporção de pessoas que praticam atividade física insuficiente (x_3) destaca-se Mali (África Ocidental) e África do Sul (África Meridional) e a menor proporção de pessoas que praticam atividade física insuficiente são de Moçambique e Uganda, ambos pertencentes a região da África Oriental.

O maior IMC médio (kg/m^2) (x_5) é da África do Sul (África Meridional) e o menor é da Etiópia (África Oriental). A maior prevalência de excesso de peso de crianças entre 5 e 9 anos (x_6) é da Argélia (África Ocidental) e a menor é de Burkina Faso (África Ocidental). A

menor prevalência de pessoas com depressão (x7) é de Níger (África Ocidental) e a maior é de Cabo Verde (África Ocidental).

De forma geral, percebe-se que a maior proporção de pessoas obesas, bem como o maior IMC médio, é da África do Sul, que é um dos países africanos mais desenvolvidos, ou seja, as pessoas possuem melhores condições de vida, dado que a África é conhecida por seus altos índices de pobreza. Dessa forma, a menor proporção de pessoas obesas, bem como o menor IMC médio, é da Etiópia, o qual é um país que sofre de subnutrição crônica. Destaca-se também que a prevalência de excesso de peso de crianças entre 5 e 9 anos não é tão grande, pelo fato já citado de que os africanos vivem, muitas vezes, em condições precárias. Outro fator de destaque, é que os países utilizados no estudo possuem uma expectativa de vida média de aproximadamente 65 anos, a qual é maior do que a expectativa média considerando todos os países do continente africano que é de 56 anos, esta expectativa de vida baixa é devido principalmente a falta de serviços médicos⁽⁸⁾.

Os resultados encontrados na análise descritiva vão de encontro ao que é visto na literatura estudada⁽¹¹⁾ no que diz respeito às causas da obesidade no continente africano ser, possivelmente, atribuída para países desenvolvidos e em desenvolvimento devido a acelerada e acentuada redução de gastos energéticos dos indivíduos. Essa redução teria início no predomínio crescente das ocupações e atividades que geram menor esforço físico (por exemplo para crianças, o aumento do tempo na frente da televisão ou jogando jogos eletrônicos), além de fatores alimentares, como a diminuição do dispêndio de fibras e o crescimento do consumo de gorduras e açúcares, bem como na diminuição da atividade física relacionada ao lazer.

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis em estudo

Variáveis	Mín	Q1	Md	Média	Q3	Máx	CV%
y	0,04	0,07	0,09	0,11	0,13	0,28	56,20
x1	50,75	62,41	64,58	65,07	67,36	77,13	8,43
x2	0,11	0,94	2,54	3,11	4,675	9,36	82,93
x3	5,52	15,15	21,80	21,26	26,97	40,42	39,93
x5	20,60	22,75	23,50	23,67	24,50	27,30	6,64
x6	7,80	11,10	12,20	14,29	15,95	33,80	39,60
x7	3,42	3,86	4,10	4,13	4,38	4,93	9,29

Legenda: y: proporção de adultos obesos; x1: expectativa de vida ao nascer; x2: álcool, consumo per capita; x3: porcentagem de atividade física insuficiente; x5: IMC médio (kg/m²); x6: Prevalência de excesso de peso de crianças entre 5 e 9 anos; x7: Prevalência estimada de depressão.

AJUSTE DO MODELO

Seguindo a sequência de passos descrita na metodologia. O modelo de regressão beta com precisão variável é dado pelas equações 1 e 2:

$$probit(\mu_t) = \beta_0 + \beta_1 x1_t + \beta_2 x3_t + \beta_3 x5_t + \beta_4 x6_t \quad (1)$$

$$\log(\phi_t) = \gamma_0 + \gamma_1 x5_t + \gamma_2 x7_t \quad (2)$$

com $t = 1, \dots, 43$. Nesse modelo, considera-se uma estrutura de regressão para modelagem da média (μ_t), por meio de uma função de ligação e também uma estrutura para modelagem da precisão, a qual varia com as observações, assume-se assim uma estrutura heteroscedástica.

