



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E
CONTÁBEIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA APLICADA
MESTRADO EM ECONOMIA APLICADA

FATORES RELACIONADOS AO AMBIENTE ESCOLAR COM A
OBESIDADE DOS ESTUDANTES BRASILEIROS: UMA ANÁLISE VIA
LOGIT BAYESIANO COM INLA

CARLOS EDGAR PRILL DULLIUS

RIO GRANDE - RS
2019

CARLOS EDGAR PRILL DULLIUS

FATORES RELACIONADOS AO AMBIENTE ESCOLAR COM A
OBESIDADE DOS ESTUDANTES BRASILEIROS: UMA ANÁLISE VIA
LOGIT BAYESIANO COM INLA

Dissertação apresentada ao programa de
mestrado em Economia Aplicada para
obtenção do grau de Mestre em Economia
Aplicada pela Universidade Federal do Rio
Grande.

Orientadora: Prof Dra Patrícia Raggi Abdallah

RIO GRANDE - RS

2019

TERMO DE APROVAÇÃO

CARLOS EDGAR PRILL DULLIUS

FATORES RELACIONADOS AO AMBIENTE ESCOLAR COM A
OBESIDADE DOS ESTUDANTES BRASILEIROS: UMA ANÁLISE VIA
LOGIT BAYESIANO COM INLA

Esta dissertação foi apresentada às 16 horas do dia 28 de fevereiro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Rio Grande. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof Dra Patrícia Raggi Abdallah (Orientadora)
FURG – PPGE

Prof. Dr. Gibran da Silva Teixeira
FURG – PPGE

Pablo Aurélio Lacerda de Almeida Pinto
UPE - FCAP

RIO GRANDE - RS

2019

Resumo

O objetivo deste estudo foi correlacionar o estado nutricional de escolares e analisar a prevalência de obesidade, buscando investigar possíveis associações entre componentes institucionais, alimentação, atividade física, *bullying* e nível socioeconômico. A amostra utilizada foi de 16.556 alunos, do 6º ao 9º ano do ensino fundamental e do 1º ao 3º ano do ensino médio de escolas públicas e privadas brasileiras que responderam ao questionário PeNSE 2015, obtendo-se uma prevalência de obesidade de 4,53%. Foi realizada uma análise econométrica da variável dicotômica da obesidade, ajustando um Logit Bayesiano, feito com o pacote INLA no R Studio. A partir do modelo ajustado, os resultados, utilizando a média das posteriores, sobre as chances de obesidade na amostra estudado foram: o aluno ser de escola privada em relação à pública diminui em 25%, escola de regime parcial em relação à integral aumenta em 30%, ter quadra esportiva em relação a não ter aumenta em 22%, não ter regra escrita contra *bullying*, em relação a ter aumenta em 14%, não ter sofrido *bullying* diminuiu em 42%, não saber se sofreu diminui em 29%, não ter horta na escola em relação a ter aumenta em 5%, ter amigos em relação a não ter se distribui em torno de zero. Ao utilizar como resposta o aluno ter sofrido *bullying*, a presença de quadra esportiva em funcionamento em relação a ausência das mesmas, aumenta (utilizando a média da *posteriori*) em 21% as chances de sofrer *bullying*.

Palavras-chaves: INLA, Obesidade, PeNSE, IMC, Análise Bayesiana.

Abstract

The objective of this article was to evaluate the nutritional status of schoolchildren, in the 6th to 9th grades of elementary school and the 1st to 3rd year of high school in Brazilian public and private schools, to analyze the prevalence of obesity. This article aimed search possible associations between institutional components, physical activity, bullying and socioeconomic level, factors considered on literature, as possible influences of obesity. A sample of 16,556 students was used, with 4.53 % prevalence of obesity. A Bayesian Logit model was fitted, made with the INLA package in R Studio, and we performed an econometric analysis of the dichotomous variable of obesity. It is concluded, with the adjusted model, that on average of the posteriori adjusted on the odds of obesity: the student is from private school to public school, decreases in 25 %, school of partial scheme in relation to integral increases in 30 %, to have an sport court in relation to not having increased in 22 %, not having written rule against bullying, in relation to having increases in 14 %, not having suffered bullying decreases in 42 %, not knowing if he suffered decreases in 29 %, not having a vegetable garden in relation to having increases in 5 %, having friends in relation to not having distributed around zero, and using as a response the student to have suffered bullying, the presence of a sports court in operation in relation to the absence of bullying, increases (using the average posteriori) in 21% the chances of suffering bullying.

Keywords: INLA, Obesity, PeNSE, BMI, bayesian analysis

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Variáveis Utilizadas como Resposta e seus respectivos códigos. | 16 |
| Tabela 2 - Probabilidade da Variável influenciar Positivamente na | 22 |
| Tabela 3 - Resumo das Posteriores do Logit Bayesiano ajustado com INLA | 22 |
| Tabela 4 - Resumo das Posteriores do Logit Bayesiano ajustado com INLA: sofrer bullying em função da existência de quadras | 26 |
| Tabela 5 - Logit Clássico Completo | 31 |
| Tabela 6 - Logit Clássico: sofrer bullying em função da existência de quadras | 31 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Gráfico de Densidade do IMC das Escolas brasileiras | 15 |
| Figura 2 - - Posterioris do Logit Bayesiano ajustado com INLA | 21 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 2. METODOLOGIA | 12 |
| 2.1 Bibliografias Relacionadas | 12 |
| 2.2 Base de Dados e referência metodológica sobre obesidade | 14 |
| 2.3 Modelo Econométrico | 17 |
| 2.4 Abordagem Bayesiana | 18 |
| 2.5 Integrated Nested Laplace Approximation | 18 |
| 3. RESULTADOS | 20 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 26 |
| APÊNDICE A – Modelos Frequentistas | 30 |
| APÊNDICE B – Script completo R | 31 |

1. INTRODUÇÃO

A obesidade infantil é um problema de saúde pública em todo mundo, de caráter multifatorial, que apresenta uma prevalência crescente, afetando 1 em cada 3 crianças em países como os Estados Unidos (OGDEN et al., 2014; KELSEY et al., 2014) e atualmente pode ser considerado uma epidemia (ABARCA-GÓMEZ et al., 2017). Além disso, está também relacionada ao aparecimento de doenças que, anteriormente, eram prevalentes somente na idade adulta, como a diabetes tipo 2, a hipertensão arterial, a esteatose hepática não alcoólica, as dislipidemias, entre outras (KUMAR; KELLY, 2017; SIMÕES et al., 2018; KELSEY et al., 2014).

Diversos estudos têm corroborado esse crescimento em todo o mundo, como o publicado em 2018 pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em conjunto com o Imperial *College of London*, em que se constatou um aumento da taxa mundial de obesidade infantil de 0,7%, em 1975, para 5,6% em 2016, entre meninas e de 0,9% para 7,8% entre meninos no mesmo período. O estudo analisou 2416 estudos de base populacional de diversas regiões do mundo (ABARCA-GÓMEZ et al., 2017).

