



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Instituto de Medicina Social

Camilla Medeiros Macedo da Rocha

**Indicadores dietéticos e bioquímicos do controle glicêmico e índice de
massa corporal de adolescentes brasileiros**

Rio de Janeiro

2020

Camilla Medeiros Macedo da Rocha

Indicadores dietéticos e bioquímicos do controle glicêmico e índice de massa corporal de adolescentes brasileiros

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Epidemiologia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Rosely Sichieri

Rio de Janeiro

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CB/C

R672 Rocha, Camilla Medeiros Macedo da

Indicadores dietéticos e bioquímicos do controle glicêmico e índice de massa corporal de adolescentes brasileiros / Camilla Medeiros Macedo da Rocha – 2020.
121 f.

Orientador: Rosely Sichieri

Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Medicina Social.

1. Índice glicêmico – Teses. 2. Carga glicêmica – Teses. 3. Consumo de alimentos – Teses. 4. Obesidade – Teses. 5. Adolescente – Teses. I. Sichieri, Rosely. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Medicina Social. III. Título.

CDU 613.2-053.6

Bibliotecária: Joice Soltosky Cunha – CRB 7 5946

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Camilla Medeiros Macedo da Rocha

Indicadores dietéticos e bioquímicos do controle glicêmico e índice de massa corporal de adolescentes brasileiros

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Epidemiologia.

Aprovada em 07 de abril de 2020.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Rosely Sichieri (Orientadora)

Instituto de Medicina Social - UERJ

Prof.^a Dra. Amanda de Moura Souza

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof.^a Dra. Edna Massae Yooko

Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Eliseu Verly Júnior

Instituto de Medicina Social - UERJ

Prof.^a Dra. Katia Vergetti Bloch

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2020

DEDICATÓRIA

Aos que antes de mim lutaram pela Saúde Coletiva e aos que depois de mim ainda lutarão.

AGRADECIMENTOS

Em geral os agradecimentos começam por Deus. Mais do que nunca esse agradecimento é imprescindível na vida de cada um de nós que, de alguma forma, está tentando manter a normalidade da vida diante da total anormalidade, à beira de um grave colapso dos serviços de saúde.

E porque em momentos como este nossas mentes são tomadas pelas reflexões sobre a vida, venho passando meu tempo livre refletindo sobre as pessoas que me são ou foram caras. Quase nem me surpreendo pelo fato de serem todas mulheres, e principalmente pelo meu momento pessoal, desculpo-me com os homens, mas meus agradecimentos vão para elas.

Minha mãe, meu porto seguro, meu espelho, meu significado de família. Minha fã número um. A pessoa que mais me conhece, ainda que eu guarde muitos segredos. Tão ciente de quem eu sou que às vezes eu acho que ela até conseguiu prever onde eu chegaria quando me disse “minha filha, seja Nutricionista”.

Minhas avós (*in memoriam*), meus primeiros exemplos da força de uma família matriarcal. Que entre a doçura da Vó Iracema, conhecedora do prato preferido de cada um dos netos e a loucura da Vó Ayme, que me ensinou o significado de todos os palavrões que eu conheço, me mimaram e me mostraram que cada mulher tem a sua força.

A força da mulher brasileira, em sua maioria preta, pobre e realizando algum trabalho doméstico. E foi assim que minha madrinha Aleiza (*in memoriam*) e a minha mãe Rose me encheram de um amor tão incondicional que ninguém nunca precisou me contar que amor e respeito não tem classe social nem cor. O meu amor por elas nunca encontrou limites. Por elas eu precisei e ainda preciso ensinar o significado de igualdade e equidade, que sempre me foram tão óbvios.

A fã número dois, Roberta. Irmã na forma de prima chata. Juntas nós brincamos, brigamos, crescemos, nos acobertamos. Sempre que uma caiu a outra estendeu a mão. E assim é com todas as minhas tias e primas, em uma família majoritariamente feminina. Para completar o time tem um punhado de mulherões, presentes que a vida me deu, minhas amigas. E amiga é família que a gente escolhe, né!?

Não posso deixar de dizer que minha orientadora também é uma mulher. E com a sensibilidade que só uma mulher tem, ela fez muito mais do que orientar, ela se preocupou. No momento mais desesperador que eu vivi durante o doutorado, ela não me permitiu desistir, por mais que eu tenha pedido “Me deixa cancelar a matrícula”. Justo comigo, que sou uma aluna

meio rebelde e preciso de umas broncas, principalmente para escrever, ela foi benevolente. Quando o meu caos transbordou e guinou minha vida aparentemente tão estável, às vésperas da defesa, ela se envolveu, e me ofereceu seu ombro sempre que eu quisesse desabafar.

Por fim, o único homem que vai povoar esse agradecimento, meu pai. Não por ser merecedor desta exceção, mas por ter me proporcionado a conversa mais insanamente sensata de toda a nossa conturbada trajetória de pai e filha. Uma benesse da quarentena.

A cada um de vocês, minha eterna gratidão.

Ah viver é tão desconfortável. Tudo aperta: o corpo exige, o espírito não pára, viver parece ter sono e não poder dormir – viver é incómodo. Não se pode andar nu nem de corpo nem de espírito.

Clarice Lispector

RESUMO

ROCHA, Camilla Medeiros Macedo da. **Indicadores dietéticos e bioquímicos do controle glicêmico e índice de massa corporal de adolescentes brasileiros**. 2020. 121 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Objetivos: Avaliar indicadores dietéticos do consumo de carboidratos, em adolescentes brasileiros e sua associação com o índice de massa corporal (IMC) e o controle glicêmico de adolescentes. **Metodologia:** O Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (Erica) teve desenho transversal, multicêntrico nacional, de base escolar e amostragem estratificada. Nas 273 escolas visitadas, entre 2013 e 2014, 102.237 adolescentes eram elegíveis. Destes, 71.553 tinham informações completas de antropometria, consumo alimentar e características sócio demográficas. Por terem diagnóstico de diabetes 2.476 adolescentes foram excluídos. Amostras de sangue estavam disponíveis para 40.732 adolescentes e 35.737 contribuíram para as análises de controle glicêmico com dados de insulina de jejum, hemoglobina glicada e HOMA-IR. O consumo alimentar foi estimado pelo recordatório de 24 horas e o índice glicêmico da dieta (DIG) e a carga glicêmica da dieta (DCG) foram calculados segundo recomendações da *Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization*. **Resultados:** Há uma grande variação no DGI e no DCG durante o dia, com valores mínimos observados na hora do almoço e valores mais altos à noite. A média de insulina foi de 8,08 (7,98-8,19) mU / L entre adolescentes com peso normal e 12,71 (12,49-12,94) entre sobrepeso / obesidade. O valor de HOMA-IR foi respectivamente de 1,72 e 2,75. DGI e AvGI (índice glicêmico médio) foi de cerca de 59, sem diferenças por status de peso. O DGL e o AvGL (carga glicêmica média) não se associaram aos marcadores de controle glicêmico (valores de $p > 0,16$), exceto o AvCG em adolescentes com peso normal, com os maiores valores de coeficiente de regressão para insulina ($\beta = 0,12$, valor de $p < 0,001$). As medidas do índice glicêmico parecem ser os melhores preditores de controle glicêmico, com maior valor para o AvGI e insulina ($\beta = 0,23$) entre adolescentes com sobrepeso / obesidade. O DIG foi positivamente associado ao escore-z de IMC do sexo feminino quando a ingestão de carboidratos foi moderada ($\beta = 0,010$; valor de $p = 0,018$). Também o índice glicêmico da primeira refeição foi associado ao escore-z de IMC em meninas, mas essa relação foi negativa ($\beta = -0,003$; valor de $p = 0,053$) e apenas para o maior nível de ingestão de carboidratos. **Conclusão:** Entre os adolescentes com sobrepeso / obesidade, a qualidade dos carboidratos conta mais para o controle glicêmico do que o tamanho das porções ou os picos da ingestão de carboidratos. Mesmo o índice glicêmico sendo um bom preditor da qualidade do carboidrato consumido, nossos achados não mostram que seu aumento afeta o escore-z do IMC. A carga glicêmica mostrou-se apenas uma proxy do consumo total de energia e carboidratos, não permitindo investigar a relação entre a qualidade do carboidrato consumido, o controle glicêmico e o escore-z do IMC dos adolescentes.

Palavras-chave: Índice glicêmico. Carga glicêmica. Controle glicêmico. Consumo alimentar. Obesidade. Adolescente.

ABSTRACT

ROCHA, Camilla Medeiros Macedo da. **Dietary and biochemical indicators of glycemic control and body mass index of Brazilian adolescents.** 2020. 121 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Objectives: To evaluate dietary indicators of carbohydrate consumption in Brazilian adolescents and their association with body mass index (BMI) and glycemic control in adolescents. **Methodology:** The Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (Erica) had a cross-sectional design, school-based and stratified sampling. In the 273 schools visited, between 2013 and 2014, 102,237 adolescents were eligible. Of these, 71,553 had complete information on anthropometry, food consumption and socio-demographic characteristics. As they were diagnosed with diabetes 2,476 adolescents were excluded. Blood samples were available for 40,732 adolescents and 35,737 contributed to glycemic control analyzes with data on fasting insulin, glycated hemoglobin and HOMA-IR. Food consumption was estimated by the 24-hour recall and the dietary glycemic index (DIG) and the dietary glycemic load (DCG) were calculated according to the recommendations of the Food and Agriculture Organization of the United Nations / World Health Organization. **Results:** There is a wide variation in DGI and DCG during the day, with minimum values observed at lunchtime and higher values at night. The mean insulin was 8.08 (7.98-8.19) mU / L among adolescents with normal weight and 12.71 (12.49-12.94) among overweight / obesity. The HOMA-IR value was 1.72 and 2.75, respectively. DGI and AvGI (average glycemic index) was around 59, with no differences in weight status. DGL and AvGL (average glycemic load) were not associated with glycemic control markers (p values > 0.16), except AvCG in adolescents with normal weight, with the highest values of regression coefficient for insulin ($\beta = 0.12$, p value < 0.001). Measures of the glycemic index seem to be the best predictors of glycemic control, with greater value for AvGI and insulin ($\beta = 0.23$) among overweight / obese adolescents. DIG was positively associated with female BMI z-score when carbohydrate intake was moderate ($\beta = 0.010$; p-value = 0.018). The glycemic index of the first meal was also associated with the z-score of BMI in girls, but this relationship was negative ($\beta = -0.003$; p-value = 0.053) and only for the highest level of carbohydrate intake. **Conclusion:** Among overweight / obese adolescents, carbohydrate quality counts more for glycemic control than portion size or peak carbohydrate intake. Even though the glycemic index is a good predictor of the quality of the carbohydrate consumed, our findings do not show that its increase affects the BMI z-score. The glycemic load proved to be only a proxy for the total consumption of energy and carbohydrates, which did not allow investigating the relationship between the quality of the carbohydrate consumed, the glycemic control and the z-score of the adolescents' BMI.

Keywords: Glycemic index. Glycemic load. Glycemic control. Intake. Obesity. Adolescent.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da prevalência de excesso de peso ($IMC \geq 25 \text{kg/m}^2$) no mundo: comparação entre 1975 e 2016 para sexos combinados.....	18
Figura 2 - Prevalência de sobrepeso e obesidade, em adultos, sexos combinados, nos países da América Latina e do Caribe, 2014.....	19
Figura 3 - Evolução de indicadores antropométricos de adolescentes (10 a 19 anos) brasileiros, por sexo e períodos 1974-1975, 1989 e 2002-2003 e 2008-2009.....	22
Figura 4 - <i>Directed acyclic graph</i> (manuscrito 1): Predição do controle glicêmico de adolescentes por indicadores dietéticos.....	50
Figura 5 - <i>Directed acyclic graph</i> (manuscrito 2): Efeito do índice glicêmico da dieta de adolescentes sobre índice de massa corporal.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Faixa etária (em anos) para termos relacionados à juventude.....	21
Quadro 2 - Conceitos e definições de índice e carga glicêmica.....	29
Quadro 3 - Método analítico das variáveis bioquímicas de interesse e seus respectivos critérios de classificação.....	41
Quadro 4 - Etapas para a coleta de informações dietéticas, com recordatório de 24h, utilizando a técnica das múltiplas passagens.....	42
Quadro 5 - Fontes utilizadas na compilação das informações sobre a composição nutricional dos alimentos na Pesquisa de Orçamento Familiar, 2008-2009	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A A-HA!	<i>Global Accelerated Action for the Health of Adolescents</i>
ADA	<i>American Diabetes Association</i>
AGL	Ácido graxo livre
AMPM	<i>Automated Multiple-Pass Method</i>
AvGI	Índice glicêmico médio (Average glycemic index)
AvGL	Carga glicêmica média (Average glycemic load)
BMI	<i>Body mass index</i>
CDC	<i>Center of Diseases Control and Prevention</i>
CG	Carga glicêmica
CID-10	10 ^a . Revisão da Classificação Internacional de Doenças
DAG	<i>Directed acyclic graph</i>
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
DGI	Índice glicêmico diário (Daily glycemic index)
DGL	Carga glicêmica diária (Daily glycemic load)
DM2	<i>Diabetes Mellitus</i> tipo 2
Endef	Estudo Nacional da Despesa Familiar
Erica	Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
HIV	<i>Human immunodeficiency virus</i>
HOMA-IR	<i>Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG	Índice glicêmico
IGF-1	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1
IMC	Índice de massa corporal
INA	Inquérito Nacional
LDL	<i>Low density lipoprotein</i>
NDSR	<i>Nutrition Data System for Research</i>
OPAS	Organização Panamericana de Saúde
PAHO	<i>Pan American Health Organization</i>
PDA	<i>Personal digital assistant</i>

PeNSE	Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
QFCA	Questionários de frequência de consumo alimentar
R24h	Recordatório de 24 horas
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
VET	Valor energético total
Vigitel	Sistema de vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico
VLDL	<i>Very low density lipoprotein</i>
WHO	World Health Organization
GI	<i>Glycemic index</i>
GL	<i>Glycemic load</i>

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	15
1	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
1.1	Sobrepeso e obesidade.....	17
1.1.2	<u>Sobrepeso e obesidade em adolescentes.....</u>	20
1.2.	Consumo Alimentar.....	23
1.2.1	<u>Os macronutrientes na alimentação.....</u>	24
1.2.2	<u>Consumo de carboidratos, controle glicêmico e obesidade.....</u>	25
1.2.3	<u>Índice glicêmico da dieta.....</u>	26
1.3	Co-variáveis.....	30
1.3.1	<u>Sexo, idade e Maturação sexual.....</u>	30
1.3.2	<u>Nível socioeconômico.....</u>	32
1.3.3	<u>Atividade física.....</u>	32
2	JUSTIFICATIVA.....	34
3	HIPÓTESE.....	35
4	OBJETIVOS	36
4.1	Objetivo geral	36
4.2	Objetivos específicos	36
5	MATERIAL E MÉTODOS	37
5.1	Indicadores bioquímicos e dietéticos do controle glicêmico e índice de massa corporal de adolescentes brasileiros.....	37
5.1.1	<u>Desenho do estudo.....</u>	37
5.1.2	<u>População de estudo.....</u>	38
5.1.3	<u>Treinamento dos entrevistadores e coleta de dados.....</u>	38
5.1.4	<u>Variáveis.....</u>	39
5.1.4.1	Variáveis desfecho.....	39
5.1.4.1.1	Medidas Antropométricas.....	39
5.1.4.1.2	Análises Bioquímicas.....	40
5.1.4.2	Variável de exposição.....	41
5.1.4.2.1	Consumo alimentar.....	41
5.1.4.3	Co-variáveis.....	48

5.1.5	<u>Questões éticas</u>	49
5.1.6	<u>Análise estatística</u>	49
6	RESULTADOS	52
6.1	Comparison of glycemic index and glycemic load using daily or average measures related to glycemic control in Brazilian adolescents (Manuscrito 1)	52
6.2	Dietary glycemic index and glycemic load measures and body mass index in Brazilian adolescents (Manuscrito 2)	68
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
	REFERÊNCIAS	90
	ANEXO A – Proposta de estudo complementar ao Erica.....	103
	ANEXO B – Cidades participantes do Erica por estado e região.....	104
	ANEXO C – Cadastro na Plataforma Brasil.....	109
	ANEXO D – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Estudos de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro.....	111
	ANEXO E – Termo de compromisso para uso dos dados do Erica.....	113
	APÊNDICE A – Relação de alimentos cujo o índice glicêmico (IG) foi retirado da base de dados da Universidade de Sidney, 2017(THE UNIVERSITY OF SYDNEY, 2020).....	116
	APÊNDICE B – Relação de alimentos cujo o índice glicêmico (IG) foi retirado artigos publicados em periódicos.....	119
	APÊNDICE C – Relação de alimentos cujo o índice glicêmico (IG) foi atribuído pela semelhança com outros alimentos.....	121

INTRODUÇÃO

Desde a adoção do termo “saúde internacional”, criado em 1913 pela Fundação Rockefeller, até o uso mais atual do termo “saúde global”, que emergiu na virada do século XXI, a saúde vem sendo entendida como um fenômeno que transcende as fronteiras de qualquer país. Neste percurso de cerca de um século, muitos atores foram incorporados às discussões em saúde, muitos acordos internacionais de cooperação foram feitos e grandes esforços foram despendidos em prol de melhorias das condições de saúde da população (SAMPAIO; VENTURA, 2016).

Ainda que não equiparados aos países ricos, países de renda média conseguiram grandes avanços na qualidade dos indicadores de saúde relacionados ao controle de doenças infecto parasitárias, as quais são evitáveis por imunização e acesso à saneamento básico. Nestes locais, como é o caso do Brasil, a melhoria se estende à redução da mortalidade infantil e materna, assim como o aumento do acesso aos serviços de saúde, principalmente os da Atenção Básica. Nos países mais pobres, porém, tal controle ainda é escasso e as melhores ações oferecidas ainda são as que chegam via cooperação internacional (SAMPAIO; VENTURA, 2016; SCHRAMM et al., 2004).