Para testar se o modelo proposto nas equações 1 e 2 está corretamente especificado, utilizou-se o teste *Reset*. O teste verifica se a função de ligação escolhida, o modelo para a média e o modelo para a precisão são adequados e tem como hipótese nula que o modelo está corretamente especificado. O modelo adotado nas análises não rejeitou a hipótese nula ao nível de 5,00% de significância, ou seja, está corretamente especificado, e não é necessário adicionar covariáveis adicionais, por exemplo, além da função de ligação estar correta e o modelo para a média e para a precisão também.

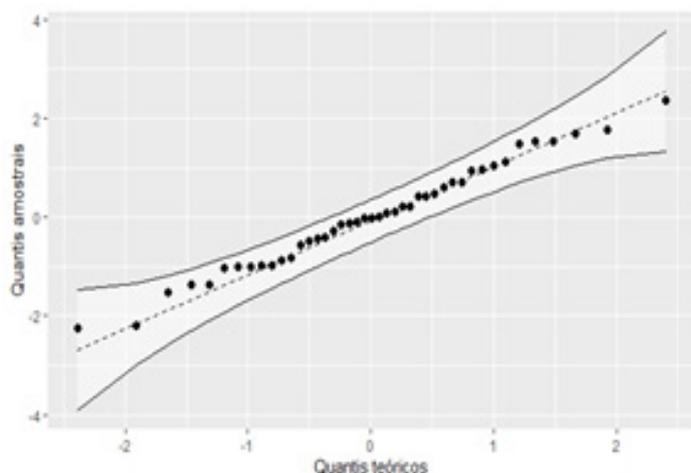
Para verificar a qualidade do ajuste do modelo, utilizou-se o coeficiente de determinação ajustado (pseudo- R^2). O pseudo- R^2 é uma medida global da variação explicada e análogo ao coeficiente de determinação utilizado nos modelos de regressão linear normais. O valor observado foi de pseudo- $R^2 = 0,89$, logo, pode-se dizer que as covariáveis são capazes de explicar cerca de 90,00% da variabilidade total da proporção de adultos obesos em regiões da África. Além disso, temos que esta medida apresenta valores restritos ao intervalo (0,1), ou seja, quanto mais próximo de 1, melhor a qualidade do ajuste ou o poder explicativo do modelo, neste caso temos um pseudo- R^2 considerado alto.

Como o modelo selecionado está corretamente especificado, é realizada a análise de diagnóstico. Essa análise é uma etapa importante do ajuste de um modelo de regressão, já que ela nos permite verificar possíveis afastamentos de suposições feitas para o modelo e nos auxilia na identificação de observações extremas e que produzem alguma interferência desproporcional nos resultados inferenciais.

Para a análise de diagnóstico são utilizados os resíduos dados a seguir: o resíduo ponderado padronizado tipo 2, o resíduo ajustado, resíduo de alavancagem e distância de

cook. As análises dos resíduos não mostraram, de forma geral, pontos discrepantes ou comportamentos atípicos. Ressalta-se apenas que as observações 1 e 35 seriam possíveis *outliers* em alguns gráficos, entretanto, ao reajustar o modelo sem a presença dessas observações não houveram mudanças inferenciais significativas.

Figura 1 – Envelope simulado



Por fim, na Figura 1, o envelope simulado ou gráfico normal de probabilidades é apresentado, o mesmo é útil para verificar se a distribuição assumida para a variável resposta é adequada, neste caso temos que todos os pontos encontram-se dentro das bandas de confiança, indicando que o modelo com base na distribuição beta adotado é adequado para modelar os dados da proporção de adultos obesos nas regiões da África.