No Brasil, as taxas de obesidade também são preocupantes, com uma prevalência de 25,5% de crianças e adolescentes obesos em estudos publicados entre os anos de 2014 e 2018, havendo um crescimento alarmante de 60% entre os anos de 1990 e 2018, conforme revisão sistemática (SIMÕES et al., 2018). Observa-se, ainda, que esta prevalência varia conforme sexo, idade, tipo de escola (pública ou privada), entre outros. Ambos estudos (ABARCA-GÓMEZ et al., 2017; SIMÕES et al., 2018), apontam uma maior prevalência entre meninos, porém não é um fator que discriminamos neste estudo.

Sabe-se, ainda, que a ocorrência de obesidade na infância e adolescência aumenta as chances de o indivíduo ser obeso na vida adulta, sendo um fator de risco para diversas doenças com alta morbimortalidade e com elevados custos aos cofres públicos. (CALLO et al., 2016; KUMAR; KELLY, 2017). Dessa forma, é importante conhecer quais os fatores estão relacionados à obesidade infantil, para que programas de prevenção e

intervenção possam ser criados, a fim de barrar uma condição que pode se perpetuar por toda a vida do indivíduo, causando diversos problemas de saúde.

As escolas têm sido reconhecidas como importante cenário na identificação e tratamento da obesidade infantil, por diversos motivos, entre os quais podemos citar: as crianças passam grande parte dos seus dias no ambiente escolar e tendem a realizar refeições nesse meio; a escola tem programas e infraestrutura para incentivar o exercício físico e hábitos saudáveis; as ações pro a este problema de saúde pública podem alcançar muitas crianças e adolescentes neste ambiente, entre outros (VERROTTI et al., 2014; LI et al., 2017). Diversas intervenções no cenário escolar têm surgido, o que torna de suma importância compreender de que forma a escola pode estar relacionada à obesidade infantil, para que essas intervenções sejam ainda mais eficazes.

No cenário brasileiro, embora haja estudos que reportam a problemática da obesidade infantil, não são encontrados estudos que utilizam a abordagem Bayesiana buscando identificar as relações entre comportamentos/características e obesidade infantil neste ambiente, objetivo esse proposto por esta pesquisa. Essa abordagem propõe contribuir com os estudos desta natureza, buscando cada vez mais um aprimoramento dos resultados, e com base no método, criando condições para que estes possam ser atualizados conforme a disponibilidade dos dados. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo geral identificar relações entre obesidade infantil e as características dos estudantes e do ambiente escolar por ele frequentado, apresentando os resultados a partir de um Logit Bayesiano. Para tal, são utilizadas como variáveis resposta à obesidade dos estudantes, e como explicativa, fatores da Instituição que caracterizam o estudante, como a natureza pública/privada desta, se há política anti *bullying*, relacionamento de estudantes enquanto frequentando a escola, alimentação e permanência do estudante na escola, entre outras. Sem discriminar gêneros, buscaremos relacionar os fatores escolares, e quais tipos de relação têm os mesmos na obesidade de todos alunos. Analisaremos os resultados conversando com as literaturas qualitativas, dando assim uma

base quantitativa inferencial para as mesmas. Proporemos intervenções para as escolas e criaremos posteriores possibilitando a continuidade do estudo.

2. METODOLOGIA

2.1 Bibliografias Relacionadas

Há diversos questionamentos na temática da obesidade infantil que têm sido alvos de estudos. Muitos deles abordam: sobre fatores que influenciam os indivíduos a escolherem algo (por exemplo, no consumo excessivo) que resultam em consequências (como excesso de peso); os impactos que as decisões das Instituições (escolas) têm nas chances do aluno se tornar obeso, considerando as inclusões destes em atividades físicas, a oferta de comidas industrializadas em cantinas dentro e nos arredores da escola; e o motivo dos indivíduos, principalmente adolescentes, optarem por comportamentos que levariam a um resultado não desejado.

Destes estudos, muitos artigos utilizam modelos econômicos para relacionar obesidade e comportamentos. Entre eles citamos Liu e Savin (2007), que observam o peso corporal como escolhas dos indivíduos em resposta a mudanças nos preços dos alimentos e renda, e ainda analisam as consequências do surgimento de novas inovações serem relacionadas à queda dos preços dos alimentos mais saudáveis. Em Liu e Savin (2007) verificou-se que muito do crescimento da renda adicional é utilizado na compra de alimentos mais saudáveis, ao invés de aumentar a ingestão calórica, e que inovações tecnológicas podem se concentrar em reduzir o preço alimentos de baixa qualidade, incentivando assim uma substituição por esses alimentos.

Nesse sentido, segundo Powell et al. (2006), a tributação de alimentos não saudáveis, como refeições de *fast food*, ou o subsídio de alimentos saudáveis, seriam propostas políticas para abordar problema de obesidade. Em sua análise, ao examinar dados dos Estados Unidos, obteve-se evidências econométricas de como o consumo de frutas e vegetais por adolescentes e o peso corporal destes respondem a variações nos preços de frutas e vegetais, *fast food*, e a disponibilidade de restaurantes de serviço completo. Os autores concluem que os preços dos alimentos e a disponibilidade de restaurantes de serviços completos e *fast food* estão associados ao consumo de frutas e legumes por adolescentes, e que

maiores preços de *fast food* levam a mais consumo de frutas e hortaliças, um comportamento favorável à diminuição do predomínio da obesidade.

Em relação à prática de esporte, uma das medidas que podem ser pensadas nas intervenções escolares da obesidade, o estudo de Kaestner e Xu (2007) mostrou o impacto da legislação Título IX dos EUA das emendas da educação de 1972. Estas emendas proibiram a discriminação sexual (*bullying* de gênero) em todos os programas educacionais (incluindo esportes) que recebem financiamento federal. A partir disso, os autores exploraram este acontecimento para fazer a associação entre a participação das meninas nos esportes do ensino médio, a atividade física e o peso das adolescentes durante a década de 1970, período em que houve um aumento da participação esportiva das meninas. Kaestner e Xu (2007) observaram que o aumento da equidade das meninas nos esportes é associado ao aumento da atividade física e à melhora do peso e da massa corporal entre as adolescentes. Por outro lado, no caso dos meninos foi verificado um declínio na atividade física e, por conseguinte, um aumento no peso e na massa corporal durante o período em que as oportunidades atléticas das meninas estavam se expandindo. Portanto, estes resultados apontam que o Título IX das Emendas de Educação de 1972 aumentou as oportunidades atléticas das meninas, diminuindo a discriminação, tendo um efeito benéfico na saúde das mesmas.

Outro ponto que deve ser destacado são as violências físicas e/ou psicológicas, chamadas de *bullying*, que as crianças e adolescentes sofrem, que podem gerar distúrbios de ansiedade, como mostra Passos, Stefano e Borges (2005). Os autores afirmam em sua pesquisa que foram encontrados resultados indicando que a ansiedade se mostrou significativamente associada ao Transtorno de Compulsão Alimentar Periódica - TCAP e à obesidade nos adolescentes pesquisados.

Tendo em visto a necessidade de conter-se a epidemia de obesidade infantil, diversas iniciativas nas escolas têm tentado diminuir esta prevalência. No Brasil citamos o caso do Programa de Enfermagem Saúde na Escola PESE, que tem por objetivo o incentivo à alimentação, à prática de exercícios físicos e ao bom relacionamento interpessoal e um

acompanhamento nutricional da dieta dos estudantes (VIEIRA et al., 2018). Também em Rodrigues, Alves e Amorim (2015), vemos uma tentativa de intervenção em escolas, nas séries iniciais.