Paralelamente a este cenário, o mundo vem observando o aumento de um grupo de doenças de curso crônico, para as quais ainda não se preparou nem se equipou das tecnologias necessárias ao seu controle e efetivo combate. O avanço das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), já generalizado em países ricos e acelerado em países de renda média e baixa, faz com que organizações como as Nações Unidas reconheçam que as consequências adversas da crescente prevalência destas sejam sentidas por todas as sociedades e economias. No entanto, o efeito mais devastador ocorre sobre as populações mais vulneráveis, de onde vem cerca de 80% das mortes por DCNT, forçando uma mudança urgente, e já em andamento, na agenda global de saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010, 2014).

Os elevados custos gerados para os serviços de saúde, o custo social dos anos de vida vividos com incapacidades trazidas pelos sintomas da morbidade dessas doenças e a alta mortalidade precoce, entre 30 e 70 anos de idade, mostram a gravidade desta epidemia. Em grande parte, porém, tal epidemia poderia ser evitada pela mudança de quatro comportamentos de risco: uso do tabaco, inatividade física, uso nocivo do álcool e dieta não saudável. Com isso, os riscos metabólicos e fisiológicos (pressão arterial

elevada, glicemia aumentada, dislipidemias e obesidade) seriam reduzidos, reduzindo-se também a prevalência de três das quatro DCNT que mais causam mortes prematuras: doenças cardiovasculares, câncer e diabetes (SAMPAIO; VENTURA, 2016; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010, 2014).

Vale ainda ressaltar que o excesso de peso e alterações da glicemia de jejum estão entre os cinco fatores que mais contribuem para o aumento dos anos de vida vividos com incapacidade. O efeito de ambos combinados tem consequências para vários desfechos em saúde e eleva os custos com cuidados especializados (FOROUZANFAR et al., 2016).

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Sobrepeso e obesidade

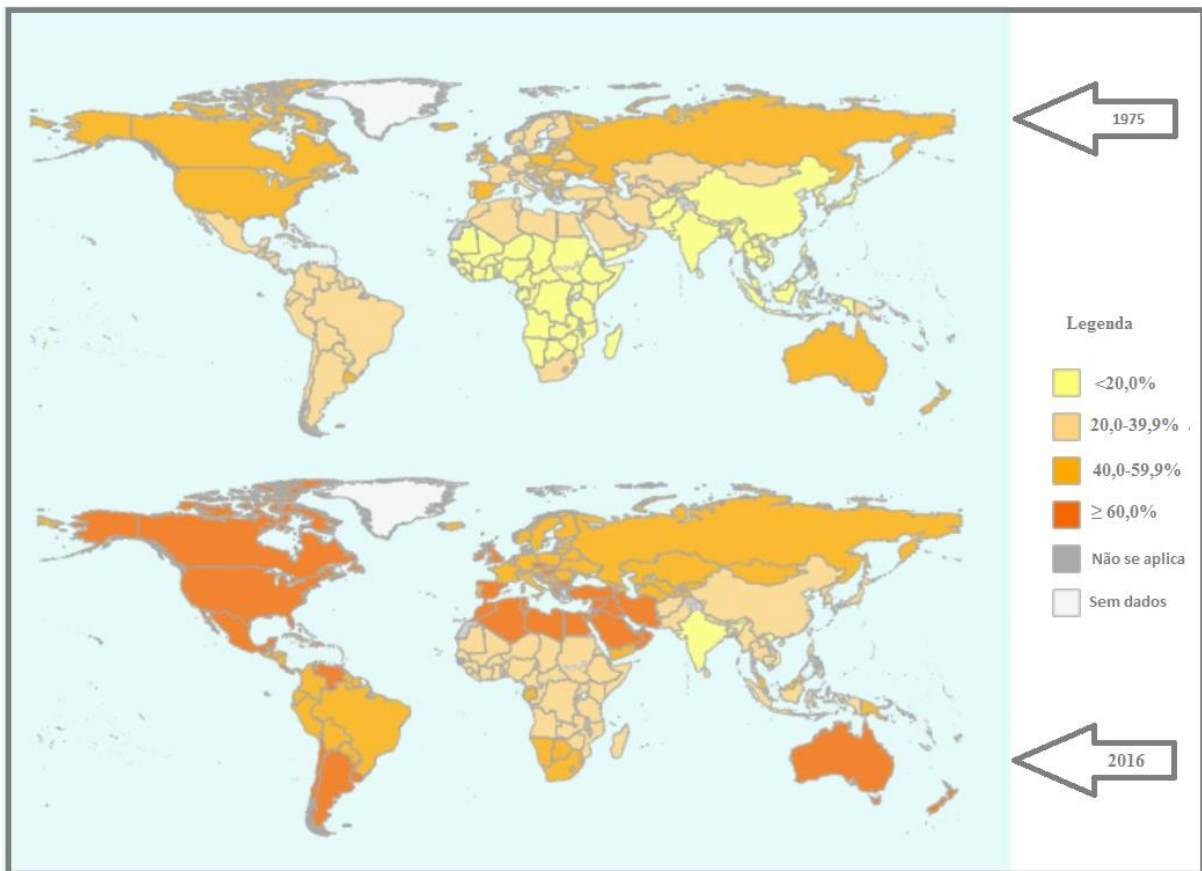
O sobrepeso e a obesidade são caracterizados pela *World Health Organization* (WHO, em português Organização Mundial de Saúde - OMS) como um acúmulo elevado e anormal de tecido adiposo que pode gerar riscos à saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). A simplicidade desta definição, no entanto, remete apenas ao desbalanço da proporção de massa corporal para estatura, quando na realidade este é um processo complexo com muitas manifestações metabólicas (HRUBY; HU, 2015).

A medida mais utilizada e aceita para mensurar e classificar o excesso de peso é o índice de massa corporal (IMC) devido a sua fórmula simples, ao baixo custo de obtenção, à elevada correlação com o percentual de gordura corporal e à facilidade de comparação de resultados de diversos estudos (JENSEN et al., 2014; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000). No entanto, esta não é uma medida direta de adiposidade (ANJOS, 2006; CLEVA, 2016).

Os agravos à saúde relacionados a obesidade, são extensos e implicam no aumento do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, tais como: *diabetes mellitus* do tipo 2 (DM2), doenças cardiovasculares, articulares, alguns tipos de câncer e depressão, e maior mortalidade (MARMOT et al., 2007; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000, 2012).

Embora a WHO classifique a obesidade como uma doença crônica, apenas na 10ª. Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) a obesidade é contemplada no item doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1996, 2000). Nas últimas quatro décadas houve um aumento alarmante do sobrepeso e da obesidade (Figura 1). O crescimento das prevalências do excesso de peso tomou uma magnitude que vem sendo tratado como uma epidemia mundial. Em alguns países as proporções dobraram, e até quadruplicaram, neste período (DIAS et al., 2017; HRUBY; HU, 2015).

Figura 1 – Evolução da prevalência de excesso de peso ($IMC \geq 25 \text{kg/m}^2$) no mundo: comparação entre 1975 e 2016 para sexos combinados.



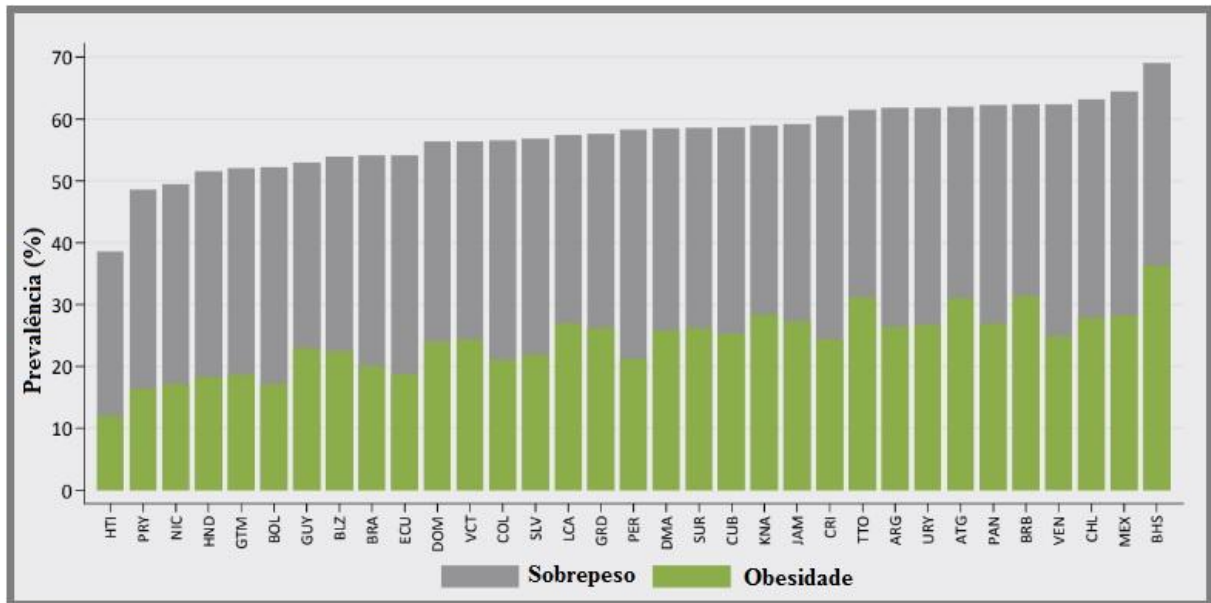
Fonte: adaptado de http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight/en/ (“WHO | Overweight and obesity”, 2018). IMC = índice de massa corporal.

Em 2010, estima-se que cerca de 3,4 milhões de mortes foram causadas pelo sobrepeso e obesidade. Além disso, o excesso de peso foi responsável por 3,9% dos anos de vida perdidos e 3,8% dos anos vividos com incapacidades (FOROUZANFAR et al., 2016). Em 2017, 672 milhões de adultos eram obesos, o que representa 13% da população mundial de adultos, ou seja, 1 a cada 8 indivíduos com mais de 18 anos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018).

Na América Latina e Caribe (Figura 2), as Bahamas tiveram a maior prevalência de excesso de peso para o ano de 2014, e quase 70% da população adulta apresentou sobrepeso ou obesidade. Neste mesmo ano, o Brasil apresentava prevalência de excesso de peso menor que o México e Estados Unidos, mas superou vizinhos como Bolívia e Guianas (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2017).

Com base em dados de 2015, estima-se que 73% das mortes no Brasil foram atribuídas às DCNT, e ainda houve risco de 17% de mortes prematuras, ou seja, entre 30 e 70 anos de idade, em função das doenças crônicas (RILEY et al., 2017).

Figura 2 – Prevalência de sobrepeso e obesidade, em adultos, sexos combinados, nos países da América Latina e do Caribe, 2014.



Fonte: adaptado de 2016 America Latina y el Caribe. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional. Sistemas alimentarios sostenibles para poner fin al hambre y la malnutrición (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2017).

Para o monitoramento do avanço do excesso de peso e de outras doenças crônicas, o Brasil conta com inquéritos nacionais de base populacional. A Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontou em sua última edição, de 2008-2009, que as prevalências de sobrepeso e de obesidade vêm aumentando continuamente em ambos os sexos. Nos 34 anos que separaram o Endef (Estudo Nacional da Despesa Familiar), de 1974-1975, e a POF, de 2008-2009, a prevalência de excesso de peso em adultos aumentou em quase três vezes no sexo masculino (de 18,5% para 50,1%) e em quase duas vezes no sexo feminino (de 28,7% para 48,0%). A prevalência de obesidade aumentou em mais de quatro vezes para homens (de 2,8% para 12,4%) e em mais de duas vezes para mulheres (de 8,0% para 16,9%). Somados, sobrepeso e obesidade, já atingiam 62,5% da população adulta masculina e 64,9% da feminina, em 2008-2009 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011).

Dados mais recentes, do Vigitel (Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico), apontam que entre 2006 e 2016, o sobrepeso

aumentou 26,3%, passando de 42,6% para 53,8%. Já a obesidade teve seu aumento registrado em 60% no mesmo período quando sua prevalência entre os brasileiros subiu de 11,8% em 2006 para 18,9% em 2016 (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

1.1.1 Sobrepeso e obesidade em adolescentes

O documento intitulado *Global Accelerated Action for the Health of Adolescents (AA-HA!): guidance to support country implementation* (em português Ação Global Acelerada para a Saúde dos Adolescentes -AA-HA!: Orientação para apoiar a implementação do país) lançado pela WHO em 2017, reforça a definição ampliada de adolescência (período da vida entre os 10 e os 19 anos) e ainda mostra como este ciclo da vida se relaciona com os termos criança, jovem, adulto jovem e pessoa jovem (Quadro 1) (PLUMMER et al., 2017).

Mais do que isso o AA-HA! contextualiza a situação mundial de saúde dos adolescentes e destaca a importância desta faixa etária. Trata-se de um período de grandes mudanças biológicas e também de transição social para a vida adulta, com acelerado desenvolvimento físico, cognitivo, emocional, social e sexual. Este cenário cria a necessidade de um equilíbrio entre a busca de autonomia e a necessidade de proteção (PLUMMER et al., 2017).

Com essas características os adolescentes estão expostos a experimentação de situações novas que podem trazer riscos a sua saúde. O CDC (*Center of Diseases Control and Prevention*, em português Centro de Controle e Prevenção de Doenças) categoriza os comportamentos de risco a saúde em seis eixos principais; os comportamentos alimentares não saudáveis e a inatividade física são dois deles (KANN et al., 2016).

Em revisão integrativa da literatura, Moura e colaboradores (2018) avaliaram os fatores associados ao comportamento de risco à saúde de adolescentes brasileiros, concluindo que estes são frequentes e tendem a se aglomerar, potencializando os riscos entre aqueles que os adotam. Assim, os comportamentos alimentares não saudáveis e inatividade física, se relacionam com o sobrepeso e a obesidade e suas prevalências vem aumentando entre crianças e adolescentes. A *Pan American Health Organization* (PAHO, em português Organização Pan-americana de Saúde - OPAS) já indicava em 2002 que quase 25% das crianças e adolescentes de países da América Latina como Chile, Peru e México estavam com algum grau de excesso de peso (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, 2002). Para 2022 a previsão do *Imperial London*

College e da *WHO* é que o número de crianças e adolescentes obesas supere na mesma faixa etária o número de desnutridos (ABARCA-GÓMEZ et al., 2017).

Quadro 1 - Faixa etária (em anos) para termos relacionados à juventude.

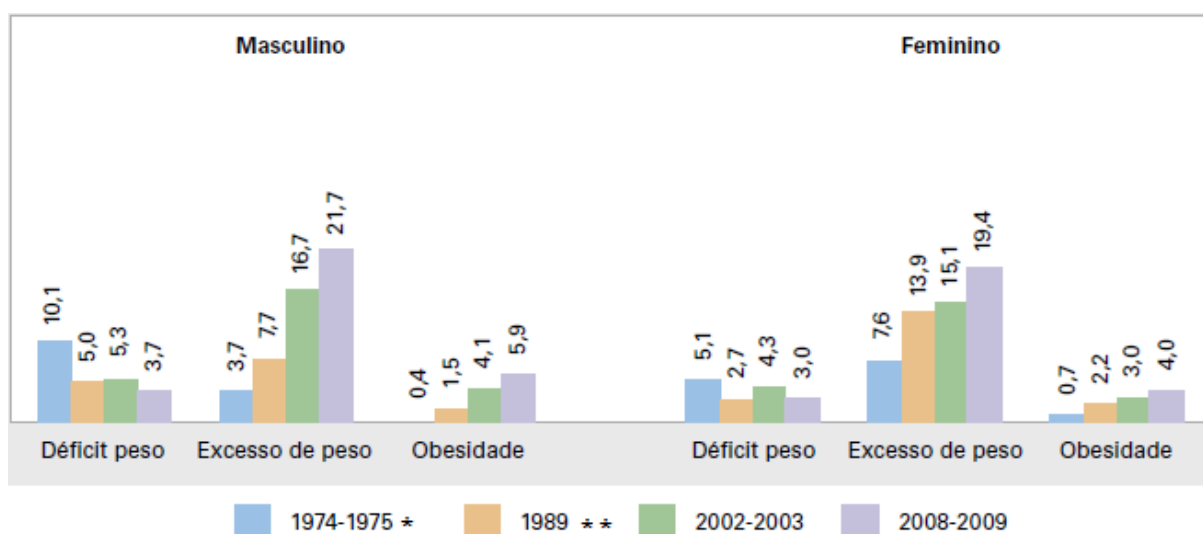
Termo	Idade (em anos)															
	0-9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Criança																
Adolescente																
Jovem																
Adulto Jovem																
Pessoa Jovem																

Fonte: adaptado de Global Accelerated Action for the Health of Adolescents (AA-HA!): guidance to support country implementation (PLUMMER et al., 2017).

A última POF revelou que entre os adolescentes de 10 a 19 anos de idade, 27,3% dos meninos e 23,4% das meninas apresentam algum grau de excesso de peso. Ao avaliar os dados de sobrepeso e obesidade para esta faixa etária, entre 1974-1975 e 2008-2009 (Figura 3), é possível perceber que a velocidade de avanço destes agravos é preocupante. Em adolescentes do sexo masculino, a prevalência de sobrepeso aumentou em quase seis vezes e a obesidade em mais de quatorze vezes. No sexo feminino, o sobrepeso mais que dobrou e a obesidade aumentou pouco menos de seis vezes. Embora a velocidade de mudança das prevalências de excesso de peso em meninas seja menor, não é menos preocupante (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010a).

Dados da Pense (Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar), com medidas antropométricas de 58.971 adolescentes da 9ª série, matriculados em escolas públicas e privadas das capitais brasileiras no ano de 2009, mostraram sobrepeso de 23,0% e a obesidade de 7,3%, para esta população. Os meninos tiveram as maiores prevalências tanto de obesidade (8,7% em meninos; 6,0% em meninas) quanto para sobrepeso (24,0% em meninos; 22,1% em meninas) (ARAÚJO et al., 2010).