Na Tabela 2, são apresentadas as estimativas dos parâmetros, os erros padrões e os *p*-valores utilizados para determinar a significância dos parâmetros associados às covariáveis do modelo proposto. Aqui, foram utilizadas as funções de ligação *probit* e *log* para relacionar o preditor linear, respectivamente, à resposta média e à precisão da variável de interesse.

Tabela 2- Ajuste do modelo de regressão beta com dispersão variável aos dados de taxa de obesidade na África considerando covariáveis

Função de ligação	Efeitos	Parâmetros	Estimativas	Erro padrão	p-valor
probit (μ_t)	-	β_0	-3,971	0,260	<0,001
	x1	β_1	-0,004	0,002	0,086
	x3	β_2	0,004	0,001	<0,001
	x5	β_3	0,108	0,009	<0,001
	x6	β_4	0,024	0,004	<0,001
log (ϕ_t)	-	γ_0	29,979	3,495	<0,001
	x5	γ_1	-0,790	0,147	<0,001
	x7	γ_2	-1,212	0,606	0,045

O modelo das equações 1 e 2, agora estimado, pode ser escrito em forma das equações 3 e 4:

$$\text{probit}(\hat{\mu}_t) = -3,971 - 0,004x1_t + 0,004x3_t + 0,108x5_t + 0,024x6_t \quad (3)$$

$$\log(\hat{\phi}_t) = 29,979 - 0,790x5_t - 1,212x7_t \quad (4)$$

A variável expectativa de vida ao nascer (x1) possui um efeito negativo, isto pode ser justificado pelo fato de que quanto maior a obesidade, menor será a expectativa de vida destes indivíduos, já que a saúde dos mesmos fica comprometida com esta doença. As demais variáveis possuem efeito positivo. O efeito positivo da variável x3 (atividade física insuficiente) pode ser justificado pela diminuição da perda de calorias ao longo do dia proporcionada pelas práticas de atividade física insuficiente, ou seja, quanto mais o indivíduo deixar de praticar exercícios, menos chances de perder peso terá, e conseqüentemente não deixará de ser obeso. Acarretando ainda em uma menor qualidade de vida, permanecendo obeso ou aumentando mais ainda de peso. O efeito positivo da variável x5 (IMC médio), corrobora pelo fato de quanto maior o IMC de uma pessoa, mais chances de ser classificado como uma pessoa obesa. O efeito positivo da variável x6 (prevalência de excesso de peso de crianças entre 5 e 9 anos), pode ser justificado pelo fato de que uma criança com excesso de peso possui grandes chances de se tornar um adulto obeso, já que quanto maior o excesso de peso, maior a chance de ser classificado como obeso. Em relação à modelagem da precisão, temos que as covariáveis x5 e x7 foram significativas ao nível de 5,00% de significância. Vale ressaltar que quanto maiores forem os valores de x5 e x7, menor será a precisão dos dados, conseqüentemente, a dispersão aumenta. Para a modelagem da média, todas as covariáveis foram significativas ao nível de 10,00% de significância.

A significância das covariáveis expectativa de vida em anos e atividade física insuficiente também foi observada nos resultados obtidos no estudo de Souza et al.⁽⁴⁾. Ainda, o mesmo estudo identificou como significativas as variáveis porcentagem da população que vive em áreas urbanas e consumo médio de álcool por pessoa em um ano, além de que foi observado uma possível diferença nas proporções de adultos obesos entre os continentes da América e Europa com os da África e Ásia.

Os resultados de Souza et. Al ⁽¹²⁾ também indicam a significância quando considerado o modelo quantílico e em diferentes quantis (0,15;0,25;0,50;0,75;0,90) das variáveis porcentagem de atividade física insuficiente entre adultos e média do consumo em litros de álcool puro por pessoa em um ano, considerando a população com 15 anos ou mais. Ambos apresentam um efeito positivo nos quantis da proporção de obesos, assim como no presente estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de regressão beta com precisão variável foi utilizado para modelar os dados da proporção de adultos obesos em regiões da África no ano de 2016. Para a modelagem da média da variável proporção de adultos obesos as covariáveis expectativa de vida ao nascer (em anos) (x1), a prevalência de atividade física insuficiente (x3), IMC médio (x5), e excesso de peso entre crianças (5-9 anos) (x6), foram significativas. Já para a modelagem da precisão, as covariáveis IMC médio (x5) e prevalência estimada de depressão (x7) foram significativas, sendo adotado o nível de significância de 10,00%.