Recentemente, no estado do Rio Grande do Sul houve uma intervenção nesse cenário com a aprovação de uma lei que dispõe sobre a promoção da alimentação saudável, conforme lei 15.216 de Rio Grande do Sul (2018). Esta lei limita a comercialização de alimentos não saudáveis em cantinas instaladas em todas as escolas do Estado, torna obrigatório a oferta de pelo menos duas frutas da estação *in natura* e proíbe a comercialização de diversos alimentos que colaborem para a obesidade.

Sendo esse um problema de saúde pública, presente no cenário nacional conforme já relatado anteriormente, afirma-se a necessidade de estudar a obesidade dentro do espaço escolar no Brasil, para que se possa melhor entender essas correlações e, assim, basear novas políticas públicas que visem a melhora da saúde e o combate à obesidade infantil.

2.2 Base de Dados e referência metodológica sobre obesidade

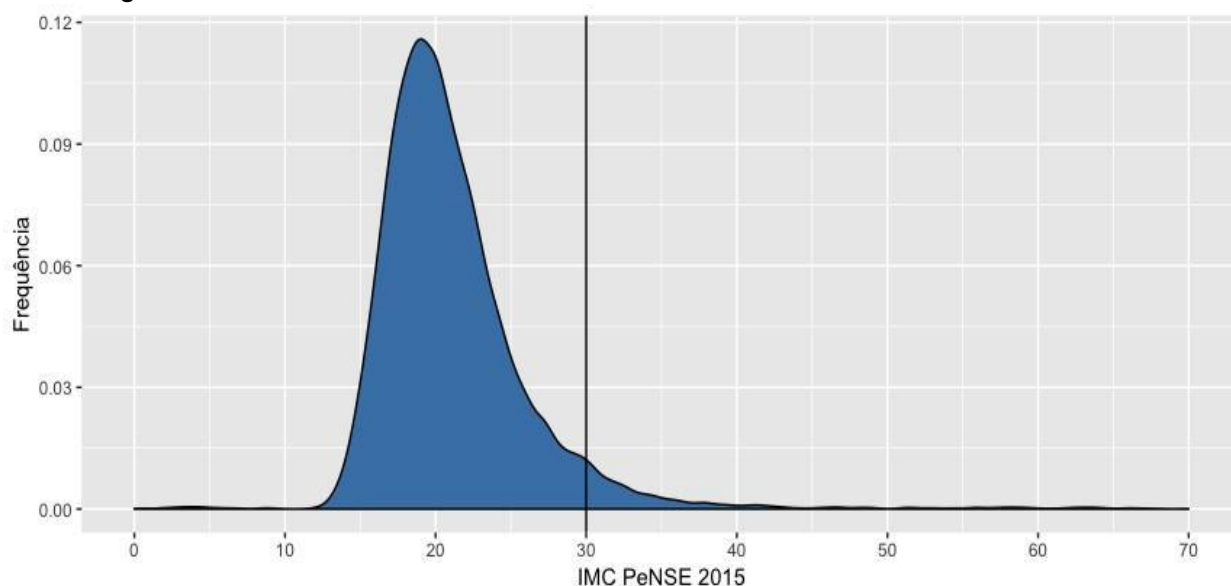
O banco de dados utilizado para o estudo foi a Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar 2015, PeNSE 2015 IBGE (2015). O PeNSE foi criado em 2009 devido a uma demanda de dados para o estudo da saúde de adolescentes, sendo realizado a cada 3 anos.

Nesta base, o questionário é feito a partir de convênio entre o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e o Ministério da Saúde, com o apoio do Ministério da Educação. São amostrados escolas e alunos entre o 6º ao 9º ano do ensino fundamental e do 1º ao 3º ano do ensino médio.

Em relação à obesidade, a Organização Mundial da Saúde (OMS) define a obesidade como um acúmulo anormal ou excessivo de gordura corporal que pode atingir graus capazes de afetar a saúde. Em Nuttal (2015) é discutido a qualidade do Índice de Massa Corporal - IMC, considerando o mesmo como um índice incapaz para considerar, de forma eficiente, a massa de gordura. Recomendam, ainda, a atualização dos intervalos para caracterização de obesidade. Porém, até 2019, a OMS considera obesidade quando, através do cálculo $IMC = \text{peso} / (\text{Altura} \times \text{Altura})$, a quantidade de

gordura relativa à massa corporal se iguala ou excede 30. Atualmente, a obesidade tem sido um motivo frequente de preocupação e análises, principalmente em função de sua alta incidência em crianças e adolescentes (ABARCA-GÓMEZ et al., 2017). Além da preocupação estética, a obesidade está intimamente relacionada a diversas doenças com aumento do risco de morbidade e mortalidade, sendo assim um importante problema de saúde pública (KUMAR; KELLY, 2017; SIMÕES et al., 2018; KELSEY et al., 2014).

Figura 1 - Gráfico de Densidade do IMC amostral das Escolas brasileiras



Fonte: Elaborado pelo autor; Dados IBGE (2015)

A amostra utilizada neste artigo foi a extraída do arquivo comprimido amostra 2 (PENSE_AMOSTRA2_ALUNOESCOLA.CSV) alunos e escolas: alunos matriculados do 6 ao 9 ano do ensino fundamental (antigas 5 a 8 séries) e da 1º a 3º ano do ensino médio dos três turnos, de escolas públicas e privadas com pelo menos 15 alunos matriculados, IBGE (2015).

Outras descrições exploratórias e uma descrição mais ampla da metodologia da coleta pode ser visto na Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar, IBGE (2015). Podemos ver na Figura 2 a distribuição da frequência dos alunos obesos da amostra que foi utilizada. Transformamos a presença de obesidade (4,53% da amostra) em variável binária (Bernoulli), equação 2.1:

Equação 2.1– IMC como Variável Dicotômica

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{IMC} \geq 30 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

As variáveis explicativas foram selecionadas considerando aquelas de menor índice de informação (melhor ajuste) avaliadas por pesquisadores em seus estudos. Assim, a partir do menor índice de informação (WAIC 5972,35; DIC 5972,22) chegou-se ao grupo de variáveis, tanto as do questionário da Instituição ora avaliada, quanto variáveis outras do questionário do aluno. As perguntas selecionadas dos questionários e seus respectivos códigos estão na Tabela 1, caracterizando assim as variáveis explicativas desta pesquisa.