Figura 3 - Evolução de indicadores antropométricos de adolescentes (10 a 19 anos) brasileiros, por sexo e períodos 1974-1975, 1989 e 2002-2003 e 2008-2009.



Fonte: adaptado de Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009. Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010a). 1974-1975: Estudo Nacional da Despesa Familiar 1974-1975. 1989: Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição 1989. 2002-2003/2008-2009: Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003/2008-2009. * Exclui as áreas rurais das Regiões Norte e Centro-Oeste. ** Exclui a área rural da Região Norte.

No estudo Erica, conduzido em 2013-2014 estimou-se uma prevalência de 25,5% de excesso de peso em adolescentes de 12 a 17 anos. As meninas apresentaram 17,6% de sobrepeso e 7,6% de obesidade e os meninos valores próximos de sobrepeso 16,6% e prevalência de obesidade um pouco maior do que a das meninas (9,2%) (BLOCH et al., 2016).

O excesso de peso em crianças e adolescentes afeta diretamente a saúde e a qualidade de vida. Além disso, eles são mais propensos a se tornarem adultos obesos, estando em risco de desenvolver DCNT ainda na infância e adolescência. Não há como desconsiderar a multifatorialidade envolvida na crescente prevalência de excesso de peso em crianças e adolescentes, mas o consumo alimentar não saudável é o mais importante fator pela disponibilidade, acessibilidade e *marketing* de alimentos com apelo para estas faixas etárias. (PATE et al., 2013; WORLD HEALTH ORGANIZATION; COMMISSION ON ENDING CHILDHOOD OBESITY, 2016).

1.2 Consumo Alimentar

Entre os múltiplos fatores associados ao excesso de peso, tanto em adultos quanto em adolescente, o consumo alimentar tem papel preponderante (PATE et al., 2013) e as mudanças no padrão alimentar dos brasileiros, com substituição de alimentos frescos e minimamente processados por outros com alto teor de açúcares, sódio e gorduras estão amplamente descritas pela literatura (BEZERRA et al., 2017; LEVY-COSTA et al., 2005). Dados de mais de sessenta mil estudantes do ensino fundamental que participaram da *Pense*, conduzida em 2009, permitiram a identificação de três padrões de consumo diferentes. O padrão saudável, caracterizado pelo consumo de hortaliças cozidas, frutas, leite, hortaliças cruas e feijão foi identificado em 27,7% dos adolescentes. O padrão não saudável esteve presente na alimentação de 34,6% deles, sendo frequente o consumo de: guloseimas, biscoitos doces ou bolachas doces, biscoitos salgados ou bolachas salgadas, batata frita (incluindo batata de pacote), salgadinhos fritos, embutidos (hambúrguer, salsicha, mortadela, salame, presunto, empanados de frango tipo *nuggets* ou linguiça) e refrigerante. No padrão misto, a frequência de consumo dos alimentos saudáveis e não saudáveis foi próxima, e 37,7% dos adolescentes foram classificados neste grupo (TAVARES et al., 2014).

Souza e colaboradores (2016) descreveram os alimentos mais consumidos entre os adolescentes que participaram do *Erica*. Verificaram que embora alimentos tradicionais como o arroz e o feijão estejam presentes no dia a dia desta faixa etária, estes associam-se ao consumo elevado de alimentos não saudáveis, tais como de bebidas açucaradas e alimentos ultraprocessados. Identificaram, ainda, que a ingestão média de energia dos adolescentes variou de 2.036 kcal para as meninas mais novas (12 a 13 anos) a 2.582 kcal entre os meninos mais velhos (14 a 17 anos). Os dados do Inquérito Nacional (INA) de 2008-2009 também encontrou resultado semelhante para a população brasileira, com uma combinação de alimentos tradicionais (café, arroz e feijão) e alimentos ultraprocessados (SOUZA et al., 2013).

1.2.1 Os macronutrientes na alimentação

O ato de alimentar-se tem como finalidade principal, do ponto de vista fisiológico, a obtenção de elementos necessários ao funcionamento adequado do organismo. Ao escolher os alimentos que farão parte de uma refeição os indivíduos combinam de maneiras variadas macro e micronutrientes que devem permitir que os mecanismos metabólicos sejam mantidos em equilíbrio. Por macronutrientes entende-se os elementos que geram energia, sendo as gorduras os componentes alimentares de maior concentração energética e que fornecem entre 15% a 30% do valor energético total (VET) da alimentação. As proteínas fornecem aminoácidos necessários a diversos processos bioquímicos no corpo humano e devem contribuir com 10% a 15% do VET. Por fim, os carboidratos devem compreender 55% a 75% do VET e distribuídos em não mais do que 10% de açúcares livres e 45% a 65% de carboidratos complexos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

O consumo de carboidratos, assim como as consequências da escolha de alimentos ricos ou não nesse nutriente, fontes de carboidratos de maior ou menor qualidade, tem sido estudado ao longo dos anos. Muito progresso foi feito no conhecimento sobre suas vias de absorção e metabolismo, no entanto, nem todas as questões sobre seu envolvimento nos processos saúde-doença estão esclarecidos (AUGUSTIN et al., 2015; KONG et al., 2011).

Em relação à qualidade dos carboidratos, estudos têm explorado as características referidas como índice glicêmico, carga glicêmica e teor de fibra dietética. Há consenso em relação a importância e efeitos benéficos à saúde em relação às fibras (AUGUSTIN et al., 2015). Para o índice glicêmico e carga glicêmica os resultados não estão ainda, completamente esclarecidos.

Esses indicadores da dieta relacionam-se ao controle glicêmico e dietas de baixo índice glicêmico ou carga glicêmica tem um impacto importante no controle do diabetes tipo 2 (LUDWIG, 2002; LUDWIG et al., 2018) no perfil lipídico (HEILBRONN; NOAKES; CLIFTON, 2002; IANNUZZI et al., 2009; PEREIRA et al., 2015; SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2013; SICHIERI et al., 2007)., mas seu impacto na prevenção ou tratamento da obesidade é ainda discutível (ROUHANI et al., 2014; SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2013).

1.2.2 Consumo de carboidratos, controle glicêmico e obesidade

O aumento recente do consumo de carboidratos facilmente digeríveis tem sido associado as epidemias de obesidade e doenças cardiometabólicas e gerou uma hipótese chamada de modelo carboidrato-insulina, cujo principal proponente e defensor é o pesquisador Ludwig. Ludwig e Ebbeling (2018) propõem que uma dieta rica em carboidratos, principalmente aquelas baseadas em alimentos ricos em amido e açúcar, aumenta a insulinemia pós-prandial, promovendo aumento das células adiposas para acúmulo energético. Uma vez que o metabolismo está acumulando energia, o processo de oxidação da gordura nos tecidos magros é desacelerado, e combinados estes mecanismos levam ao ganho de peso por deposição de gordura (LUDWIG et al., 2018; LUDWIG; EBBELING, 2018).

Para além da insulina, concentração de glicose sanguínea conta com um eficiente sistema de homeostase. Aumentos da glicemia levam a secreção de insulina e entrada da glicose circulante nas células musculares e adiposas. No sentido inverso, níveis baixos de glicemia estimulam a secreção de glucagon, epinefrina, cortisol e hormônio do crescimento que levam ao aumento da glicemia. O consumo excessivo de carboidratos ou carboidratos de rápida absorção gera picos glicêmicos, que estimulam a hiperinsulinemia e alteram a razão insulina-glucagon. A elevação desta razão causa uma exacerbação do processo anabólico pós-prandial normal (LUDWIG, 2002; LUDWIG; EBBELING, 2018).

Mesmo após as concentrações sanguíneas de glicose serem normalizadas, o efeito da alta razão insulina-glucagon se mantém, transformando rapidamente (2h-4h) o estado de hiperglicemia em hipoglicemia e reduzindo as taxas de oxidação de glicose nos tecidos. Com a escassez de metabólitos combustíveis circulantes para os processos fisiológicos a contra regulação hormonal leva ao aumento da concentração de ácidos graxos e, em cerca de 6h, conduz o organismo a um cenário metabólico de jejum normalmente experimentado apenas depois de muitas horas sem comida (LUDWIG, 2002; LUDWIG; EBBELING, 2018). Com a repetição deste padrão o indivíduo experimenta um aumento da sensação de fome como tentativa do organismo de restabelecer a homeostase energética que este, equivocadamente, percebe como deficitária. Ocorre então o aumento do consumo alimentar que reforça o acúmulo de

tecido adiposo e o desenvolvimento da obesidade (LUDWIG, 2002; LUDWIG; EBBELING, 2018).

Hall e colaboradores (2018), críticos da teoria carboidrato-insulina, pontuam que embora seja plausível que variáveis relacionadas à sinalização da insulina possam estar envolvidas na patogênese da obesidade, a hipótese de que a secreção de insulina estimulada por carboidratos seja a principal causa da obesidade por meio de efeitos diretos nos adipócitos é difícil de conciliar com várias evidências atuais, quais sejam: 1) a variação de genes relacionados à sinalização da insulina e função adipocitária deveria explicar a variabilidade populacional da obesidade, porém variantes genéticas associadas a distribuição de gordura corporal (por exemplo, relação cintura-quadril) estão mais frequentemente envolvidas na sinalização da insulina e na biologia dos adipócitos, sendo que variantes genéticas associadas à adiposidade total estão relacionadas principalmente ao desenvolvimento e à função do sistema nervoso central. 2) um princípio central da teoria é a baixa disponibilidade de combustíveis em circulação. Contudo, indivíduos com obesidade têm níveis normais ou elevados de combustíveis circulantes, incluindo ácidos graxos livres (AGL) e glicose e seu tecido adiposo libera mais AGL total e glicerol. 3) o modelo usado por Ludwig e Ebbeling não incluiu triglicerídeos plasmáticos, que contribuem muito para a energia química circulante, eles aumentam com dietas com maior teor em carboidratos e geralmente são elevados na obesidade. 4) os estudos relacionados a ganho de peso e dieta com variável IG ou carga glicêmica são inconclusivos como será explorado no capítulo que segue.

1.2.3 Índice glicêmico da dieta

Um dos aspectos qualitativos da dieta associado ao metabolismo de carboidratos e discutido como possível efeito no ganho de peso é o índice glicêmico (IG) da dieta. Vários estudos vem discutindo os efeitos da qualidade dos carboidratos consumidos sobre as mudanças de massa e composição corporal (HEILBRONN; NOAKES; CLIFTON, 2002; SICHIERI et al., 2007; SMITH et al., 2015; TURNER-MCGRIEVY et al., 2015).

O IG é uma característica dos alimentos e mede o impacto relativo do carboidrato presente nestes na concentração de glicose plasmática. É determinado pela relação entre a área abaixo da curva de resposta glicêmica duas horas após o consumo de uma porção

do alimento teste e a área abaixo da curva de resposta glicêmica correspondente ao consumo de uma porção do alimento referência (com a mesma quantidade de carboidrato que a porção do alimento teste). O valor obtido nessa relação é multiplicado por cem e o IG é expresso em porcentagem (FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002; SILVA et al., 2009).

Já o índice glicêmico da dieta é função, também, da composição geral da alimentação e depende de outros componentes presentes concomitantemente em uma refeição. No entanto seu cálculo se baseia na extrapolação do conceito de IG do alimento para refeições mistas e dietas, calculando um IG ponderado (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998).

A CG, por sua vez, é a relação entre o índice glicêmico de cada do alimento associada a quantidade de carboidratos que se consome por meio deles (FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002; SILVA et al., 2009). A CG é uma característica da refeição como um todo, uma vez que poucos alimentos são consumidos isoladamente no dia-dia. Ela é calculada ao se multiplicar o IG dos alimentos consumidos pela porção de carboidratos glicêmicos que estes forneceram, dividindo esse valor por cem. O quadro 2 resume esses conceitos.

Dos macronutrientes que compõem uma refeição ou a dieta como um todo, a proteína associa-se a dietas de menor carga glicêmica (CG). Esta relação é exemplificada no estudo que demonstra que quando alimentos ricos em proteínas (frango e carne) são retirados da dieta, geralmente são substituídos por outros, de características diferentes, geralmente ricos em carboidratos de qualidade variada. Existe aí uma interação entre mudanças no conteúdo de proteínas da dieta e a carga glicêmica desta. Como exemplo, um estudo identificou que o incremento de consumo de uma porção diária de queijos leva ao ganho de peso se for acompanhada pelo aumento da carga glicêmica, não altera o peso corporal se a carga glicêmica também não se alterar e, por fim, associa-se à perda de peso se a carga glicêmica for reduzida (SMITH et al., 2015).

As metanálises sobre o papel do índice glicêmico não observaram um efeito protetor em relação ao ganho de peso em dietas de baixo IG (ROUHANI; SALEHI-ABARGOUEI; AZADBAKHT, 2013; SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2013), contudo esses estudos não levaram em conta o teor de proteína da dieta, embora estudos de intervenção tenham fixado o teor proteico e total de carboidratos. Nesse sentido, estudos controlados (HEILBRONN; NOAKES; CLIFTON, 2002; SICHIERI et al., 2007)

não encontraram diferença para perda de peso e composição corporal em mulheres que consumiram dietas classificadas como de alto índice glicêmico versus baixo índice glicêmico, fixando o teor de proteínas. Este resultado é corroborado por metanálise sobre o uso de dietas de baixo índice glicêmico em adolescentes que também não identificou benefícios para redução de massa corporal (ROUHANI; SALEHI-ABARGOUEI; AZADBAKHT, 2013). Porém, reduções nos níveis séricos de triglicerídeos, LDL-colesterol, VLDL-colesterol, hemoglobina glicosilada ou HOMA-IR tem sido observadas na maior parte dos estudos para adolescentes e para adultos (HEILBRONN; NOAKES; CLIFTON, 2002; IANNUZZI et al., 2009; PEREIRA et al., 2015; SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2013; SICHERI et al., 2007).

Kong e colaboradores (2014) concluíram com base em revisão não sistemática da literatura que estudos epidemiológicos e ensaios clínicos sugerem um papel para a dieta de baixo IG no manejo da obesidade infantil e riscos cardiometabólicos associados, mas os resultados nem sempre são consistentes. A revisão sistemática de Rouhani e colaboradores (2014) mostrou que em estudos de corte transversal o excesso de peso de crianças esteve associado com dietas de altos índices glicêmicos. Os resultados de estudos de coorte foram controversos e os estudos de intervenção indicaram relações inversas tanto do IG quanto da CG, ou seja, aumento de peso com a redução destas características da dieta.

Em adolescentes, os estudos de intervenção não fixaram o teor de proteínas da dieta e há um menor número de estudos específicos sobre o efeito do índice glicêmico de dieta em relação ao sobrepeso e obesidade. Nicholl e colaboradores (2014), observaram que maior carga glicêmica do jejum de adolescentes do sexo feminino esteve associada ao maior risco de síndrome metabólica.

Em síntese, a literatura é ainda conflitante sobre uma possível relação protetora de alimentação de baixo índice glicêmico e carga glicêmica com a obesidade. Embora ambos possam ser avaliados em estudos observacionais, o melhor modelo para análise da associação entre o IG e CG e obesidade seria o ensaio clínico desenhado com igual quantidade de carboidrato total, fibra e proteína, ou seja, só a variação na qualidade do carboidrato seria avaliada. Nos estudos observacionais se faz necessário controlar por essas variáveis e os estudos não tem contemplado essas análises em adolescentes.

Quadro 2 – Conceitos e definições de índice e carga glicêmica.

Conceito	Definição
Carboidrato glicêmico	Carboidrato que fornece moléculas de glicose para o metabolismo e, conseqüentemente, energia. São eles o amido e os açúcares solúveis.
Carboidrato não glicêmico	Carboidrato que não fornece moléculas de glicose para o metabolismo. São eles o heme celulose e celulose (fibras).
Índice glicêmico	Característica dos alimentos e mede o impacto relativo do carboidrato presente nestes na concentração de glicose plasmática. Determinado pela relação entre a área abaixo da curva de resposta glicêmica duas horas após o consumo de uma porção do alimento teste e a área abaixo da curva de resposta glicêmica correspondente ao consumo de uma porção do alimento referência (com a mesma quantidade de carboidrato que a porção do alimento teste).
Carga glicêmica	Relação entre o índice glicêmico de cada do alimento e a quantidade de carboidratos que se consome por meio deles. É uma característica da refeição como um todo e pretende prever o impacto do consumo de uma determinada quantidade de carboidrato proveniente de um alimento específico na glicemia.
Índice glicêmico da refeição/dieta	Extrapolação do conceito de IG do alimento para refeições mistas ou dietas inteiras, calculando um valor de IG ponderado da refeição ou dieta. Este valor é composto pela contribuição de carboidrato glicêmico de cada alimento consumido (g) multiplicado pelo IG do respectivo alimento e esse resultado é dividido pelo carboidrato glicêmico total da refeição/dieta. Detalhes do cálculo na sessão 5.2.4.2.1 Consumo alimentar.
Carga glicêmica da refeição/dieta	É uma característica da refeição ou da dieta como um todo e pretende prever o impacto do consumo de uma determinada quantidade de carboidrato proveniente de um alimento específico, ou da combinação de alimentos específicos, na glicemia. Detalhes do cálculo na sessão 5.2.4.2.1 Consumo alimentar.

Fonte: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998.

Por outro lado, estudos em adolescentes são promissores pois espera-se que ainda não haja, na maioria dos participantes, o efeito de variações contra regulatória dos níveis de insulina, o que é frequente em adultos.

Outros estudos avaliam a temática da qualidade dos carboidratos da dieta, mas sem abordar o IG ou a CG (BRAUCHLA et al., 2012; SHRAPNEL, 2013; SIEGA-RIZ et al., 2011).

Ainda, a maioria dos estudos que avaliou o índice glicêmico da alimentação, o fez como um todo, porém para as relações com a glicemia de longa duração (HOMA-IR e hemoglobina glicosilada) picos de consumo de alto índice glicêmico poderiam ser importantes, mesmo quando a média de um dia de consumo não é alta (NICHOLL et al., 2014).