O teste *Reset* foi utilizado para verificar a correta especificação do modelo, indicando que o modelo escolhido está corretamente especificado e é adequado para modelagem da proporção de obesos na África no ano de 2016. A análise de diagnóstico se mostrou satisfatória. O coeficiente de determinação ajustado (pseudo-R²), forneceu um valor igual a 0,89, portanto, as covariáveis são capazes de explicar cerca de 90,00% da variabilidade total da proporção de adultos obesos em regiões da África. Cabe salientar que todas as covariáveis para o modelo da média, exceto x1, apresentaram efeito positivo sobre a variável resposta, e no modelo para a precisão tanto x5 quanto x7 obtiveram efeito negativo.

A limitação encontrada no trabalho, foi referente a ausência de dados de alguns países do continente africano, devido à dificuldade dos programas de nutrição em

notificarem os casos, contribuindo assim para a subnotificação. Assim como a disponibilidade de dados mais recentes.

Por fim, espera-se com este estudo apresentar uma abordagem adequada para modelagem de dados de proporção de obesos, a divulgação do modelo de regressão beta e a identificação de fatores de risco para a obesidade.

REFERÊNCIAS

1. de Oliveira Marques D e Quintilio MSV. Farmacologia da obesidade e riscos das drogas para emagrecer. *Revista Coleta Científica*. 2021;5(9):38-49.
2. Radaelli M, Pedroso RC e Medeiros LF. Farmacoterapia da obesidade: Benefícios e Riscos. *Saúde e Desenvolvimento Humano*. 2016;4(1):101-115.
3. Linhares RdS, Horta BL, Gigante DP, Dias-da-Costa JS, Olinto MTA. Distribuição de obesidade geral e abdominal em adultos de uma cidade no sul do Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2012;28(3):438-447.
4. Santana BSB, Pires CML, e Schuengue CMdOL. A obesidade como um fator de impacto e problema na saúde pública, e seus fatores de influência. *Anais do Seminário Científico do UNIFACIG*, n. 4, 2019.
5. Souza SdA, Silva AB, Cavalcante UMB, Lima CMBL, Souza TCd. Obesidade adulta nas nações: uma análise via modelos de regressão beta. *Cadernos de Saúde Pública*. 2018; 34:e00161417.
6. Ferrari SLP, Cribari-Neto F. Beta regression for modelling rates and proportions. *Journal of Applied Statistics*. 2004;31(7):799-815.
7. Simas AB, Barreto-Souza W, e Rocha AV. Improved estimators for a general class of beta regression models. *Computational Statistics e Data Analysis*. 2010;54(2):348-366.

-
8. OMS. Organização Mundial da Saúde. Disponível em: < <https://www.who.int/pt>>. Acesso em: 26 de out. de 2022.
 9. Guerriero ICZ. Resolução nº 510 de 7 de abril de 2016 que trata das especificidades éticas das pesquisas nas ciências humanas e sociais e de outras que utilizam metodologias próprias dessas áreas. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 8, p. 2619-2629, ago. 2016.
 10. R Core Team. R: A language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2022.
 11. Humbwavali JB. Situação nutricional e suas tendências em mulheres e crianças da África Subsaariana e fatores associados à desnutrição em uma população infantil de Luanda, Angola. 2016.
 12. Souza SdA, Silva AB, Cavalcante UMB, Lima CMBL, Souza TCd. Modelagem da obesidade adulta nas nações via modelo de regressão quantílica. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*. São Paulo. v. 13. n. 82. 2019.