Tabela 1 - Variáveis Utilizadas como Resposta e seus respectivos códigos.

| |
|---|
| <p>1.(Instituição) VE01P31 A escola funciona em regime integral?</p> <p>1 - Sim [3802]</p> <p>2 - Não [12754]</p> |
| <p>2. (Instituição) VE01P15A A escola tem quadra de esportes em condições de uso?</p> <p>1 - Sim [3840]</p> <p>0 - Não tem ou tem e não está em condições de uso [12716]</p> |
| <p>3. (Instituição) VE01P11 A escola tem cantina?</p> <p>1 - Sim [9303]</p> <p>2 - Não [7253]</p> |
| <p>4. (Instituição) VE01P49 A escola tem horta?</p> <p>1 - Sim [4091]</p> <p>2 - Não [12465]</p> |
| <p>5. (Instituição) VE01P70 A escola tem alguma política, norma ou regra escrita que proíba <i>bullying</i> nas suas dependências?</p> <p>1 - Sim [14732]</p> <p>2 - Não [1762]</p> <p>Dados ausentes 62</p> |
| <p>6. (Instituição) V0007 Tipo de escola</p> <p>1 - Pública [12381]</p> <p>2 - Privada [4175]</p> |
| <p>7. (Aluno) VB07010 Você já sofreu <i>bullying</i>?</p> <p>1 - Sim [7584]</p> <p>2 - Não [8533]</p> <p>3 - Não sei o que é <i>bullying</i> [387]</p> |

| |
|---|
| Dados ausentes 52 |
| 8. (Aluno) VB12003 Quantos amigos(as) próximos você tem? |
| 1 - Nenhum amigo (0) [15847] |
| 0 - 1 amigo ou mais [642] |
| Dados ausentes 67 |

Uma pequena análise descritiva é feita, para dar ênfase nos resultados. Assim, tem-se que 4.71% dos alunos de escola pública são obesos em relação a 4 % dos de escola privada. Nas escolas que possuem quadra esportiva 4.69 % dos alunos são obesos contra 4% das escolas sem quadra. Discutiremos mais sobre isso na seção 3.

2.3 Modelo Econométrico

Para comparar quais são as atividades que influenciam o fato dos alunos estarem com sobrepeso escolhemos usar o logaritmo natural da razão de chance (*odds ratio*), *Logit*, como *link* para o modelo linear generalizado, (WANG; YUE; FARAWAY, 2018).

$$\begin{cases} y_i \sim \text{Bernoulli}(\pi_i) \\ \text{logit}(\pi_i) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_{ip} \end{cases}$$

2.1

Onde y_i é um dado binário, aproximadamente Bernoulli, ou seja, é 1 quando o aluno está com sobrepeso e 0 caso contrário, e β_p nos mostra o quanto variável x_p influencia nas chances do sobrepeso. Esse modelo é muito difundido nas pesquisas do gênero, porém, o modelo *Probit* também poderia ser usado, e nesse caso, a função *link* seria uma normal inversa. Mesmo com a interpretação diferente geram-se resultados similares, e a escolha do *Logit* se deve à sua maior riqueza de interpretações.

Em particular, com as entradas lineares do questionário, temos o modelo aplicado definido abaixo:

$$\text{logit}(\pi_i) = \beta_0 + \beta_1 V0007 + \beta_2 VE01P31 + \beta_3 VE01P15A + \beta_4 VE01P11 + \beta_5 VE01P49 + \beta_6 VE01P70 + \beta_7 VB07010 + \beta_8 VB12003$$

2.2

2.4 Abordagem Bayesiana

Escolhemos o ajuste pela abordagem Bayesiana de inferência estatística, mesma abordagem de Abarca-Gómez et al. (2017), na qual a probabilidade é definida como métrica de incerteza onde são estimadas distribuições e intervalos com credibilidade associados.

$$\pi(\theta|y_t) = \frac{\pi(y_t|\theta)\pi(\theta)}{\pi(y_t)}$$

2.3

Onde:

- Posteriori π_{yt} , também chamada de distribuição preditiva;
- Verossimilhança π_{yt} , que é o modelo de probabilidade que descreve os dados;
- Priori $\pi(\theta)$, o que já tem de informação sobre os parâmetros antes de se ter conhecimento dos dados;
- Probabilidade Marginal dos dados $\pi(yt)$.

A crítica mais usual à abordagem acima descrita é que a escolha da Priori é subjetiva. Entretanto, não podemos afirmar que uma análise de dados, por qualquer abordagem, não envolva um certo grau de subjetividade. No caso Bayesiano ela é mais evidenciada. Em nosso estudo, por não termos encontrado outro estudo Bayesiano com *posteriors* relevantes, escolhemos uma Priori Gaussiana não informativa, ou seja uma distribuição normal padrão com grande variância para todos os parâmetros, Kinas e Andrade (2010) .

2.5 Integrated Nested Laplace Aproximation

O método escolhido para a estimativa das *posteriors* é o *Integrated Nested Laplace Aproximation* - **INLA**, onde é realizado uma aproximação das marginais com o método de Laplace, depois aninhado usando a metodologia proposta em Rue, Martino e Chopin (2009). Em economia devemos nos ater à teoria econômica e não ao método que usamos para aplicar a teoria, embora a compreensão do método é imprescindível para evitarmos cometer algum equívoco. Os elementos básicos necessários para o entendimento são:

Modelos aditivos

$$\eta_i = \beta_0 + \sum \beta_j x_{ij} + \sum f_k(z_{ik}) \quad 2.4$$

Com $f_k(\cdot)$ sendo as covariadas que entram no modelo de forma não linear. Os dados são ligados usando uma função link $E y_i = \beta_i$ e $g_i = \eta_i$;

- Forma hierárquica para o ajuste no INLA:

| Hierarquia | |
|-------------------|---|
| Nível 3 | $\boldsymbol{\theta} \sim \pi(\boldsymbol{\theta})$ |
| Nível 2 | $\pi(\boldsymbol{\eta} \mid \boldsymbol{\theta}_2) \propto N(\boldsymbol{\eta}; 0, \mathbf{Q}^{-1}(\boldsymbol{\theta}))$ |
| Nível 1 | $\mathbf{y} \mid \boldsymbol{\eta}, \boldsymbol{\theta}_1 \sim \prod_{i=1}^n \pi(y_i \mid \eta_i, \theta_1)$ |



Sendo $Q\theta$ a matriz de precisão (inversa da matriz de covariância).

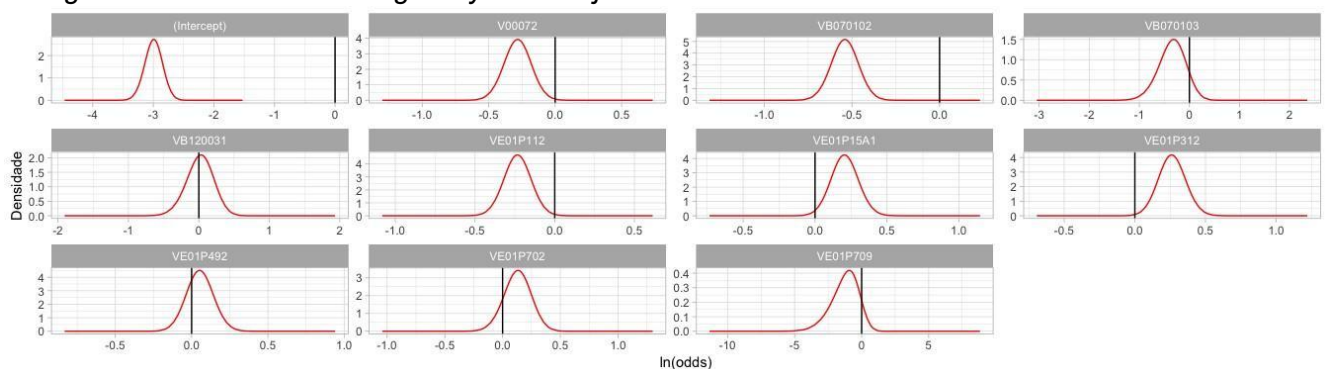
Segundo Wang, Yue e Faraway (2018), alguns cuidados são necessários:

1. O número de hiperparâmetros θ devem ser pequenos (entre 2 e 5), mas não excedendo 20;
2. Quando é grande (10^4 a 10^5), / deve ser um *Gaussian Markov Random Field* (GMRF);
3. Cada observação y_i depende de um único η_i .