1.3 Co-variáveis

1.3.1 Sexo, idade e Maturação sexual

A composição corporal, que até certo ponto reflete o estado nutricional, exhibe variações marcantes ao longo da vida humana. São vários os mecanismos fisiológicos que conduzem as adaptações do crescimento e desenvolvimento. De uma perspectiva endócrina, os esteroides sexuais gonadais, o hormônio do crescimento e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-I) constituem os determinantes principais da evolução da composição corporal (VELDHUIS et al., 2005).

As alterações hormonais vivenciadas durante o crescimento apresentam estágios diferentes e só alcançam a estabilidade depois da puberdade, sendo a adolescência uma etapa precoce da vida em que muitas mudanças corporais são experimentadas. Como reflexo da ação hormonal intensa, durante esta fase, massa corporal, estatura e conseqüentemente o índice de massa corporal (IMC) refletem mudanças reais na forma do corpo, com diferenças marcadas para o sexo feminino e masculino (DE ONIS, 2007; ROLLAND-CACHERA, 1993).

Adolescentes púberes ou pós-púberes apresentam maiores valores de escore-z de IMC independentemente da idade ou sexo, já que ocorre acelerado incremento de massa corporal e estatura durante o processo de maturação sexual (OLIVEIRA; FRUTUOSO; GAMBARDELLA, 2014). A maturação sexual precoce também se associa a valores mais elevados de escore-z do IMC. Para as meninas que apresentam maturação sexual precoce observa-se maiores valores de massa corporal e estatura e maior risco de sobrepeso/obesidade (ADAIR; GORDON-LARSEN, 2001; OLIVEIRA; FRUTUOSO;

GAMBARDELLA, 2014; WANG, 2002). Para meninos, no entanto, a maioria dos estudos encontra uma relação inversa, ou seja, quanto mais precoce a maturação sexual menor o risco de excesso de peso (ADAIR; GORDON-LARSEN, 2001; WANG, 2002), embora alguns autores também relatem aumento do risco de sobrepeso (OLIVEIRA; FRUTUOSO; GAMBARDELLA, 2014).

Com o avanço da idade, massa corporal e estatura sofrem aumento crescente, principalmente, nas idades compreendidas entre oito a 13 anos (MINATTO et al., 2010). As alterações hormonais desta fase da vida afetam também o metabolismo. Cooper e colaboradores (2017) avaliaram a resposta glicêmica ao café da manhã, comparando refeições de alto IG e baixo IG e observaram que a resposta foi semelhante para meninos e meninas, porém as meninas exibiram um pico mais alto de concentração plasmática de insulina 30 minutos após o café da manhã, tanto com alto IG (p-valor = 0,043) quanto com baixo IG (p-valor = 0,010). Como esperado o HOMA-IR foi correlacionado positivamente com as respostas insulinêmicas e o avanço da maturidade sexual. Esses achados sugerem que a resistência à insulina na puberdade afeta as respostas insulinêmicas pós-prandiais às refeições de alto e baixo IG. Especificamente para as meninas observa-se uma resposta insulinêmica maior do que nos meninos, independente do IG da refeição.

A puberdade pode ainda afetar as escolhas alimentares de adolescentes. Um estudo de coorte conduzido com 1.232 adolescentes entre 10-15 anos, de ambos os sexos, demonstrou que houve aumento da ingestão média de água e redução do consumo de vegetais ricos em amido, margarina e laticínios, tanto para meninas quanto para meninos, conforme envelheciam. Meninas diminuíram ainda a ingestão de carne e retinol e aumentaram vegetais, grãos, óleos e chá. Os meninos diminuíram frutas e carboidratos e aumentaram a ingestão média de carne, bebidas calóricas, proteínas, gorduras, ácidos graxos poli-insaturados, vitamina C e alfa-tocoferol (HARRIS et al., 2015).

Os mesmos autores identificaram ainda que meninas cujos pais apresentavam maior escolaridade tiveram maior chance de aumentar sua ingestão de oleaginosas e menor chance de diminuir a ingestão de vitamina C, enquanto os meninos tiveram menor chance de aumentar o consumo de ovos e de ômega-3.

1.3.2 Nível socioeconômico

Estudo recente sobre a qualidade da dieta dos brasileiros revelou que adolescentes e indivíduos com alta renda estão entre os grupos de maior prevalência de dietas de baixa qualidade (MONTEIRO et al., 2020). Nessa mesma direção a análise com 32.727 adolescentes que participaram do Erica, sobre padrões alimentares (ALVES et al., 2019), identificou que o maior nível socioeconômico esteve associado ao consumo de alimentos não saudáveis como bebidas açucaradas e lanches. Esses achados são diferentes do que foi observado com adolescentes europeus, para os quais a qualidade da dieta é positivamente influenciada pelo status socioeconômico dos pais. Entre 1.768 adolescentes europeus uma alimentação mais saudável esteve correlacionada a melhor nível de escolaridade dos pais e às ocupações mais qualificadas (BÉGHIN et al., 2014).

No Brasil, o tipo de escola em que a criança ou o adolescente frequentam é considerado um bom indicador de status socioeconômico uma vez que esta escolha está fortemente relacionada à renda familiar (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010b) e tanto no estudo Erica (BLOCH et al., 2016) quanto nos dados da Pense (CONDE et al., 2018) as prevalências de excesso de peso são mais altas entre estudantes das escolas privadas do que nas escolas públicas.

1.3.3 Atividade física

A inatividade física é considerada um dos fatores de risco para o desenvolvimento do excesso de peso (MARSON et al., 2016; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010, 2014) e é um importante modulador do controle glicêmico (MARSON et al., 2016).

No estudo ERICA, em uma investigação sobre múltiplos componentes do estilo de vida, o baixo consumo de fibras foi de alta prevalência e, esse baixo consumo, em combinação com alto tempo de tela e inatividade física associou-se ao excesso de peso e obesidade abdominal (CUREAU et al., 2018). Ao avaliar 109.104 adolescentes de todos estados do Brasil cursando o 9º ano do ensino fundamental, participantes da Pense 2012, Condessa e colaboradores (2019) encontraram que 20,2% adolescentes eram ativos,

sendo esta característica duas vezes mais frequente em meninos (27,9%) do que em meninas (13,1%).

Em Salvador, um estudo transversal conduzido com 694 adolescentes de 10-14 anos matriculados em escolas públicas encontrou excesso de peso em 11,8% dos indivíduos e associação positiva e estatisticamente significativa entre inatividade física e sobrepeso/obesidade nos meninos (SOUZA et al., 2010). Embora a plausibilidade desta relação seja indiscutível nem sempre é possível estabelecê-la nos estudos epidemiológicos. Mello e colaboradores (MELLO et al., 2014) avaliaram 1.455 estudantes, também de escolas públicas, em 2011, em uma cidade do Sul do Brasil. Destes 27,8% apresentam excesso de peso, 68,0% eram fisicamente inativos e o estudo não encontrou associação entre a inatividade física e o excesso de peso dos adolescentes.

Em revisão não sistemática da literatura Kim e Park (2013) descrevem que alguns estudos observaram que tanto exercícios aeróbicos quanto os de resistência, mesmo sem restrição calórica, resultaram em alterações significativas na sensibilidade à insulina, sugerindo que o exercício sozinho é uma estratégia terapêutica eficaz para reduzir a resistência à insulina em jovens com sobrepeso e obesidade.

2 JUSTIFICATIVA

Conhecer os fatores relacionados com o sobrepeso e a obesidade na adolescência configura-se como estratégia de elevada relevância, uma vez que sua ocorrência precoce predispõe o indivíduo adulto a quadros já bem definidos de morbimortalidade, com elevados custos ao sistema público de saúde e sociais. Neste cenário, estudar características dietéticas que podem ser modificadas e suas relações com sobrepeso/obesidade possibilitará melhor prevenção desses quadros.

No mesmo sentido, avaliar o indicador dietético que melhor prediz o controle glicêmico, além de auxiliar na prevenção do excesso de peso, aumenta as possibilidades de prevenção de quadros de resistência à insulina e diabetes do tipo 2.

A base de dados do Erica é potencialmente adequada para estudar as condições de alimentação de adolescentes e sua associação com desfechos por sua base nacional, qualidade dos dados de consumo alimentar e tamanho amostral. Ainda, em adolescentes não diabéticos, as relações dos marcadores bioquímicos do controle glicêmico são melhor avaliadas pois não apresentam, ou apresentam mínimas variações compensatórias dos níveis de insulina, que por sua vez estão associadas a alterações do IMC. E em adultos tais alterações podem ser compensatórias.

No Brasil a alimentação, incluindo a dos adolescentes, ainda apresenta com frequência alimentos tradicionais como o feijão, que tem baixo índice glicêmico, permitindo uma variação entre os adolescentes e entre as refeições.

Os resultados de estudos sobre associação de IG ou CG com obesidade particularmente em adolescentes ainda são inconclusivos e somente um estudo avaliou picos de IG ou CG ao em vez de médias diárias.

3 HIPÓTESE

O índice glicêmico e a carga glicêmica dietéticos podem influenciar o controle da glicemia e associam-se ao índice de massa corporal (IMC), à hemoglobina glicosilada, à insulina de jejum e ao HOMA-IR.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar indicadores dietéticos, particularmente os relacionados à qualidade dos carboidratos, em adolescentes brasileiros e sua associação com o IMC e o controle glicêmico em adolescentes.

4.2 Objetivos específicos

- a) Identificar variações do IG e CG segundo ocasiões de consumo;
- b) Investigar alterações da hemoglobina glicosilada, insulina de jejum e HOMA-IR associadas ao IG e a CG da dieta;
- c) Avaliar a associação da composição da dieta quanto ao IG e a CG com o IMC.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado por meio de uma proposta de estudo complementar ao Erica (Estudo de Risco Cardiovascular em Adolescentes), sem financiamento adicional, submetida via formulário apropriado (ANEXO A) à coordenação de pesquisa.

O Erica (Estudo de Risco Cardiovascular em Adolescentes) é um estudo multicêntrico de base-escolar, com abrangência nacional, que avaliou adolescentes entre 12 e 17 anos, matriculados em escolas públicas e privadas de 273 municípios brasileiros com mais de 100.000 habitantes, entre 2013 e 2014.

Seu objetivo foi estimar a prevalência de fatores de risco cardiovascular e de marcadores de resistência à insulina e inflamatórios, de diabetes mellitus e obesidade em adolescentes de 12 - 17 anos, matriculados e frequentando escolas públicas e privadas em cidades brasileiras com população maior que 100.000 habitantes (BLOCH et al., 2015).

5.1 Indicadores bioquímicos e dietéticos do controle glicêmico e índice de massa corporal de adolescentes brasileiros.

5.1.1 Desenho do Estudo

O Erica teve desenho transversal, multicêntrico nacional, de base escolar. Os adolescentes foram selecionados por meio de amostragem estratificada, sendo os estratos compostos pelas unidades da federação (27 estratos) e os municípios de cada macrorregião do país (cinco estratos), totalizando 32 estratos. Seguiram-se dois estágios de seleção sucessivos (a escola e as turmas). As escolas foram selecionadas em cada estrato geográfico com probabilidade proporcional ao seu tamanho e três turmas de cada escola amostrada foram selecionadas com probabilidades iguais entre elas (BLOCH et al., 2015).

Com a participação de 273 municípios com mais de 100.000 habitantes (ANEXO B), para municípios de médio e grande porte, no nível nacional e regional, e para as capitais, a amostra possui representatividade. Vasconcellos e colaboradores (2015)

apresentam as particularidades do cálculo amostral, com população baseada no censo escolar de 2009.

5.1.2 População do estudo

Foram elegíveis para o Erica todos os adolescentes, entre 12 - 17 anos, de ambos os sexos estivessem matriculados e frequentando escolas públicas e privadas das cidades brasileiras com população maior do que 100.000 habitantes selecionadas. Os critérios de exclusão para participação no estudo principal foram: adolescentes portadores de deficiência física que impossibilite a avaliação antropométrica; adolescentes grávidas e adolescentes portadores de obesidade endógena ou secundária (BLOCH et al., 2015).

Neste estudo todos os adolescentes avaliados pelo Erica foram elegíveis, exceto aqueles com diagnóstico prévio de diabetes, declarado pelo adolescente.

5.1.3 Treinamento de entrevistadores e coleta de dados

Para prevenir ou minimizar erros sistemáticos ou aleatórios durante a coleta dos dados, medidas e na análise do sangue, foram adotados procedimentos padronizados para garantir a qualidade das informações. A equipe de campo, foi treinada e certificada antes do início do estudo. O treinamento foi empreendido por equipe especializada, com utilização de vídeos e de um manual de procedimentos (BLOCH et al., 2015).

A coleta de dados foi realizada via coletor eletrônico de dados (*Personal Digital Assistant* – PDA) e foi monitorizada durante todo o estudo e, quando necessário, foram realizados estudos de validade e de confiabilidade em subamostras. As amostras de sangue também foram submetidas a controle de qualidade com replicação da análise para avaliação de validade e confiabilidade (BLOCH et al., 2015).

5.1.4 Variáveis

5.1.4.1 Variáveis desfecho

Foi considerada como variável desfecho neste estudo o índice de massa corporal, expresso pelo escore-z de IMC para idade de acordo com o sexo, como medida de adiposidade corporal (DE ONIS, 2007) e a hemoglobina glicosilada, a insulina de jejum e o índice HOMA-IR, como indicadores do controle glicêmico.

5.1.4.1.1 Medidas Antropométricas

Todas as avaliações antropométricas do Erica seguiram o protocolo de Lohmann (1988) tendo sido realizados com os adolescentes vestindo roupas leves, sem sapatos e entrevistadores treinados (BLOCH et al., 2015; LOHMANN; ROCHE; MARTORELL, 1988).

- a. Massa corporal (kg): foi mensurada com balança de escala digital (modelo P150m, capacidade de 200 kg e precisão de 50 g, marca Líder®, São Paulo, Brazil).
- b. Estatura (cm): foram realizadas medias em duplicatas, com auxílio de estadiômetro calibrado (estadiômetro portátil Altorexata®, Minas Gerais, Brasil), com precisão de 1 mm, escala milimétrica e valor máximo de 213 cm. Os adolescentes foram posicionados plena posição de pé (no plano horizontal de Frankfort). Aceitou-se variação máxima de 0,5 cm entre as duas medições. A média era calculada automaticamente pelo sistema do PDA e, caso a diferença entre as medidas excedesse os 0,5 cm, ambas eram eliminadas no visor do PDA e refeitas (BLOCH et al., 2015).
- c. Índice de massa corporal (IMC): foi calculado, segundo definição, a partir da massa corporal (kg) dividida pelo quadrado da estatura (m) e classificado de acordo com o sexo e a idade em escore-z (DE ONIS, 2007).

$$\text{IMC} = \frac{\text{massa corporal (kg)}}{\text{Estatura}^2 \text{ (m)}} \quad (\text{Fórmula 1})$$

5.1.4.1.2 Análises Bioquímicas

Glicemia, insulinemia e hemoglobina glicosilada foram mensuradas em amostra sanguínea de jejum e pelos métodos recomendados pela Sociedade Brasileira de Patologia Clínica (Quadro 2), seguindo critérios de qualidade para análises laboratoriais (BLOCH et al., 2015) e classificadas segundo a *American Diabetes Association* – ADA, em português Associação Americana de Diabetes (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2010).

Para avaliar a resistência à insulina, foi calculado o *Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance* (HOMA-IR, modelo homeostático de resistência à insulina, em português) foi calculado pela fórmula a seguir. O HOMA-IR tem seu uso validado em crianças e adolescentes (CONWELL et al., 2004; HOFFMAN; VICINI; COBELLI, 2004; KESKIN et al., 2005).

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{glicemia de jejum (mmol/l)} \times \text{insulinemia de jejum (mU/ml)}}{22,5} \quad (\text{Fórmula 2})$$

Quadro 3 – Método analítico das variáveis bioquímicas de interesse e seus respectivos critérios de classificação.

Exame	Método	Pontos de corte		
		Desejável	Limítrofe	Elevado
		<1.13	1.13-1.46	≥1.47
Glicose (mg/dl) (mmol/l) (AMERICAN DIABETES ASOCIATION, 2010)	Hexoquinase	70-99	100-125,9	≥126
		3.89-5.5	5.6-6.9	≥7.0
Insulina (mU/l) (BACK GIULIANO et al., 2005)	Quimiluminescência	<15	15-20	≥20
Hemoglobina glicosilada (AMERICAN DIABETES ASOCIATION, 2010)	Cromatografia de troca iônica	<5.7	NA	≥5.7

Fonte: adaptado de Bloch et al., 2015 (BLOCH et al., 2015); NA=não se aplica.

5.1.4.2 Variável de exposição

5.1.4.2.1 Consumo alimentar

No presente estudo consumo alimentar foi avaliado pela aplicação de um recordatório de 24 horas (R24h) com o *Automated Multiple-Pass Method* (AMPM, método automatizado de múltiplas passagens, em português) proposto pelo *United States Department of Agriculture* (USDA, Departamento de Agricultura dos estados Unidos, em português) Popularizado no Brasil como o método de múltiplas passagens, este prevê 5 passos (Quadro 3) e foi desenvolvido para ser aplicado com o auxílio de acessórios eletrônicos para a tomada dos dados (MOSHFEHGH et al., 2008).

Os dados de consumo foram digitados diretamente em *software* próprio, O ERICA-REC24h, com o auxílio de *netbooks* desenvolvido para a entrada de dados de consumo alimentar, pelos entrevistadores. Sua base de dados foi desenvolvida a partir do

Brasil-Nutri, elaborado com os alimentos citados nos registros alimentares coletados pelo IBGE durante a POF 2008-2009 e adaptado pelo grupo de pesquisa do ERICA, para ser utilizado em campo. O ERICA-REC24h é composto por 1.626 itens (alimentos e bebidas), incluindo formas de preparo e unidade de medidas caseiras pré-definidas. Além disso, um álbum fotográfico com o tamanho de utensílios comumente utilizados durante a preparação e/ou o consumo dos alimentos, como copos, pratos, talheres e utensílios em geral (BARUFALDI et al., 2016).

O R24h, foi aplicado em todos os adolescentes e se referia ao consumo alimentar do dia anterior ao da entrevista, do despertar até o deitar (BARUFALDI et al., 2016). Para fins de eventuais análises que necessitassem realizar correção do consumo a partir da variabilidade intra-individual, realizou-se um segundo R24h em uma sub amostra de 2 alunos por classe selecionados aleatoriamente (BLOCH et al., 2015). Para os alunos que atenderam aos critérios de inclusão do estudo atual, somados, esses dois recordatórios geraram um banco de dados como 1019 itens, entre alimentos, bebidas, produtos alimentícios, e suas variações de consumo. Posteriormente foram geradas as quantidades finas consumidas, em gramas (g) ou mililitros (ml), multiplicando-se a medida caseira utilizada para servir-se e informada no R24h, pela porção do alimento a que esta medida corresponde.

Quadro 4 – Etapas para a coleta de informações dietéticas, com recordatório de 24h, utilizando a técnica das múltiplas passagens

Passo	Ação	Execução
1	Lista rápida	Coletar a lista de alimentos consumidos pelo entrevistado, no período de 24h, no dia anterior ao da entrevista. Dê dicas para o entrevistado pensar sobre os eventos do dia para ajudar a lembrar o que consumiu. O entrevistado usa estratégias próprias para lembrar.

Quadro 4 – (continuação) Etapas para a coleta de informações dietéticas, com recordatório de 24h, utilizando a técnica das múltiplas passagens

Passo	Ação	Execução
2	Lista de alimentos esquecidos	Obter lembranças adicionais de alimentos consumidos, focando a atenção do entrevistado em nove categorias de alimentos que são frequentemente esquecidos: bebidas não alcoólicas, bebidas alcoólicas, doces, <i>snacks</i> , frutas, legumes, queijos, pães e lanchinhos e qualquer outro alimento.
3	Horário e refeição	Coletar informações sobre horário em que o entrevistado comeu cada alimento e o nome da refeição. Ordenar os alimentos cronologicamente e agrupá-los por refeição para colher mais detalhes no passo da revisão.
4	Detalhes e revisão	Coletar uma descrição detalhada de cada alimento relatado (incluindo adições ao alimento), quantidade consumida, fonte (por exemplo, lojas, restaurantes ou se foi comido em casa).
		Revisar cada refeição e os intervalos entre elas para incentivar lembranças adicional.
5	Prova final	Fornecer uma oportunidade final para recordar alimentos. Dê dicas sobre situações não essenciais quando os alimentos podem ser consumidos e facilmente esquecidos. Incentivar o relato de pequenas quantidades de alimentos que podem não ter sido considerados.

Fonte: adaptado de Moshfegh et al., 2008 (MOSHFEGH et al., 2008).

a) Composição Nutricional dos alimentos

Para que fosse possível avaliar índice glicêmico e carga glicêmica da dieta dos adolescentes, trabalhou-se com o banco de alimentos citados pelos adolescentes no R24h, sendo necessário reavaliar a composição nutricional dos alimentos para chegar às características desejadas, ainda que o banco de dados cedido pelo Erica possua as informações de macro e micronutrientes.

A base para a avaliação da composição nutricional dos alimentos consumidos foi a tabela de composição nutricional dos alimentos, utilizada para a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), elaborada pela compilação de nove fontes que se complementam (Quadro 4).

Quadro 5 – Fontes utilizadas na compilação das informações sobre a composição nutricional dos alimentos na Pesquisa de Orçamento Familiar, 2008-2009.

UNIVERSITY OF MINNESOTA. Nutrition Coordinating Center. Nutrition data system for research - NDSR. Version 2008. Minneapolis, 2008. (UNIVERSITY OF MINNESOTA, 2008)
TABELA brasileira de composição de alimentos - TACO. Versão 2. 2. ed. Campinas: Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação - NEPA, 2006. (NEPA, 2006)
BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Alimentos regionais brasileiros. Brasília, DF, 2002. 140 p. (Série F. Comunicação e educação em saúde, n. 21). (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002)
MARTINS, I. (Comp.). Tabela da composição de alimentos. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Centro de Segurança Alimentar e Nutrição, 2007. 355 p. (MARTINS, 2007)
NAVES, M. M. V. e colaboradores. Culinária goiana: valor nutritivo de pratos tradicionais. Goiânia: Kelps, 2004. 82 p. (NAVES, 2004)
PACHECO, M. Tabela de equivalentes, medidas caseiras e composição química dos alimentos. Rio de Janeiro: Rubio, 2006. 654 p. (PACHECO, 2006)
Rótulos de produtos ou alimentos
Informação fornecida pela pesquisadora Lucia Yuyama, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.

Fonte: adaptado de IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011)

Para cada alimento foi determinada a quantidade de carboidrato glicêmico pela diferença entre carboidrato total (g) e as fibras (g) já previamente determinadas na composição centesimal (Fórmula 3). Em seguida determinou-se com quanto carboidrato glicêmico cada alimento contribui no dia relatado no R24h, de acordo com a porção consumida (g ou ml).

$$\text{Carboidratos glicêmicos}_{[\text{alimento}]} (\text{g}) = \text{carboidratos totais}_{[\text{alimento}]} (\text{g}) - \text{fibras totais}_{[\text{alimento}]} (\text{g})$$

(Fórmula 3)

b) Índice glicêmico dos alimentos (IG)

Para a maioria dos alimentos citados pelos entrevistados do Erica, no R24h, os IG já constavam na base de composição nutricional elaborada para a POF 2008-2009. Para os demais, buscou-se o IG na base de dados do *Boden Institute of Obesity, Nutrition, Exercise and Eating Disorders and Charles Perkins Centre at the University of Sydney*, disponível no sítio <http://www.glycemicindex.com/> (THE UNIVERSITY OF SYDNEY, 2020). Setenta e dois alimentos foram contemplados com esta busca conforme exibido no (APÊNDICE A – Quadro 5).

Na indisponibilidade do IG do alimento de interesse na base da Universidade de Sidney, foram acessados, ainda, artigos publicados em periódicos que pudessem fornecer tal informação. Incluiu-se nesta etapa os dados de uma dissertação de mestrado que, embora não estivesse publicada na forma de artigo, encontrava-se em repositório online para acesso público (APÊNDICE B – Quadro 6). Foi possível encontrar o IG de 21 alimentos.

Em último caso, foram utilizados os índices glicêmicos de alimentos similares em composição (APÊNDICE C – Quadro 7). Trinta e nove alimentos precisaram deste recurso para ter o IG atribuído.

Às bebidas gaseificadas sem adição de açúcar, classificadas como *diet* ou *ligh*, foram atribuídos IG zero. O mesmo aconteceu para bebidas alcoólicas destiladas com elevado teor de álcool, como, por exemplo, cachaças e conhaques. As cervejas e drinks não estão incluídos neste grupo por possuírem quantidade considerável de carboidratos

em sua composição. Carnes, vísceras e embutidos apresentam baixa ou nenhuma concentração de carboidratos e, por tanto, apresentam IG igual a zero.

c) Índice glicêmico diário (Daily glycemic index - DGI)

Para o cálculo do índice glicêmico diário (DGI) considerou-se a recomendação da FAO/WHO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization*) de 1998 (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998; SAMPAIO et al., 2007).

A quantidade em gramas de carboidrato glicêmico consumido a partir de um determinado alimento (carboidratos glicêmicos_[alimento]) foi multiplicada pelo índice glicêmico do mesmo (IG_[alimento]) e dividido pelo total de carboidrato glicêmico consumido no dia, definindo a contribuição de cada alimento no DGI (IG_[alimento no dia]).

$$IG_{[alimento\ no\ dia]} = \frac{\text{carboidratos glicêmicos}_{[alimento]} (g) \times IG_{[alimento]}}{\text{carboidratos glicêmicos}_{[totais\ do\ dia]} (g)} \quad (\text{Fórmula 4})$$

Por fim, a contribuição de cada alimento no DGI foi somada, gerando o índice glicêmico diário (DGI).

$$DGI = \sum IG_{[alimento\ no\ dia]} \quad (\text{Fórmula 5})$$

d) Índice glicêmico da refeição

De forma semelhante, calculou-se o IG de cada refeição realizada pelos adolescentes. Inicialmente, para obter o índice glicêmico do alimento na refeição (IG_[alimento na refeição]), multiplicou-se a porção de carboidratos glicêmicos de cada alimento consumido dentro de uma mesma refeição (carboidratos glicêmicos_[alimento na refeição]) pelo IG deste alimento (IG_[alimento]), que foi dividido pelo total de carboidratos glicêmicos desta refeição (carboidratos glicêmicos_[totais da refeição]).

$$IG_{[\text{alimento na refeição}]} = \frac{\text{carboidratos glicêmicos}_{[\text{alimento na refeição}]} (\text{g}) \times IG_{[\text{alimento}]}}{\text{carboidratos glicêmicos}_{[\text{totais da refeição}]} (\text{g})}$$

(Fórmula 6)

Para o IG da refeição ($IG_{[\text{da refeição}]}$), realizou-se, então, o somatório dos IG de cada alimento que a compôs, considerando a contribuição de cada um deles para aquela refeição.

$$IG_{[\text{da refeição}]} = \sum IG_{\text{ponderado}_{[\text{alimento na refeição}]}} \quad (\text{Fórmula 7})$$

e) Índice glicêmico médio (Average glyceimic index – AvGI)

Para avaliar os picos de consumo de índice glicêmico durante o dia, foi calculada a média aritmética do índice glicêmico das refeições do dia de consumo avaliado.

f) Carga glicêmica diária (Daily glyceimic load – DGL)

O cálculo da carga glicêmica também seguiu as recomendações da FAO/WHO (1998) (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998; SAMPAIO et al., 2007).

Para cada alimento multiplicou-se o carboidrato glicêmico consumido na porção deste alimento relatado no R24h pelo respectivo IG e dividiu-se por 100 (fórmula 8) para determinar a contribuição de cada alimento ($CG_{[\text{alimento no dia}]}$) no DGL. Em seguida procedeu-se o somatório das contribuições, definindo-se, assim, o DGL (fórmula 9).

$$CG_{[\text{alimento no dia}]} = \frac{\text{carboidratos glicêmicos}_{[\text{alimento}]} (\text{g}) \times IG_{[\text{alimento}]}}{100} \quad (\text{Fórmula 8})$$

$$DGL = \sum CG_{[\text{alimento no dia}]} \quad (\text{Fórmula 9})$$

g) Carga glicêmica das refeições

Para calcular a CG de cada refeição multiplicou-se o carboidrato glicêmico consumido na porção dos alimentos relatados na refeição pelo respectivo IG e dividiu-se por 100 (fórmula 10) para determinar a contribuição de cada alimento na GC da refeição

(CG[alimento na refeição]). Em seguida procedeu-se o somatório das contribuições, definindo-se, assim, a CG de cada refeição (fórmula 11).

$$CG_{[\text{alimento na refeição}]} = \frac{\text{carboidratos glicêmicos}_{[\text{alimento}]} (\text{g}) \times IG_{[\text{alimento}]}}{100} \quad (\text{Fórmula 10})$$

$$CG_{[\text{refeição}]} = \sum CG_{[\text{alimento na refeição}]} \quad (\text{Fórmula 11})$$

h) Carga glicêmica média (Average glyceemic load – AvGL)

Assim como para o índice glicêmico, foi calculada a média aritmética das cargas glicêmicas das refeições, na tentativa de expressar picos de consumo durante o dia.

5.1.4.3 Co-variáveis

Para cada grupo de análises realizadas separadamente para cada um dos artigos propostos, avaliou-se qual destas variáveis listadas a seguir, ou qual conjunto delas, permitiu o melhor ajuste dos fatores de confusão.

- a) Socioeconômica: tipo de escola (pública ou privada).
- b) Demográfica: sexo (feminino ou masculino) e idade (anos).
- c) Comportamental: atividade física (inativo/insuficientemente ativo/ativo)..
- d) Saúde reprodutiva: maturação sexual (tanner) (SAITO, 1984).

5.1.5 Questões éticas

O projeto original do Erica está cadastrado na Plataforma Brasil (ANEXO C) foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob número de processo 08/2008. Tendo este atendido as prerrogativas de que trata a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de saúde, obteve aprovação registrada em parecer de número 01/2009 (ANEXO D).

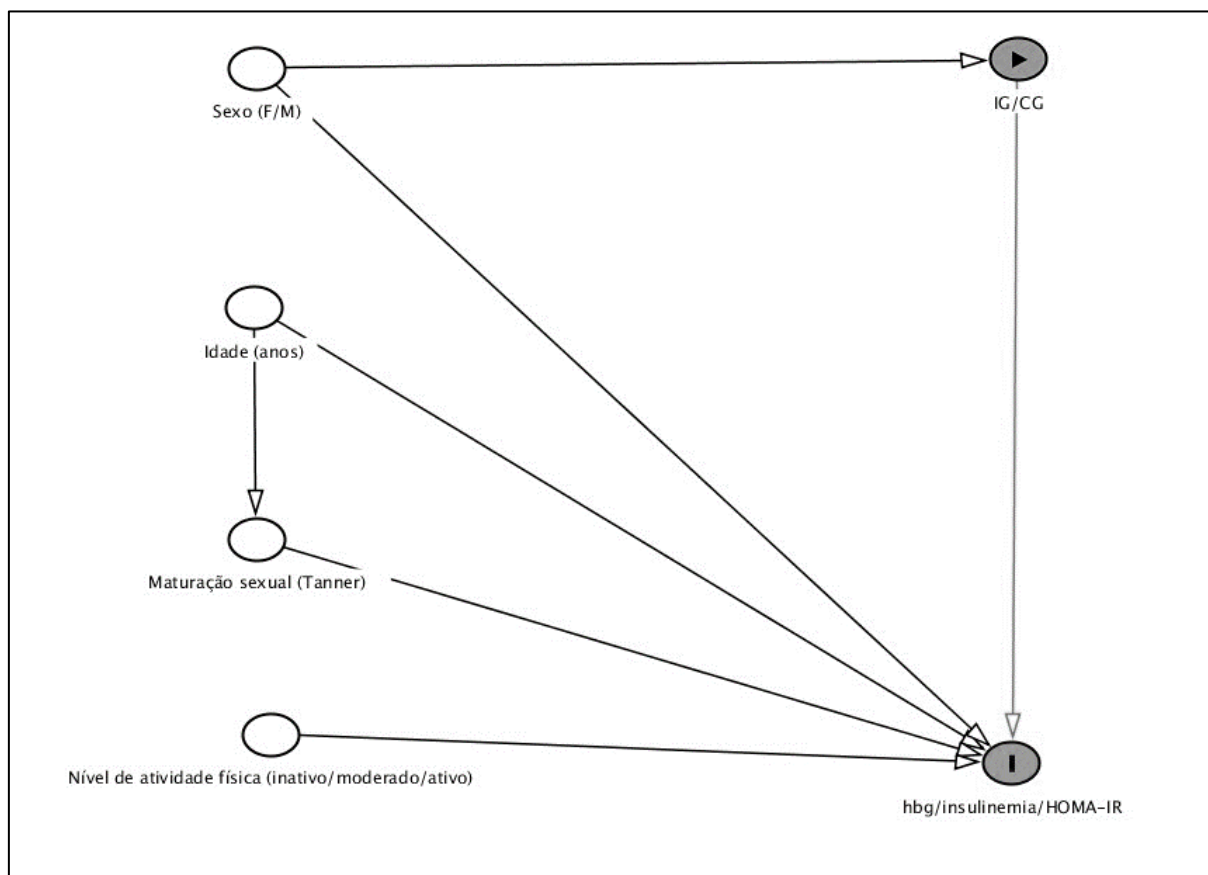
A cessão dos dados para o estudo complementar de que trata este documento realizou-se mediante assinatura de termo de compromisso para utilização destes (ANEXO E).

5.1.6 Análise estatística

Foi realizada a análise descritiva das principais variáveis com o intuito de examinar as características da amostra. A análise estatística envolveu, inicialmente, a descrição da amostra segundo procedimentos clássicos como a estimativa das médias e desvio padrão para as variáveis contínuas. Investigou-se as características da amostra segundo o IG e a CG da dieta, por sexo e variáveis socioeconômicas.

Para a avaliação, no primeiro manuscrito, das relações com HOMA-IR, insulinemia e hemoglobina glicosilada e das relações com o escore-z de IMC para idade, no segundo manuscrito, adotou-se o modelo de regressão linear para as análises seccionais levando em conta as co-variáveis descritas e conforme *Directed acyclic graph* (TEXTOR et al., 2016) das figuras 4 e 5.

Figura 4 - *Directed acyclic graph* (manuscrito 1): Predição do controle glicêmico de adolescentes por indicadores dietéticos.