3. RESULTADOS

Usando o Pacote INLA, com o auxílio do *R Studio*, ajustamos o modelo e obteve-se os resultados na Figura 2 e nas Tabelas 2 e 3. Assim, com os *posteriors* em mãos, parte-se para a interpretação dos betas. Em relação ao tipo de escola (Figura 2, variável V00072) a da troca de escola pública para escola privada tem nas chances do aluno ser obeso um efeito negativo (a distribuição no quadrante esquerdo). Através dos gráficos na Figura 2 vemos se os *posteriors* (distribuições dos betas) e se estão do lado esquerdo (negativo) ou do lado direito (positivo).

Figura 2 - *Posteriors* do Logit Bayesiano ajustado com INLA



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além destes resultados, podemos também confirmar, na Tabela 2, qual a probabilidade do impacto ser positivo. Após ver o tipo de influência da obesidade no logaritmo natural das chances ($\ln(\text{odds})$), vemos a média da *posteriori* (-0.28), na Tabela 3. Com essas informações, identifica-se, então, o impacto nas chances do aluno apresentar obesidade ($1 - \exp(0.28) = 1 - 0.75 = 0.25$), ou seja, no caso da variável acima destacada, vemos uma diminuição de 25% nas chances de obesidade, quando da relação dos alunos de escola pública para privada.

Tabela 2 - Probabilidade da Variável influenciar Positivamente na Obesidade

| Variável | $P(\beta_i \geq 0)$ |
|----------------------------------|---------------------|
| (Intercept) | 0.00 |
| V0007-2 | 0.00 |
| Escola Pública - 1 | |
| Escola Privada - 2 | |
| VE01P31-2 | 1.00 |
| Regime Integral - 1 | |
| Regime Parcial - 2 | |
| VE01P15A-1 | 0.99 |
| Tem Quadra-1 | |
| Não tem -0 | |
| VE01P11-2 | 0.00 |
| Tem Cantina - 1 | |
| Não tem - 2 | |
| VE01P49-2 | 0.73 |
| Tem Horta - 1 | |
| Não tem - 2 | |
| VE01P70-2 | 0.88 |
| Regra contra <i>bullying</i> - 1 | |
| Não tem - 2 | |
| VB07010-2 | 0.00 |
| VB07010-3 | 0.10 |
| Sofreu <i>bullying</i> - 1 | |
| Não Sofreu - 2 | |
| Não sabe - 3 | |
| VB12003-1 | 0.57 |
| Não tem Amigos - 0 | |
| Tem 1 ou mais - 1 | |

Descrição das variáveis

VE01P31A escola funciona em regime integral? VE01P15A A escola tem quadra de esportes em condições de uso? VE01P11A escola tem cantina? VE01P49A escola tem horta? VE01P70 A escola tem alguma política, norma ou regra escrita que proíba *bullying* nas suas dependências? V0007 Tipo de escola VB07010 Você já sofreu *bullying*? VB12003 Quantos amigos(as) próximos você tem?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, ao analisarmos as chances considerando os tipos de períodos de estudo do aluno, da troca do período integral para parcial, vemos pela distribuição na Figura 2, e confirmando na Tabela 3, que a distribuição está completamente ao lado direito, sendo positiva. Completando a análise, ao observar a Tabela, na coluna $e^{Méd}$, estima-se um aumento em média de 30% nas chances do aluno apresentar obesidade quando da troca de seu período na escola, de integral para parcial.

Tabela 3 - Resumo das Posteriores do Logit Bayesiano ajustado com IN

| Variável | Média | DPad | Quant _{0,025} | Quant _{0,5} | Quant _{0,975} | mode | kld | e ^{Méd} |
|----------------------------------|-------|------|------------------------|----------------------|------------------------|-------|------|------------------|
| (Intercept) | -2.99 | 0.15 | -3.28 | -2.99 | -2.70 | -2.98 | 0.00 | 0.05 |
| V0007-2 | -0.28 | 0.10 | -0.48 | -0.28 | -0.08 | -0.28 | 0.00 | 0.75 |
| Escola Pública - 1 | | | | | | | | |
| Escola Privada - 2 | | | | | | | | |
| VE01P31-2 | 0.26 | 0.10 | 0.07 | 0.26 | 0.45 | 0.26 | 0.00 | 1.30 |
| Regime Integral - 1 | | | | | | | | |
| Regime Parcial - 2 | | | | | | | | |
| VE01P15A-1 | 0.20 | 0.09 | 0.02 | 0.20 | 0.39 | 0.20 | 0.00 | 1.22 |
| Tem Quadra-1 | | | | | | | | |
| Não tem -0 | | | | | | | | |
| VE01P11-2 | -0.24 | 0.08 | -0.41 | -0.24 | -0.08 | -0.24 | 0.00 | 0.79 |
| Tem Cantina - 1 | | | | | | | | |
| Não tem - 2 | | | | | | | | |
| VE01P49-2 | 0.05 | 0.09 | -0.12 | 0.05 | 0.22 | 0.05 | 0.00 | 1.05 |
| Tem Horta - 1 | | | | | | | | |
| Não tem - 2 | | | | | | | | |
| VE01P70-2 | 0.13 | 0.12 | -0.10 | 0.14 | 0.36 | 0.14 | 0.00 | 1.14 |
| Regra contra <i>bullying</i> - 1 | | | | | | | | |
| Não tem - 2 | | | | | | | | |
| VB07010-2 | -0.54 | 0.08 | -0.69 | -0.54 | -0.39 | -0.54 | 0.00 | 0.58 |
| VB07010-3 | -0.34 | 0.27 | -0.90 | -0.33 | 0.16 | -0.31 | 0.00 | 0.71 |
| Sofreu <i>bullying</i> - 1 | | | | | | | | |
| Não Sofreu - 2 | | | | | | | | |
| Não sabe - 3 | | | | | | | | |
| VB12003-1 | 0.01 | 0.19 | -0.38 | 0.02 | 0.37 | 0.03 | 0.00 | 1.01 |
| Não tem Amigos - 0 | | | | | | | | |
| Tem 1 ou mais - 1 | | | | | | | | |

WAIC: 5972.35 DIC: 5972.22

Descrição das variáveis

VE01P31A escola funciona em regime integral? VE01P15A A escola tem quadra de esportes em condições de uso? VE01P11A escola tem cantina? VE01P49A escola tem horta? VE01P70 A escola tem alguma política, norma ou regra escrita que proíba *bullying* nas suas dependências? V0007 Tipo de escola VB07010 Você já sofreu *bullying*? VB12003 Quantos amigos(as) próximos você tem?

Fonte: Elaborado pelo autor.

No que se refere à presença de cantinas nas escolas, em que há comercialização de lanches e outras comidas, geralmente produtos industrializados, quando ausentes, influenciam de forma negativa na presença da obesidade, e as estimativas mostram que, em média, temos uma diminuição de 21% nas chances da presença da obesidade dos estudantes devido ao impacto da presença de cantina nas escolas. Estes resultados justificam a importância de leis como a 15.216 do Rio Grande do Sul (2018).

Uma das formas de incentivo à alimentação saudável é a introdução do cultivo de hortas nas escolas, gerando uma fonte contínua de vegetais para as merendas escolares, que além de adicionar nutrição saudável às crianças, possivelmente contribui barateando o custo da merenda escolar. Segundo o modelo ajustado, temos uma probabilidade de 73% do impacto de hortas na escola ser positivo, portanto visualmente na Figura 2 e numericamente na Tabela 2, onde a maior parte da probabilidade se distribui do lado positivo, ou seja, a ausência às hortas nas escolas em relação à presença, na maioria dos casos, aumenta a chances de obesidade em média 5%.

Ainda no contexto da alimentação saudável, temos que, o poder aquisitivo das famílias parece influenciar na dieta, ou até mesmo, na qualidade da comida oferecida em escolas privadas. Essa realidade corrobora com o resultado econômico de Liu e Savin (2007), em que, o maior nível socioeconômico dos pais está relacionado a uma maior preocupação com a nutrição das crianças e adolescentes. Entretanto, quando existe uma oferta de alimentos industrializados, ou de conteúdos mais calóricos (variável **VE01P11**), isso influencia de forma negativa na dieta alimentar dos estudantes, como mostra Powell et al. (2006). Os autores também identificam o *trade-off* entre esses alimentos com preços de hortaliças (variável **VE01P49**). Por fim, fica claro que, nesta análise, um regime integral permite às escolas um maior controle sobre a dietas dos alunos, como é o caso da variável **VE01P31**.

Em relação aos locais de prática de atividades físicas (**VE01P15A**), os resultados encontrados na análise também evidenciam uma relação

importante, a partir da mudança de não existência da quadra de esporte, para a existência de quadras esportivas funcionais nas escolas. Os resultados, contra intuitivos a um primeiro olhar, tem probabilidade de impacto positivo de 99%. Ou seja, vemos que, em média, temos um aumento de 22% nas chances do aluno apresentar obesidade. É de comum conhecimento, nas literaturas científicas, que as práticas esportivas diminuem as chances de obesidade, o que pode influenciar até mesmo a criação de leis e políticas públicas, como o exemplo da criação do Título IX das Emendas de Educação de 1972 sobre a prática de *bullying* contra as meninas nas atividades esportivas, como mostra Kaestner e Xu (2007). Porém, segundo Passos, Stefano e Borges (2005), nesse estudo, 66 % dos alunos obesos, que foram entrevistados, sofrem de *bullying* na Educação Física, e Matos, Zoboli e Mezzaroba (2012) evidenciam a prática nas dependências esportivas.

Para a variável de *bullying*, foi utilizado como base os alunos que já afirmaram terem sido vítimas com a prática. Os que não sofrem em relação aos que sofrem têm uma diminuição, em média, de 42% nas chances de obesidade. Já os que desconhecem ter sofrido *bullying* tem uma diminuição de 21%.

Ao avaliar uma outra variável (**VB12003**), de ter um ou mais amigos próximos em relação a não ter, houve influências tanto positivas, com probabilidade de 57%, como negativas (43%), ou seja, podemos dizer que essa variável não tem impacto sobre a obesidade, na presente análise.

Como já relatado em estudos como em Passos, Stefano e Borges (2005), o *bullying* gera compulsão alimentar que leva a um aumento do IMC dos alunos. Os resultados neste estudo corroboram com essa constatação, variável **VB07010**. Dessa forma, regras contra *bullying* aparentam ter uma influência positiva na redução da obesidade, segundo os resultados deste estudo para a variável **VE01P70**.

Ainda em relação às regras contra *bullying* nas escolas, vemos nos nossos resultados que em escolas onde não existe uma regra restritiva contra o *bullying* (2), em relação às que proíbem explicitamente (1), há uma influência positiva na presença de obesidades entre os alunos, com 88% de

probabilidade em média, levando a um aumento de 14% nas chances do aluno ser obeso.

Para reforçar o argumento quanto ao *bullying*, transformamos a variável **VB07010** em dicotômica, de forma que os indivíduos que desconhecem que sofreram *bullying* foram classificados em 0 (zero) em juntamente com os que não sofreram, e aqueles que afirmam ter sofrido com a prática, em 1 (um). Usando a variável de quadras esportivas como explicativa (**variável VE01P15A**), ajustamos novamente o *logit bayesiano*, cujos resultados são apresentados na Tabela 4.

Na Tabela 4 evidencia-se, de forma mais clara e qualitativa, a correlação entre o fato de sofrer *bullying* (1) em relação e não sofrer ou desconhecer (0), contra o fato de existir quadras em funcionamento (1). Nos resultados desta análise, podemos verificar que o impacto positivo nas agressões de *bullying* com toda a *posteriori* do lado positivo, e que em média, temos um aumento de 21 % ($\exp(0.19)$) nas chances dos aluno sofrer *bullying* em escolas com quadras ativas e, em consequência disso, gerando ansiedade que pode levar à compulsão (PASSOS; STEFANO; BORGES, 2005). Deixamos ambas as regressões com o método frequentistas no anexo deste estudo.

Tabela 4 - Resumo das Posteriores do Logit Bayesiano ajustado com INLA: sofrer bullying em função da existência de quadras

| Variável | Média | DPad | Quant _{0.025} | Quant _{0.5} | Quant _{0.975} | mode | kld | e ^{Med} |
|-------------------|-------------|-------------|------------------------|----------------------|------------------------|-------------|-------------|------------------|
| (Intercept) | -0.31 | 0.03 | -0.37 | -0.31 | -0.24 | -0.31 | 0.00 | 0.73 |
| VE01P15A-1 | 0.19 | 0.04 | 0.12 | 0.19 | 0.26 | 0.19 | 0.00 | 1.21 |
| Tem Quadra - 1 | | | | | | | | |
| Não tem - 2 | | | | | | | | |

WAIC: 22748.81 DIC: 22748.81

Fonte: Elaborada pelo autor

Em relação ao tipo de escola, os resultados indicaram que as escolas públicas devem buscar intervenções a seu alcance, para que possam diminuir a chance de obesidade em seus alunos. Vemos indícios de que gestores das escolas públicas devam olhar para escolas privadas, ver quais intervenções que elas implementam e estão em seu alcance, para diminuir

as chances de obesidade em seus estudantes. Ressaltamos que neste estudo contribuimos quantitativamente para agregar conhecimento a um problema atual, que é o *bullying* em quadras esportivas, presente na sociedade brasileira e de relevante questionamento e análise, porém, que carecia de resultados numéricos.

Aprofundando a temática do *bullying*, um resultado importante que pode ser base de análises futuras refere-se à sua relação com as quadras esportivas. As quadras são um espaço importante para a prática de atividades físicas, que devem ser incentivadas sim nas escolas, porém, juntamente com um maior combate e fiscalização para que não haja a prática de *bullying* nestes espaços (MATOS; ZOBOLI; MEZZARROBA, 2012).