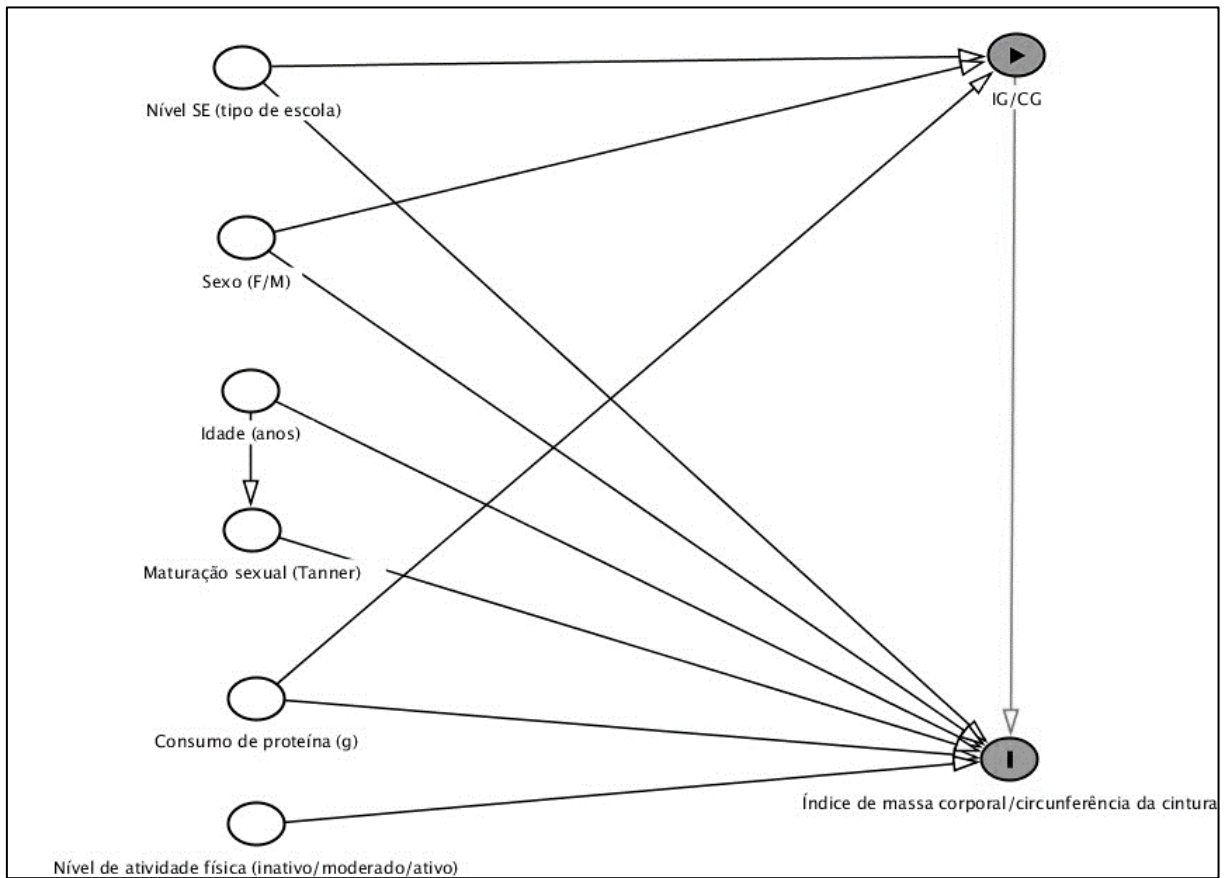


IG=índice glicêmico, CG=carga glicêmica, Hbg=hemoglobina glicosilada.

▶ = variável de exposição; ■ = desfecho em estudo.

As análises foram realizadas com o SAS® *OnDemand for Academics* disponível gratuitamente no sítio https://www.sas.com/pt_br/software/on-demand-for-academics.html. Todas as análises foram realizadas considerando amostragem complexa, utilizando os procedimentos *proc survey* disponíveis no SAS®.

Figura 5 - *Directed acyclic graph* (manuscrito 2): Efeito do índice glicêmico da dieta de adolescentes sobre índice de massa corporal.



SE=socioeconômico; IG=índice glicêmico; CG=carga glicêmica.

▶ = variável de exposição; ■ = desfecho em estudo.

6 RESULTADOS

6.1 Comparison of glycemic index and glycemic load using daily or average measures related to glycemic control in Brazilian adolescents (Manuscrito 1)

Abstract

Introduction: Glycemic Index (GI) is a characteristic of the carbohydrates available in foods, whereas Glycemic Load (GL) is related to portion size. Selection of low GI foods is effective in controlling blood glucose in type 2 diabetes, but the relationship between GI or GL and disease prevention remains unclear. It is unknown whether peaks of high GI or GL are more related to glycemic control compared to daily GI and GL. **Objective:** To compare daily GI (DGI) and GL (DGL), and average GI (AvGI) and GL (AvGL) of meals in relation to glycemic control in a representative sample of Brazilian adolescents. **Methods:** Markers of glycemic control (fasting insulin, glycosylated hemoglobin and HOMA-IR) were evaluated in a national school-based sample of non-diabetic students, 12 to 17 years, from public and private schools. Food intake was based on one 24-hour recall, but in 10% of the sample a non-consecutive second day of 24-h recall was collected. Linear regression accounted for the complex cluster sampling. Analyzes were adjusted for sex, sexual maturation, age and physical activity. **Results:** Of 35,737 students with blood samples about 74% were from public schools, 60% were girls, 72% were classified as normal weight, around 17% as overweight and 8% as obese. There is a large variation in the DGI and DGL during the day with minimum values observed at lunch time and higher values at night. The average of Insulin was 8.08 (7.98-8.19) mU/L, among normal weight adolescents and 12.71 (12.49-12.94) among overweight/obese ones. The HOMA-IR value was respectively 1.72 and 2.75. DGI and AvGI was about 59, without differences by weight status. DGL and AvGL was not associated with the markers of glycemic control (p-values > 0.16), except for AvGL among normal weight adolescents, with the greatest values of regression coefficient for insulin ($\beta=0.12$, p-value<0.001). Measures of glycemic index appears to have the best association with glycemic control with greater value for AvGI and insulin ($\beta=0.23$) among overweight/obese adolescents. **Conclusions:** Among overweight/obese adolescents quality of carbohydrates counts more for glycemic control than the portion sizes or peaks of carbohydrate intake.

Key words: glycemic control, intake, adolescents, glycemic index, glycemic load.

Introduction

There is consistent evidence of a protective role of a low glycemic index (GI) diet in diabetes. For diabetic adults, studies clearly indicate that diets with low GI promote better glycemic control. Both glycated hemoglobin and fasting glucose levels were reduced comparing low with high GI diet and a low GI diet also improves insulin sensitivity (OJO et al., 2018; THOMAS; ELLIOTT, 2010). The GI refers to the increase of glycemia after the intake of 50 g of available carbohydrate, and characteristics of carbohydrate chain, such as monosaccharides, type of starch with amylose been less readily digested compared to amylopectin explain differences in GI. However, the real overall glycemic effect of foods depends on the amount of the ingested carbohydrate which is measured by the glycemic load (GL) and also of other components of the meal such as fat and protein content of the food and organic acids in the meal (VENN; GREEN, 2007). For diabetics both the amount and quality of the carbohydrates are usually controlled.

Regards to obesity, studies have focused mainly in the amount of carbohydrate consumed, and after the boom of low fat diets for the control of obesity, studies have looked more closely to the carbohydrate intake. Reduction of usual carbohydrate consumption to moderate and low levels have shown good results in the treatment of obesity (HEILBRONN; NOAKES; CLIFTON, 2002; MANSOOR et al., 2016; NAUDE et al., 2014; SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2013). However, in the long run, a 50% of calories from carbohydrate appears to be protective for overall mortality compared to lower percentages (NOTO et al., 2013; SEIDELMANN et al., 2018) . On the other hand, increasing intake of refined carbohydrates, specially as beverages has been related to obesity as shown in two metanalysis although the low quality of the majority of studies (BUCHER DELLA TORRE et al., 2016; KELLER; BUCHER DELLA TORRE, 2015). Therefore, studies of glycemic index or glycemic load in relation to obesity is appealing.

Adolescents are an interesting group for testing the role of glycemic control on prevention of obesity and diabetes since studies have shown an association among weight status and glycemic control markers in children and adolescents. Insulin resistance tracks from childhood until the development of type 2 diabetes in adulthood (LIANG et al., 2015; MURNI et al., 2019; WEIHE; WEIHRAUCH-BLÜHER, 2019; ZIMMET et al., 2007).

A possibility to better understand the overall impact of carbohydrate intake is to evaluate the most used markers of glycemic control in relation to glycemic control. Low GI diets is a common term to characterize quality of carbohydrate of the diet and its impact on glycemic blood levels, but quantity consumed is also important as measured by the GL (VENN;

GREEN, 2007). More recently, high peaks of glycemic load, more exactly in the breakfast, have also been associated with metabolic syndrome (NICHOLL et al., 2014). The aim of the study is to evaluate in a large representative survey of Brazilian adolescents the association of dietary indicators of type of carbohydrate intake with glycemic control. Thus, GI of the diet, the load and peaks of GI and GL were evaluated as indicators of the quality of carbohydrate intake, and for the glycemic control the indicators were insulin, HOMA-IR and glycosylated hemoglobin.

Methods

The present study is part of ERICA (Estudo de Risco Cardiovascular em Adolescentes), a nationwide, multicentric, school-based study conducted in 2013-2014 to estimate the prevalence of risk factors to cardiovascular diseases among adolescents enrolled in public and private schools of 273 Brazilian cities with over 100,000 inhabitants (BLOCH et al., 2015).

The adolescents were selected by complex sampling with 32 strata (27 Federation Units and 5 sets of municipalities with more than 100 thousand inhabitants representing each of the Country Macroregions). The schools were selected in each geographic strata having the probability of selection proportional to its size and three classes were drawn in each school (VASCONCELLOS et al., 2015). Adolescents 12 to 17 years, were enrolled and those with physical disability that makes anthropometric assessment impossible and pregnant adolescents were excluded. Only adolescents who studied in the morning shift had blood sample collected.

Fasting glucose, insulin and glycosylated hemoglobin were measured in fasting blood samples using methods recommended by the Brazilian Society of Clinical Pathology, following quality criteria for laboratory analysis (BLOCH et al., 2015). HOMA-IR (Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance) was calculated considering fasting glucose and fasting insulin. This is a recognized method of assessing glycemic control in children and adolescents (CONWELL et al., 2004; HOFFMAN; VICINI; COBELLI, 2004; KESKIN et al., 2005). Fasting insulin, glycosylated hemoglobin and HOMA-IR were the markers of glycemic control used in this study. 1,219 adolescents who reported being diabetic were excluded.

Food intake was assessed by one 24-hour recall (R24h) using the United States Department of Agriculture (USDA) Automated Multiple-Pass Method approach (MOSHFEHGH et al., 2008), collected through PDA (Personal Digital Assistant). Ten percent of the sample answered a second R24h.

The composition of macronutrients and fibers was calculated based on the compilation of information on the nutritional composition of food from the Family Budget Survey, 2008-

2009 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011). The amount of glycemic carbohydrates of each food was estimated by the difference between the total carbohydrates and the total fibers, both measured in grams.

The majority of foods' GI were obtained from the database of the Boden Institute of Obesity, Nutrition, Exercise and Eating Disorders and Charles Perkins Centre at the University of Sydney (THE UNIVERSITY OF SYDNEY, 2020) available in <http://www.glycemicindex.com/>; for the 12 regional foods data was searched in articles (BALISTEIRO, 2013; CALÁBRIA et al., 2003; CORDENUNSI et al., 2004; FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002; ORIONDO et al., 2013; PASSOS et al., 2015); and for 30 foods without information glycemic indices of similar foods in composition were used. In addition, carbonated non-sugared beverages, classified as diet or light were assigned zero GI. The same was true for high alcohol distilled spirits such as cachaça and brandy. Beers and drinks are not included in this group because they have a considerable amount of carbohydrates in their composition. Meat, offal and sausages have low or no carbohydrate concentration and, therefore, have zero GI.

Daily glycemic index and load were calculated according to the recommendation of FAO/WHO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization*) of 1998 with the amount in grams of glycemic carbohydrate consumed from a given food multiplied by its glycemic index and weighted by the total glycemic carbohydrate consumed on the day, defining the contribution of each food. The glycemic index of each food in the day was summed, generating a daily glycemic index (DGI). Daily glycemic load (DGL) consider the amount of glycemic carbohydrate consumed from a given food multiplied by its glycemic index, summed for the whole day and divided by 100.

Similarly, GI and GL were calculated for each occasion of food intake reported at R24h and the average daily glycemic index (AvGI) and average daily glycemic load (AvGL) were calculated.

Data analysis

Because of the importance of overweight/obesity in the development of glycemic control (LIANG et al., 2015; MURNI et al., 2019; WEIHE; WEIHRAUCH-BLÜHER, 2019; ZIMMET et al., 2007), in the present study we chose to conduct analysis stratified by weight status, according to BMI. We considered as normal weight (NW) adolescents with BMI z-score <1 and as overweight (OW) those with BMI z-score ≥ 1 .

Sex, age and sexual maturation are associated with insulin secretion (DEBOER, 2019) and were adjusted for. Also, physical activity level has an important influence in obesity and glycemic control, and was included in the adjusted model (MARSON et al., 2016).

Descriptive analyzes involved the calculation of means and their respective confidence intervals for continuous variables and frequencies for categorical variables. GI and GL have different dimensions and for their effects to be comparable in linear regression, they were standardized to a distribution with mean zero and standard deviation one. Finally, the association between GI and GL and each of the glycemic control indicators was evaluated by linear regression adjusted for the factors already described. All analyzes were performed considering complex sampling using the proc survey command in SAS® OnDemand For Academics available in <https://welcome.oda.sas.com/>.

ERICA is registered in Plataforma Brasil and was evaluated by the Research Ethics Committee of the Institute of Collective Health of the Federal University of Rio de Janeiro, under case number 08/2008. Having fulfilled the prerogatives of Resolution 196/96 of the National Health Council, it obtained approval registered in 01/2009.

Results

Of the 72,508 students in the morning turn, 40,732 draw blood samples and of these 36,956 had completed dietary data. After exclusion 35,737 students were analyzed, 21,489 females and 14,248 males. Among girls 7.0% were classified as obese and 17.6 % were classified as overweight. For boys 9.6 % were classified as obese and 17.3% were classified as overweight. Majority of students were from public schools and live in the capital of the states. The mean of age was 14 years (Table 1).

DGI and AvGI were not different by sex or weight status with a mean of 59. In contrast, DGL was higher in males, especially in boys with normal weight (195). Both boys and girls with normal weight had greater values of DGL and of AvGL. (Table 1). Among normal weight adolescents the average of Insulin was 8.71 mU/L for girls and 7.10 mU/L for boys. Among overweight ones these values was 1.5 times higher in females (13.20 mU/L]) and 1.7 times higher in males (12.04 mU/L).

Glycosylated Hb was not predicted by the markers of glycemic control. Only AvGL was associated with glycosylated Hb, but magnitude of association was small ($\beta=0.006$). Glycemic index of the diet measured as daily and as average values (DGL and AvGL) was the best predictor of insulin and HOMA-IR, without great differences for average or daily among normal weight adolescents, but greater values of regression coefficient for the average GI

among overweight/ obese adolescents. For normal weigh adolescents AvGL has the association with levels of insulin (Table 2).

Overall composition of the diet compared by obesity status of participants is quite similar, the greatest difference was the reported energy intake lower among those overweight/obese (Table 3).

Variations in GI and GL along the day is shown in figure 1 with lower values of GI in occasions related to lunch whereas intermediated intakes, associated with snacks had higher values without difference according adolescents weight status.

Discussion

The present study provides a breakthrough in the discussion of the effects of GI and GL on markers of glycemic control comparing two different ways of assessing these indices, by showing that the GI of chosen foods is associated to glycemic control, mainly in overweight/obese adolescents. Regression coefficients of standardized values of daily GI and GL and of averaged GI and GL allows comparisons of the magnitude of regression coefficients. Averaged values were measured to identify whether peaks of GI or GL were associated with glycemic control. One study with 516 adolescents observed that peaks were not related, although the glycemic load of the breakfast was predictor of metabolic syndrome only among girls, but this finding is the only association found with only 17 cases of metabolic syndrome (NICHOLL et al., 2014).

In our study averaged GI was the most important characteristic associated with insulin level for both normal and overweight adolescents. GI meals values had a similar variation along the day (figure 1) by weight status. Glycosylated hemoglobin was not associated with any of the GI or GL indices.

The role of GI and GL in glycemic control in adolescent, are controversial. Cooper et al (2017) showed that insulin incremental was greater when female adolescents had meal breakfast with high GI compared with a low GI, with the same carbohydrate, amount. Ojo et al. (2018) included six clinical trials that evaluated low GI diets in adults type 2 diabetics to glycemic control markers. They concluded that low GI diet is more effective in controlling glycated hemoglobin and fasting blood than high GI diet.

A limitation of the study is that only one R24-hr was obtained from the sample.

This finding indicates a regular pattern of intake related to the quality of carbohydrate intake. The small values of GI for the lunch time is a consequence of a traditional intake of rice

and beans in the Brazilian population as shown in the last national survey (ALVES et al., 2019; MASSARANI et al., 2015; SOUZA et al., 2013, 2016).

Results of the variation in the GI during the day indicates that intakes in between the main meals had the greatest values, probably due to intake of sweets, sodas and cookies as snacks. Great intake of cookies and sugar sweetened beverages was observed among adolescents in Brazil. The National School Health Survey (PeNSE 2012) found that 20% of 108,726 adolescents with 14-16 years investigated regularly consumed sweets and sodas (FERREIRA et al., 2015).

The finding of intakes with greater GI late night among adolescents deserve future studies since night eating may be associated to eating compulsive behaviors which are related to obesity (HERNANDEZ et al., 2016; STRIEGEL-MOORE et al., 2010).

Another possible limitation in our study was the low adherence to the collection of blood samples. Silva et al (2016) analyzed the differences between participant adolescents and those not participated. They concluded invasive procedure as blood collect caused a reduction in response rates for adolescents in morning shift. This lower response rate is probably due to the invasive nature of the procedure, the 12h fast need and written parental authorization. However, in general, participants and no participants are not different, although the no response rates have been greater in public then particular schools, and more than half (52.6%) of boys and two thirds of those aged 15-17 years (64.3%) did not participate in the study.

In conclusion, in this population with 25.8% classified as overweight/obese average GI is a good predictor of glycemic control, mainly among adolescents classified as overweight/obese. These findings suggested that for the milieu of insulin resistance guidelines based on the quality of carbohydrate is a possibility, since greater GI are highly associated with the intake of refined carbohydrates present mainly in the ultraprocessed foods.