Outra importante contribuição deste trabalho foi a criação de *posterioris* para serem usadas de *prioris* em estudos com os próximos dados do PeNSE, que tem abrangência nacional. Assim, este estudo pode ser repetido a cada três anos, conforme os novos dados do PeNSE sejam disponibilizados pelo IBGE. É de suma importância a atualização das *posteriores* deste estudo, para confirmarmos se existe ou não uma variação dos resultados encontrados neste estudo, considerando também novos fatores sendo adicionados na análise, como políticas públicas e iniciativas nas escolas. Reiteramos que as *posterioris* deste estudo não são estáticas, elas se moldam conforme os dados e variam de valores e conclusões conforme atualizadas. Outros métodos de estimação devem ser ajustados aos dados para adicionar maior confiabilidade aos resultados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises apresentadas por este estudo contribuem quantitativamente para a literatura da obesidade no período escolar com *posterioris* e fatores correlacionados com a obesidade, utilizando um método inédito no Brasil para esta temática. Algumas das *posterioris* indicam que intervenções como hortas, atividades de período integral e regras contra *bullying* tem relações positivas com a diminuição da obesidade. Outros fatores, porém, como *bullying* e cantinas, indicam estar negativamente relacionados com uma vida e alimentação saudável, na presente análise.

O objetivo do estudo foi fornecer material científico para dar continuidade a análises com outros materiais, além de fornecer correlações importantes que possam ser guias em intervenções escolares.

Os resultados apresentados podem nortear políticas públicas como: maior fiscalização contra *bullying* nas quadras esportivas, universalização de regras escritas contra *bullying* nas instituições de ensino, regulação de alimentos em cantinas nas escolas e redondezas, expansão de turnos integrais e iniciativas ao incentivo de alimentação saudável como hortas escolares.

Outros métodos de estimação da posteriori podem ser realizados, porém as distribuições apresentadas servem de base para *priori* dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- RIO GRANDE DO SUL (Estado). Lei nº 15.216, de 30 de julho de 2018. . DOE, RS, 31 jul. 2018. n. 145, p. 1-3. Disponível em: <www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/LEI%2015.216.pdf>. Acesso em: 19-Julho-2019.
- ABARCA-GÓMEZ, L. et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128· 9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, Elsevier, v. 390, n. 10113, p. 2627–2642, 2017.
- CALLO, G. et al. Excesso de peso/obesidade no ciclo da vida e composição corporal na idade adulta: coorte de nascimentos de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, 1982. *Cadernos de saúde publica*, SciELO Public Health, v. 32, p. e00174014, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00174014>>.
- IBGE. *Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar*. [s.n.], 2015. [Online; acessado em 12-Março-2019]. ISBN 978-85-240-4387-1. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/pense/2015/default.shtm>>.
- KAESTNER, R.; XU, X. Effects of title ix and sports participation on girls' physical activity and weight. *The Economics Of Obesity*, 2007.
- KELSEY, M. M. et al. Age-related consequences of childhood obesity. *Gerontology*, Karger Publishers, v. 60, n. 3, p. 222–228, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1159/000356023>>.
- KUMAR, S.; KELLY, A. S. Review of childhood obesity: from epidemiology, etiology, and comorbidities to clinical assessment and treatment. v. 92, n. 2, p. 251–265, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.09.017>>.
- LI, M. et al. Nutrition and physical activity related school environment/policy factors and child obesity in china: a nationally representative study of 8573 students in 110 middle schools. *Pediatric obesity*, Wiley Online Library, v. 12, n. 6, p. 485–493, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/ijpo.12532>>.
- LIU, A. J. R. L.; SAVIN, T. R. Endogenous food quality and bodyweight trend. *The Economics Of Obesity*, 2007.
- NUTTALL, F. Q. Body mass index: obesity, bmi, and health: a critical review. *Nutrition today*, Wolters Kluwer Health, v. 50, n. 3, p. 117, 2015.
- MATOS, K. dos S.; ZOBOLI, F.; MEZZAROBBA, C. O bullying nas aulas de educação física escolar: corpo, obesidade e estigma. *Atos de Pesquisa em Educação*, v. 7, n. 2, p. 272–295, 2012.
- KINAS, P. G.; ANDRADE, H. A. *Introdução à Análise Bayesiana (Com R)*. 1oedição. ed. [S.l.]:MaisQnada Editora, 2010. ISBN 9788561797102.

OGDEN, C. L. et al. Prevalence of childhood and adult obesity in the united states, 2011-2012. *Jama*, American Medical Association, v. 311, n. 8, p. 806–814, 2014.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1001/jama.2014.732>>.

PASSOS, T.; STEFANO, S.; BORGES, M. Transtorno da compulsão alimentar periódica (tcap). *Guia de transtornos alimentares e obesidade*. São Paulo: Manole, p. 59–69, 2005.

POWELL, L. M. et al. Access to fast food and food prices: relationship with fruit and vegetable consumption and overweight among adolescents. In: *The economics of obesity*. [S.l.]: Emerald Group Publishing Limited, 2006. p. 23–48.

RODRIGUES, A. M.; ALVES, O. M. A.; AMORIM, E. C. B. L. F. Impacto do projeto de intervenção na obesidade infantil no primeiro ciclo de um agrupamento de escolas. *Revista de Enfermagem Referência*, Escola Superior de Enfermagem de Coimbra-Unidade de Investigação em Ciências ..., n. 5, p. 57–64, 2015.

RUE, H.; MARTINO, S.; CHOPIN, N. Approximate bayesian inference for latent gaussian models by using integrated nested laplace approximations. *Journal of the royal statistical society: Series b (statistical methodology)*, Wiley Online Library, v. 71, n. 2, p. 319–392, 2009.

SIMÕES, C. F. et al. Prevalence of weight excess in brazilian children and adolescents: a systematic review. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, SciELO Brasil, v. 20, n. 4, p. 517–531, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2018v20n4p517>>.

VERROTTI, A. et al. Childhood obesity: prevention and strategies of intervention. a systematic review of school-based interventions in primary schools. *Journal of endocrinological investigation*, Springer, v. 37, n. 12, p. 1155–1164, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s40618-014-0153-y>>.

VIEIRA, C. et al. Programa de enfermagem saúde na escola: prevenção e controle de sobrepeso/obesidade em adolescentes. *Rev Esc Enferm USP* [Internet], v. 52, p. e03339, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1980-220x2017025403339>.

WANG, X.; YUE, Y. R.; FARAWAY, J. *Bayesian Regression Modeling with INLA*. [S.l.]: CRC, 2018. (Chapman & Hall/CRC Computer Science and Data Analysis Series). ISBN 978-1-4987-2725-9.

4. APÊNDICES

APÊNDICE A – Modelos Frequentistas

Tabela 5 - Logit Clássico Completo

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|-------------------|----------|------------|---------|----------|
| (Intercept) | -2.98 | 0.15 | -20.32 | 0.00 |
| V0007-2 | -0.28 | 0.10 | -2.80 | 0.01 |
| VE01P31-2 | 0.26 | 0.10 | 2.76 | 0.01 |
| VE01P15A-1 | 0.21 | 0.09 | 2.22 | 0.03 |
| VE01P11-2 | -0.23 | 0.08 | -2.76 | 0.01 |
| VE01P49-2 | 0.05 | 0.09 | 0.60 | 0.55 |
| VE01P70-2 | 0.13 | 0.12 | 1.11 | 0.27 |
| VB07010-2 | -0.54 | 0.08 | -7.04 | 0.00 |
| VB07010-3 | -0.35 | 0.27 | -1.29 | 0.20 |
| VB12003-1 | 0.01 | 0.19 | 0.08 | 0.94 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 - Logit Clássico: sofrer bullying em função da existência de quadras

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|-------------------|----------|------------|---------|----------|
| (Intercept) | -0.31 | 0.03 | -9.45 | 0.00 |
| VE01P15A-1 | 0.19 | 0.04 | 5.12 | 0.00 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B – Script completo R

```
library(ggplot2)
library(INLA)
library(dplyr)
library(brinla)
library(xtable)
setwd("~/Desktop/wdr/obesidade")

#----- Funções criadas
ilogit <- function(x) exp(x)/(1 + exp(x))
bri.prob<-function(r, v, k=-Inf, j=Inf){
  if(v>length(r$marginals.fixed)) stop("Check the variables length")
  variable<-names(r$marginals.fixed)[v]
  rmf = r$marginals.fixed
  cf = data.frame(do.call(rbind, rmf))
  cf$parameter = rep(names(rmf), times = sapply(rmf, nrow))
  cf = subset(cf, cf$parameter==variable )
  a=0;b=0
  for (i in 1:(length(cf$x)-1)) {
    if(cf[i, 1]>=k & cf[i, 1]<=j)
      a<-a+(cf[(i+1), 1]-cf[i, 1])*cf[i, 2]
  }
  ts<-as.matrix(c(as.numeric(round(a,2)))));
  rownames(ts)<-c("Probability");colnames(ts)<-variable
  print(ts)
}
resumo.prob<-function(r) {
  a<-bri.prob(r, 1, 0)
  for(i in 2:length(r$marginals.fixed)){
    a<-cbind(a,bri.prob(logit, i , 0))
  }
}

rm(list=ls()) #Limpar Tudo
pense<- read.csv2("PENSE_AMOSTRA2_ALUNOESCOLA.CSV",
  stringsAsFactors = F, na.string=c("9999",'998','99')) #Carregar Arquivos
#pense<-subset(pense, ESTRATOGEOREG==4)
```



```

pense$VB17002[pense$VB17002<=1000 & is.na(pense$VB17002)==F]<-
  pense$VB17002[pense$VB17002<=1000 &
  is.na(pense$VB17002)==F]+1000
pense$VB17001<-pense$VB17001/10
pense$VB17002<-pense$VB17002/1000
pense$imc<-pense$VB17001/(pense$VB17002*pense$VB17002)
##----- Densiplot do IMC -----
ggplot(pense, aes(pense$imc))+
  geom_density(colour="red",fill="steelblue")+
  geom_vline(xintercept=30)+
  xlab("IMC PeNSE 2015")+ylab("Frequência")+
  scale_x_continuous(limits = c(0,70), breaks = seq(0,70, by = 10))

pense$codimc<-
  ifelse(pense$imc>=30,1,ifelse(is.na(pense$imc)==F,0,NA))

```

```
## 4.53\% da amostra é obesa
```

```
pense$VE01P70[pense$VE01P70==9]<-NA
```

```

variaveis<-c('imc' ,
  'codimc' ,
  'VB01003', #Idade
  'VB17001', #Peso
  'VB17002', #Altura
  #----- INSTITUICAO -----
  'VE01P31', #A escola funciona em regime integral?
  # 1 Sim
  # 2 Não

  'VE01P15A', # A escola tem quadra de esportes EM
  # CONDIÇÕES DE USO?
  # 1 Sim (colocar 1 e resto 0)

```

2 Não está em condições de uso
3 Não tem quadra de esportes

'VE01P11', # A escola tem cantina?
1 Sim colocar (1 e o resto 0)
2 Não

'VE01P49', #A escola tem horta?
1 Sim
2 Não

'VE01P70', # A escola tem alguma política, norma ou regra
escrita que proíba bullying nas suas
dependências?
1 Sim
2 Não

#----- ALUNO -----

'V0007', #Tipo de escola
1 Pública
2 Privada

'VB07010', # Você já sofreu bullying?
1 Sim
2 Não
3 Não sei o que é bullying

'VB12003'# Quantos amigos(as) próximos você tem?
1 Nenhum amigo (0) colocar como 1 e o resto 0
2 - 1 amigo
3 - 2 amigos
4 - ou mais amigos

)

```
dados<-pense[variaveis]
```

```
dados$VB12003<-
```

```
  ifelse(dados$VB12003==1,1,ifelse(is.na(dados$VB12003)==F,0,NA))
```

```
dados$VE01P15A<-
```

```
  ifelse(dados$VE01P15A==1,1,ifelse(is.na(dados$VE01P15A)==F,0,NA))
```

```

##dados<-subset(dados, dados$VB01003>=13)

dados[,6:13]<-lapply(dados[,6:13], as.factor)

#----- Resumo dados -----
write.csv2(summary(dados[,6:13]), file="resumo dos dados" )

comquadras<-subset(dados, dados$VE01P15A==1)
semquadras<-subset(dados, dados$VE01P15A!=1)
#0.04694873 com quadra
#0.04010417 sem quadra
publica<-subset(dados, dados$V0007==1) #0.04716905
privada<-subset(dados, dados$V0007==2) #0.04
#-----
modelo<- codimc ~ #----- VARIAVEIS DA INSTITUICAO -----
V0007+VE01P31+VE01P31+VE01P15A+VE01P11+VE01P49+VE01P70+
#----- VARIAVEIS DO ALUNO -----
VB07010+VB12003

logit <- inla(modelo, data=dados, family = "binomial", Ntrials = 1,
              control.family = list(link = "logit"),
              control.compute= list(dic = TRUE, waic = TRUE))
logit$dic$dic

resultados<-round(logit$summary.fixed, 4);resultados
exp(resultados[,1:5])
bri.fixed.plot(logit)

xtable(resultados, digits = 4)

#-----Modelo Clássico
glm<-glm(modelo,data=dados, family=binomial())
round(coef(summary(glm)),4)

#-----Modelo Clássico2
modelo2<-VB07010~VE01P15A

```

```

t<-glm(modelo2, data=teste, family = binomial())
round(coef(summary(t)),4)
##----- Modelo 2
teste<-dados;teste$VB07010<-NULL;teste$VB07010<-pense$VB07010

for (i in 1:length(teste$VB07010)) {

  ifelse(teste$VB07010[i]==1, teste$VB07010[i]<-1,
        ifelse(is.na(teste$VB07010)==F, teste$VB07010[i]<-0, NA))

}

```

```

logit2 <- inla(modelo2, data=teste, family = "binomial", Ntrials = 1,
              control.family = list(link = "logit"),
              control.compute= list(dic = TRUE, waic = TRUE))

```

```

bri.fixed.plot(logit2)
resultados2<-round(logit2$summary.fixed, 4);xtable(resultados2, digits=4)
exp(resultados2[,1:5])

```