References

- ALVES, M. DE A. et al. **Padrões alimentares de adolescentes brasileiros por regiões geográficas: análise do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA)**. Cadernos de Saúde Pública, v. 35, n. 6, 2019.
- BALISTEIRO, D. M. **Efeito dos compostos fenólicos de frutas nativas brasileiras na glicemia pós prandial**. Mestrado—São Paulo: Universidade de São Paulo, jan. 2013.

BLOCH, K. V. et al. **The study of cardiovascular risk in adolescents – ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk actor profile in Brazilian adolescents.** BMC Public Health, v. 15, n. 1, p. 94, fev. 2015.

BUCHER DELLA TORRE, S. et al. **Sugar-Sweetened Beverages and Obesity Risk in Children and Adolescents: A Systematic Analysis on How Methodological Quality May Influence Conclusions.** Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, v. 116, n. 4, p. 638–659, abr. 2016.

CALÁBRIA, A. et al. **Índice glicêmico de alimentos típicos da Amazônia.** Revista Brasileira de Nutrição Clínica, v. 18, n. 4, p. 190–192, 2003.

CONWELL, L. S. et al. **Indexes of Insulin Resistance and Secretion in Obese Children and Adolescents: A validation study.** Diabetes Care, v. 27, n. 2, p. 314–319, fev. 2004.

COOPER, S. B. et al. **Sex differences in adolescents' glycaemic and insulinaemic responses to high and low glycaemic index breakfasts: a randomised control trial.** The British Journal of Nutrition, v. 117, n. 4, p. 541–547, fev. 2017.

CORDENUNSI, B. R. et al. **Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 52, n. 11, p. 3412–3416, jun. 2004.

DEBOER, M. D. **Assessing and Managing the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents.** Nutrients, v. 11, n. 1788, p. 1-12, ago. 2019.

FERREIRA, N. L. et al. **Consumption of sugar-rich food products among Brazilian students: National School Health Survey (PeNSE 2012).** Cadernos de Saúde Pública, v. 31, n. 12, p. 2493–2504, dez. 2015.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H.; BRAND-MILLER, J. C. **International table of glycemic index and glycemic load values: 2002.** The American Journal of Clinical Nutrition, v. 76, n. 1, p. 5–56, 1 jul. 2002.

HEILBRONN, L. K.; NOAKES, M.; CLIFTON, P. M. **The effect of high- and low-glycemic index energy restricted diets on plasma lipid and glucose profiles in type 2 diabetic subjects with varying glycemic control.** Journal of the American College of Nutrition, v. 21, n. 2, p. 120–127, abr. 2002.

HERNANDEZ, E. et al. **Nutritional aspects of night eating and its association with weight status among Korean adolescents.** *Nutrition Research and Practice*, v. 10, n. 4, p. 448–455, ago. 2016.

HOFFMAN, R. P.; VICINI, P.; COBELLI, C. **Pubertal changes in HOMA and QUICKI: relationship to hepatic and peripheral insulin sensitivity.** *Pediatric Diabetes*, v. 5, n. 3, p. 122–125, set. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares, 2008-2009.** Tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

KELLER, A.; BUCHER DELLA TORRE, S. **Sugar-Sweetened Beverages and Obesity among Children and Adolescents: A Review of Systematic Literature Reviews.** *Childhood Obesity*, v. 11, n. 4, p. 338–346, ago. 2015.

KESKIN, M. et al. **Homeostasis Model Assessment Is More Reliable Than the Fasting Glucose/Insulin Ratio and Quantitative Insulin Sensitivity Check Index for Assessing Insulin Resistance Among Obese Children and Adolescents.** *Pediatrics*, v. 115, n. 4, p. e500–e503, 1 abr. 2005.

LIANG, Y. et al. **Childhood obesity affects adult metabolic syndrome and diabetes.** *Endocrine*, v. 50, n. 1, p. 87–92, 1 set. 2015.

MANSOOR, N. et al. **Effects of low-carbohydrate diets v. low-fat diets on body weight and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomised controlled trials.** *The British Journal of Nutrition*, v. 115, n. 3, p. 466–479, 14 fev. 2016.

MARSON, E. C. et al. **Effects of aerobic, resistance, and combined exercise training on insulin resistance markers in overweight or obese children and adolescents: A systematic review and meta-analysis.** *Preventive Medicine*, v. 93, p. 211–218, 2016.

MASSARANI, F. A. et al. **Agregação familiar e padrões alimentares na população brasileira.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 31, n. 12, p. 2535–2545, dez. 2015.

MOSHFEGH, A. J. et al. **The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes.** *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 88, n. 2, p. 324–332, ago. 2008.

MURNI, I. K. et al. **Risk of metabolic syndrome and early vascular markers for atherosclerosis in obese Indonesian adolescents.** Paediatrics and International Child Health, p. 1–7, 27 nov. 2019.

NAUDE, C. E. et al. **Low Carbohydrate versus Isoenergetic Balanced Diets for Reducing Weight and Cardiovascular Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis.** PLOS ONE, v. 9, n. 7, p. e100652, jul. 2014.

NICHOLL, A. et al. **Higher breakfast glycaemic load is associated with increased metabolic syndrome risk, including lower HDL-cholesterol concentrations and increased TAG concentrations, in adolescent girls.** British Journal of Nutrition, v. 112, n. 12, p. 1974–1983, dez. 2014.

NOTO, H. et al. **Low-carbohydrate diets and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of observational studies.** PloS One, v. 8, n. 1, 2013.

OJO, O. et al. **The Effect of Dietary Glycaemic Index on Glycaemia in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials.** Nutrients, v. 10, n. 3, 19 mar. 2018.

ORIONDO, R. et al. **Evaluación de la capacidad antioxidante y el índice glicémico de los frutos promisorios amazónicos del Perú.** Anales de la Facultad de Medicina, v. 73, p. 19, maio 2013.

PASSOS, T. U. et al. **Glycemic index and glycemic load of tropical fruits and the potential risk for chronic diseases.** Food Science and Technology, v. 35, n. 1, p. 66–73, mar. 2015.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G. **Long-term effects of low glycemic index/load vs. high glycemic index/load diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: A systematic review and meta-analysis.** Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, v. 23, n. 8, p. 699–706, ago. 2013.

SEIDELMANN, S. B. et al. **Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis.** The Lancet Public Health, v. 3, n. 9, p. e419–e428, set. 2018.

SOUZA, A. DE M. et al. **Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.** Revista de Saúde Pública, v. 47, 2013.

SOUZA, A. DE M. et al. **ERICA: intake of macro and micronutrients of Brazilian adolescents.** Revista de Saúde Pública, v. 50, p. 1S-15S, 2016.

STRIEGEL-MOORE, R. H. et al. **Nocturnal Eating: Association with Binge Eating, Obesity, and Psychological Distress.** The International journal of eating disorders, v. 43, n. 6, p. 520–526, set. 2010.

THE UNIVERSITY OF SYDNEY. **Glycemic Index.** Disponível em: <<https://www.glycemicindex.com/index.php>>. Acesso em: 28 fev. 2020.

THOMAS, D. E.; ELLIOTT, E. J. **The use of low-glycaemic index diets in diabetes control.** British Journal of Nutrition, v. 104, n. 6, p. 797–802, set. 2010.

VASCONCELLOS, M. T. L. DE et al. **Sampling design for the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (ERICA).** Cadernos de Saúde Pública, v. 31, n. 5, p. 921–930, maio 2015.

VENN, B. J.; GREEN, T. J. **Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet-disease relationships.** European Journal of Clinical Nutrition, v. 6, n. Suppl 1, p. S122-131, dez. 2007.

WEIHE, P.; WEIHRAUCH-BLÜHER, S. **Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Diagnostic Criteria, Therapeutic Options and Perspectives.** Current Obesity Reports, v. 8, n. 4, p. 472–479, 1 dez. 2019.

ZIMMET, P. et al. **The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report.** Pediatric Diabetes, v. 8, n. 5, p. 299–306, out. 2007.

Table 1. Frequencies, means and confidence interval of sociodemographic, anthropometric and dietary characteristics of adolescents, by sex and weight status. Brazil, 2013-2014.

Variable	Female n=(21,489)		Male (n=14,248)	
	Normal weight (n=16,144)	Overweight/obese (n=5,345)	Normal weight (n=10,377)	Overweight/obese (n=3,871)
Frequency (95% CI)				
School type				
Public	75.00 (71.82; 78.19)	72.33 (68.81; 75.84)	75.76 (72.57; 78.96)	65.15 (61.09; 69.21)
Private	25.00 (21.81; 28.18)	27.67 (24.16; 31.19)	24.24 (21.04; 27.43)	34.85 (30.79; 38.91)
Residence area				
Capital	74.23 (72.85; 75.60)	72.44 (70.68; 74.20)	73.94 (72.35; 75.54)	73.62 (71.62; 75.62)
Countryside	25.77 (24.40; 27.15)	27.56 (25.80; 29.32)	26.06 (24.46; 27.65)	26.38 (24.38; 28.38)
Physical activity level¹				
Inactive	26.60 (25.80; 27.41)	23.33 (22.10; 24.55)	9.88 (9.23; 10.52)	10.22 (9.21; 11.23)
Insufficiently active	33.40 (32.58; 34.21)	32.11 (30.80; 33.42)	26.44 (25.42; 27.45)	28.52 (26.96; 30.07)
Active	40.00 (39.17; 40.84)	44.56 (43.17; 45.95)	63.69 (62.59; 64.81)	61.26 (59.64; 62.89)
Mean (95% CI)				
age (years)	14.74 (14.65; 14.83)	14.47 (14.37; 14.58)	14.72 (14.62; 14.81)	14.38 (14.27; 14.48)
BMI (z-score)	-0.27 (-0.28; -0.26)	1.73 (1.72; 1.75)	-0.36 (-0.37; -0.34)	1.84 (1.82; 1.86)
Daily GI	59.3 (59.2; 59.4)	59.14 (58.98; 59.31)	59.53 (59.39; 59.67)	59.21 (59.02; 59.39)

Table 1. (continuation) Frequencies, means and confidence interval of sociodemographic, anthropometric and dietary characteristics of adolescents, by sex and weight status. Brazil, 2013-2014.

Variable	Female n=(21,489)		Male (n=14,248)	
	Normal weight (n=16,144)	Overweight/obese (n=5,345)	Normal weight (n=10,377)	Overweight/obese (n=3,871)
Average GI	59.35 (59.24; 59.46)	59.12 (58.95; 59.29)	59.50 (59.35; 59.65)	59.18 (58.98; 59.37)
Daily GL	165 (163; 167)	140.61 (138.30; 142.91)	194.86 (192.52; 197.19)	164.94 (162.05; 167.83)
Average GL	37.92 (37.55; 38.29)	34.29 (33.75; 34.83)	45.27 (44.77; 45.76)	40.63 (39.97; 41.30)
Fasting glucose (mg/dL) ²	84.45 (84.25; 84.66)	85.26 (84.95; 85.58)	86.80 (86.57; 87.03)	88.04 (87.71; 88.37)
Glycosylated hemoglobin (%) ³	5.33 (5.33; 5.34)	5.38 (5.37; 5.39)	5.40 (5.39; 5.41)	5.42 (5.40; 5.43)
Insulin (mU/L) ⁴	8.71 (8.59; 8.84)	13.20 (12.91; 13.48)	7.10 (6.99; 7.22)	12.04 (11.74; 12.34)
HOMA-IR ⁵	1.84 (1.81; 1.87)	2.82 (2.75; 2.89)	1.54 (1.52; 1.57)	2.66 (2.58; 2.73)

Missing data: ¹Physical activity level: female=1,091; male=1,268 ²Fasting glucose: female=63; male=45. ³Glycosylated hemoglobin: female=21; male=13. ⁴Insulin: female=62; male=45. ⁵HOMA-IR: female=116; male=87.

Table 2. Regression coefficients of standardized values of glycemic index (GI) on measures of glycemic control, by weight status. Brazil, 2013-2014¹.

Normal weight						
	glycosylated hemoglobin		Insulin		HOMA-IR	
	β	p-value	β	p-value	β	p-value
Daily GI	0.000	0.883	0.091	0.002	0.021	0.002
Average GI	0.001	0.603	0.089	0.002	0.019	0.005
Daily GL	0.004	0.074	0.057	0.059	0.012	0.082
Average GL	0.006	0.011	0.124	<0.0001	0.029	<0.0001
Overweight/obese						
	glycosylated hemoglobin		Insulin		HOMA-IR	
	β	p-value	β	p-value	β	p-value
Daily GI	-0.001	0.843	0.162	0.030	0.034	0.049
Average GI	0.003	0.3561	0.229	0.001	0.051	0.002
Daily GL	0.001	0.746	-0.084	0.308	-0.026	0.168
Average GL	-0.003	0.544	0.072	0.315	0.018	0.278

¹linear regression adjusted for age, sex, self-evaluated sexual maturation, and physical activity (inactive/insufficiently active/active)

Table 3 - Energy intake and nutrients by weight status. Brazil, 2013-2014.

	Normal weight (n=26,521)		Overweight/obese (n=9,216)	
	% total		% total	
	Mean (95%CI)	Energy	Mean (95%CI)	Energy
Energy (kcal)	2372 (2351-2393)	--	2059 (2034-2084)	--
Total carbohydrate (g)	316 (313-319)	53	271 (267-274)	52
Glycemic carbohydrate (g)	297 (295-300)	50	254 (251-258)	49
Glycemic carbohydrate from food (g)	274 (272-277)	46	235 (232-238)	45
Glycemic carbohydrate from added sugar (g)	23 (22-24)	4	20 (19-20)	4
Fiber (g)	19 (19-19)	3	16 (16-17)	3
Protein (g)	93 (92-94)	16	84 (83-85)	16
Lipids (g)	83 (82-83)	31	72 (71-73)	31

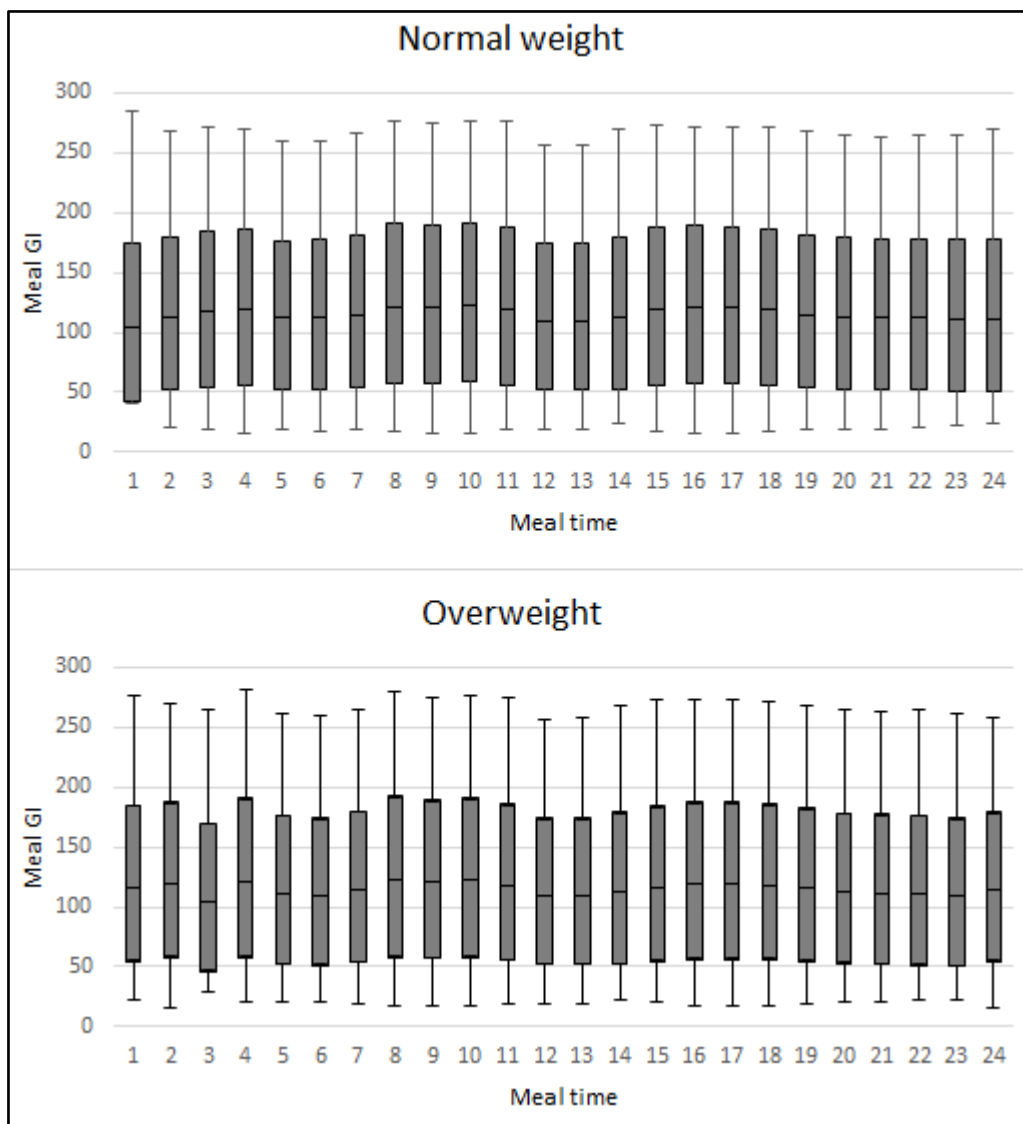


Figure 1 – Boxplot of glycemic index of occasion meal time by weight status. Brazil 2013-2014.

6.2 Dietary glycemic index and glycemic load measures and body mass index in Brazilian adolescents (Manuscrito 2)

Abstract

Introduction: Obesity in adolescents affects directly their quality life and the metabolic changes remain through adulthood. Diet plays an important role, although it has not been possible to demonstrate that its composition, in addition to caloric consumption, leads to obesity. The dietary glycemic index (GI) and load (GL) could be a good tool in controlling overweight and obesity, but their effect is unclear. **Objective:** to assess the relationship between overall daily GI and GL and averaged values and first meal value of GI and GL with body mass index (BMI) in a representative sample of Brazilian adolescents. **Methods:** The Erica was a scholar-based study, with students from public and private schools, 12 to 17 years. Intake information was based in one 24-hour recall. The anthropometric measures were collected by interviewers trained according to the Lohmann protocol and classified in z-score. Linear regression considered complex sampling by clusters.. Analyzes were adjusted for sex, sexual maturation, age, physical activity and school type. **Results:** A total of 69,057 adolescents contributed data to the analysis. More than half (55.6%) were female, the majority of individuals lived in the capital (74.7%) and studied in public schools (78.5%). Most of boys (80%) and girls (80.9%) consumed diets in the highest level of carbohydrate. The DGI was positively associated with BMI z-score in female adolescents when the carbohydrate intake was moderate ($\beta = 0.010$; p-value = 0.018). Also first meal glycemic index was associated with BMI in female, but this relation was negative ($\beta = -0.003$; p-value = 0.053) and only for the higher carbohydrate intake level. **Conclusion:** the glycemic index is a good predictor of quality of consumed carbohydrate but our findings did not show that the increase in dietary GI affects the increase in BMI z-score. Glycemic load did not allowing to investigate the relationship between the quality of the carbohydrate consumed and the BMI z-score of the adolescents. Protein consumption may play an important role in the management of overweight and obesity.

Key words: overweight, intake, adolescents, carbohydrate, glycemic index, glycemic load.

Introduction

The growth of obesity around the world is a public health problem discussed for decades, but its quickly growth among children and adolescents can be more deleterious than in adults since obesity affect directly their quality of life and the metabolic changes remain through adulthood (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017).

The Cardiovascular Risk Study in Adolescents (Estudo de Risco Cardiovascular em Adolescentes - ERICA, portuguese acronym) conducted in 2013-2014 evaluate adolescents from all over Brazil showing a obesity prevalence of 9.2% among boys and 7.6% among girls, and overweight prevalence similar for both sex, 16.6% and 17.6%, respectively (BLOCH et al., 2016).

Obesity is a multifactorial disease and among the various factors involved, diet has an important role, although it has not been possible to demonstrate that its composition, in addition to caloric consumption, has an important role (HRUBY; HU, 2015). Several studies have been discussing the effects of dietary carbohydrate quality on changes in body mass and adiposity with conflicting results (HEILBRONN; NOAKES; CLIFTON, 2002, 2002; SICHIERI et al., 2007; SMITH et al., 2015; TURNER-MCGRIEVY et al., 2015).

One measure of carbohydrate quality is the glycemic index (GI) that compares the glycemic effect of foods according to a standardized amount of carbohydrate and a more realistic measure is the glycemic load (GL), which is the GI multiplied by an amount of carbohydrate in a typical serving of food (BAO et al., 2011; LUDWIG et al., 2018).

In adolescents, the effect of the dietary glycemic index in relation to overweight and obesity is unclear. Schwingshackl and Hoffmann (2013) conducted a meta-analysis on the effect of low GI and GL diets and their effects on health of children and adolescents. A total of 9 clinical trials were included and the researchers concluded that this type of diet improves biochemical parameters, triglycerides and HOMA-IR, but it does not affect the BMI z-score. Rouhani et al. (2014) also conducted a review and concluded that cross-sectional studies (3 studies) were able to directly associate GI and GL with obesity, however, longitudinal observational studies (4 studies) found controversial effects. Of the 11 clinical trials, 6 found positives results comparing low GI diets to high ones, such as lesser hunger, lesser energy intake, reduction of BMI and body fat, but the other 5 found no association. In addition, a cross sectional analysis of a cohort study found a positive association between the GL of the

first meal and metabolic syndrome, but no association with overall measures of GI and GL (NICHOLL et al., 2014).

Brazilian population has a food intake pattern that still preserve in a large majority a traditional pattern of rice and beans daily in adults and also among adolescents (ALVES et al., 2019; MASSARANI et al., 2015; SOUZA et al., 2013). Beans is a food with a very small GI, about 33, therefore the objective of this study was to assess the relationship between overall daily GI and GL and averaged values and first meal value of GI and GL with BMI on the ERICA study, a large representative sample of Brazilian adolescents.

Methods

This study is based on data of the ERICA study, a cross-sectional school based study (BLOCH et al., 2015). Adolescents were selected from the 27 Federation Units of Brazil and a set of municipalities representing each one of 5 macro regions, totalizing 32 strata. A total of 124 cities (among the 273 identified cities) with more than 100 thousand inhabitants in 2013 e 2014 were included and both public and private schools selected in two stages: first the schools were drawn with probability proportional to their size and then classes within each school were drawn with equal probabilities (VASCONCELLOS et al., 2015).

Data collection was performed via electronic data collector (Personal Digital Assistant - PDA) by trained and certified staff. The data quality was monitored throughout the study (BLOCH et al., 2015).

Of 102,237 eligible adolescents, 12-17 years old, were excluded those adolescents with physical disabilities that made anthropometric assessment impossible and pregnant girls (BLOCH et al., 2015). The response rate was around 72% in each complete set of information (blood pressure, anthropometric measure, student questionnaire and dietary recall), totalizing 71,553 adolescents (SILVA et al., 2016). In the present study 2,476 diabetics were excluded.

All anthropometric assessments followed the protocol of Lohmann (1988) with adolescents wearing light clothes, without shoes and trained interviewers (BLOCH et al., 2015; LOHMANN; ROCHE; MARTORELL, 1988). Body mass (kg) was measured with a digital scale (model P150m, capacity of 200 kg and precision of 50 g, Líder® brand, São Paulo, Brazil). Height measurements were taken in duplicates, with the aid of a calibrated

stadiometer (portable Altuxata® stadiometer, Minas Gerais, Brazil), accurate to 1 mm, millimeter scale and maximum value of 213 cm. The adolescents were positioned in full standing (in the horizontal plane of Frankfort). A maximum variation of 0.5 cm between the two measurements was accepted. The average was calculated automatically by the PDA system and, if the difference between the measurements exceeded 0.5 cm, both measurements were butredone (BLOCH et al., 2015). The body mass index (BMI in kg/m²) was classified according to z-score by sex and age (DE ONIS, 2007). The waist circumference was available and was tested too, but the results showed the same tendency that BMI and we choose to show the last one.

Food consumption was assessed using a computerized 24-hour recall (R24-h) developed for the Brazilian adolescents (BARUFALDI et al., 2016) based on the Automated Multiple-Pass Method proposed by the United States Department of Agriculture - USDA (MOSHFEHGH et al., 2008). A second R24-h was performed in a sub-sample corresponding to about 10% of the total sample (BLOCH et al., 2015). Together, these two recalls generated a database of 1,018 items, including food, beverages, and food products. The final consumed quantities were generated, in grams (g) or milliliters (ml), measured by homemade measures informed in the R24-h. The nutritional composition database is the one used for the Family Budget Survey (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011).

Values of GI for each one of the 1018 foods were searched in the database of the Boden Institute of Obesity, Nutrition, Exercise and Eating Disorders and Charles Perkins Centre at the University of Sydney, available on the website <http://www.glycemicindex.com/> (THE UNIVERSITY OF SYDNEY, 2020). For 42 foods consumed, 12 of them regional foods, there were no GI in the database and values from different publications were used or similar foods in composition (data not shown).

Carbonated drinks without added sugar, classified as diet or light, were assigned to GI equal zero. The same happened for distilled alcoholic drinks with a high alcohol content, such as cachaça and cognac. Beers and drinks were not included in this group because they have a considerable amount of carbohydrates in their composition. Meat, offal and sausages have low or no concentration of carbohydrates and therefore have a GI equal to zero.

To calculate the daily glycemic index (DGI) and load (DGL) according to the Food and Agriculture Organization of the United Nations / World Health Organization

recommendation (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998) the amount of glycemic carbohydrate in grams (g) is calculated by the difference between total carbohydrates and total fibers. The amount in grams of glycemic carbohydrate from a given food was multiplied by the glycemic index divided by the total daily glycemic carbohydrate. These values added up generate the DGI. The DGL consider the amount of glycemic carbohydrate consumed from a given food multiplied by its glycemic index, summed up and divided by 100.

Similarly, GI and GL were calculated for each eating occasion according to R24-h and averaged to estimate daily glycemic index (AvGI) and average daily glycemic load (AvGL).

Statistical analysis

Because of the importance of sex in the development of obesity (DE ONIS, 2007), we chose to conduct analysis stratified by sex. Age and sexual maturation are associated with BMI (DE ONIS, 2007) and all models were adjusted for. Also, physical activity level has an important influence in obesity, and was included in the adjusted model (MARSON et al., 2016). To explore the effect of the overall carbohydrate intake levels the cutoff proposed for (FEINMAN et al., 2015) was used.

Descriptive analyzes involved the calculation of means and their respective confidence intervals for continuous variables and frequencies for categorical variables. The association between GI and GL and BMI z-score was evaluated by linear regression adjusted for the factors already described.

To explore the role of information bias in the food intake due to underestimation we included a variable in modelling according to Goldberg cutoffs for over and underestimation of energy intake (GOLDBERG et al., 1991). This method is the ratio between reported total energy intake and Basal Metabolic Ratio. A ratio of less than 0.9 indicates that reported total energy intake is not consistent with energy intake required.

The original project was registered on Plataforma Brasil system and was evaluated by Research Ethics Committee of the Public Health Institute of the Federal University of Rio de Janeiro, under number 08/2008. Having complied with the prerogatives referred to in

Resolution 196/96 of the National Health Council, he obtained approval registered number 01/2009.

Results

A total of 69,057 adolescents contributed data to the analysis. More than half (55.6%) were female, the majority of individuals lived in the capital (74.7%) and studied in public schools (78.5%). Most of boys (80%) and girls (80.9%) consumed diets in the highest level of carbohydrate. Boys and girls had the same average age (14.4 years) and BMI z-score (0.2). The glycemic index of diet, considering the DGI, AvGI or first meal value of GI was around 59 for both sexes, whereas boys consumed higher DGL (182.5), AvGL (44.1) and first meal value of GL (39.2) than girls (155.4, 37.1 and 33.1, respectively). The same trend was observed for dietary carbohydrate and protein (325.1g and 99.3g, for male; 277.6g and 79.8g and females (Table 1).

The daily glycemic index was positively associated with de BMI z-score in female adolescents when the carbohydrate intake was moderate ($\beta = 0.010$; p-value = 0.018). Also first meal glycemic index was associated with BMI in female, but this relation was negative ($\beta = -0.003$; p-value = 0.053) and only for the higher carbohydrate intake level (Table 2).

All the glycemic load measures evaluated were negatively associated with BMI z-score for both sexes and this result remains unchanged after many adjustments (Table 3).

Figure 1 highlights the importance of protein consumption for the BMI z-score, indicating an inverse relationship between them.

Correlations between measures of GL and GI were shown in table 4 indicating high positive association between energy and macronutrients with GL, but small or lack of association with measures of GI.

Results of inclusion of a marker of under and overestimation in the models did not change results materially (data not shown).

Discussion

The effects of macronutrients on BMI have been exhaustively tested. Thus, the amount of carbohydrate consumed, the consequences of choosing foods rich or not in this nutrient, sources of carbohydrates of greater or lesser quality, have been studied over the

years. Much progress has been made in the knowledge related to the absorption and metabolism of carbohydrates, however its involvement in the health-disease process is not totally clarified.(AUGUSTIN et al., 2015; KONG et al., 2011). Regarding the quality of carbohydrates, studies have explored glycemic index, glycemic load, dietary fiber showing that some types of carbohydrates can have beneficial health effects, such as fibers (AUGUSTIN et al., 2015).

The current study found a relationship between dietary glycemic index and BMI z-score of adolescents, with an effect modification according dietary carbohydrate levels. In female adolescents, the increase in the DGI was associated with an average increase of BMI score-z of 0.010, for those with moderate total energy intake from carbohydrate (26-45% of energy). For boys, in the same carbohydrate consumption range, this effect was negatives. Due to many comparisons, these associations needs caution.

A meta-analysis on the role of the glycemic index on weight gain for adolescents did not observe a protective effect for low compared with high GI diets (SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2013).

A previous review on the use of low glycemic index diets for adolescents also did not identify reduction of body mass (ROUHANI et al., 2014). And although Kong and et al. (2011) reviewed the physiologic basis and evidences to low GI use in obesity management and concluded based that epidemiological studies and clinical trials suggest a role for the low GI diet in the management of childhood obesity and associated cardiometabolic risks, they admit the results are not always consistent.

It is worth mentioning that studies have indicated that the association between weight change and glycemic measures in adults may depend on baseline values of insulin resistance (EBBELING et al., 2007; MEDIANO; SICHIERI, 2012), what was not evaluated in our study and also in the reviews.

On the other hand, a low GI or GL diet have been associated with reductions in serum levels of triglycerides, LDL-cholesterol, VLDL-cholesterol, glycosylated hemoglobin or HOMA-IR in most studies among adolescents (IANNUZZI et al., 2009; SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2013) and for adults (HEILBRONN; NOAKES; CLIFTON, 2002; PEREIRA et al., 2015; SICHIERI et al., 2007).

The role of large load of carbohydrate in meals has also been explored with a positive association with metabolic syndrome. Nicholl et al. (2014), observed that a higher GL of breakfast for female adolescents was associated with an increased risk of metabolic syndrome.

Although, the dietary glycemic load appears to be a good marker of the quality of the carbohydrate in the diet, since it is a function of the general composition of food and its amount consumed, protein consumption is associated with diets with a lower glycemic load. GL is the relationship between the glycemic index, a characteristic of food, associated with the amount of carbohydrates that are consumed through them (FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002; SILVA et al., 2009). So GL is a characteristic of the meal as a whole, since few foods are consumed in isolation on a daily basis.

The relationship between proteins and glycemic load is exemplified in the study that shows that when foods rich in proteins (chicken and meat) are removed from the diet, they are usually replaced by others, with different characteristics, generally rich in carbohydrates of varying quality. There is an interaction between changes in the protein content of the diet and its glycemic load. As an example, a study identified that the increase in consumption of a daily serving of cheese leads to weight gain if it is accompanied by an increase in glycemic load, does not change body weight if the glycemic load also does not change and, finally, it was associated with weight loss if the glycemic load is reduced (SMITH et al., 2015).

Protein was explored as a confounding in the association of BMI and GI and GL, but turned out as the major factor associated with smaller BMI z-score.

Our results, showed a small negative association between all GL measure and BMI z-score. GL measures had great correlation with the macronutrients and total energy consumed by adolescents being a mirror of total consumption and not just of quality of carbohydrate intake. Negative association between total energy intake and obesity have being observed in cross-sectional researches. The main explanation for this is the existence of information bias, especially among adult females with some degree of overweight (JOHANSSON et al., 2001; KYE et al., 2014; ORCHOLSKI et al., 2015; SICHIERI; EVERHART, 1998). In children 2 to 9 year-old of the European multicenter study of obesity – IDEFICS, the baseline with data on 16,225 showed a negative association between energy intake measure by one 24-h recall and BMI z-score. When analysis was restricted to those,

8,544 with plausible values of energy intake according to Goldberg et al., (1991) cutoff values recalculated for application in children, a positive association was found (HEBESTREIT et al., 2014). Thus, this large European study also shows a large proportion of inadequate energy intake among children. For our analysis energy intake per se is not of major importance under the assumption the foods consumed were adequately reported since GI is the index of the food and GL is a percentage of available carbohydrate.

In our analysis GI, but not GL, showed a low correlation with total energy intake and macronutrient intake, reinforcing GI adequacy to assess the quality of the carbohydrate consumed.

Due to an anticipated relationship between GL and protein intake, our study showed a relevant negative strong association between protein intake and BMI z-score according to deciles of protein consumption. There are few studies that controlled or fixed the protein intake to analyze the effect of the dietary glycemic index in relation to overweight and obesity. Sichieri et al. (2007) in a clinical trial with fixed amount of protein did not find association between GI and weight loss in overweight women.

Eneli et al (2019) evaluated the use of a Revised Protein-Sparing Modified Fast protocol, which is an extremely low-carbohydrate, high-protein, reduced-calorie diet, for weight loss in 21 adolescents with severe obesity over 12 months. Despite the difficulty of adherence even in the first month of the study (50% only), the study showed greater weight loss in adolescents who adhered to the diet even after 12 months of follow-up. Also, a cross-over study with 30 obese adolescents aged 11-19 years submitted in random order to a high 79% carbohydrate, and a high 55% protein meals (adjusted to 25% of energy requirements) concluded that high protein meals promoted significant greater fullness and decreased hunger, independent of body weight, being able to increase meal-induced thermogenesis (NGUO et al., 2019).

A recent systematic review investigated dietary strategies for weight maintenance after weight loss interventions in overweight and obese adults. Twenty-one clinical trials were grouped according to high protein intake (12 studies), low GI (four studies), green tea (three studies), conjugated linoleic acid (three studies), high fiber intake (three studies), and other miscellaneous interventions (six studies). Only diets with increased protein intake

showed a significant beneficial effect on the prevention of weight regain (VAN BAAK; MARIMAN, 2019).

It is worth mentioning that the current study was conducted with adolescents aged 12-17 years and these individuals have not yet reached their full growth. Small increase of protein intake as a recommendation may be also beneficial to growth and development. A limitation of our findings is the cross-sectional design limiting to state that there is a causal relationship between these characteristics.

In conclusion, the glycemic index is a good predictor of quality of consumed carbohydrate but our findings did not show that the increase in dietary GI affects the increase in BMI z-score. Glycemic load proved to be only a proxy for total energy and carbohydrate consumption, not allowing to investigate the relationship between the quality of the carbohydrate consumed and the BMI z-score of the adolescents. Finally, protein consumption may play an important role in the management of overweight and obesity in children and adolescents, but studies are needed to demonstrate its effectiveness in this context and ensure safe levels of consumption.

References

- ALVES, M. DE A. et al. **Padrões alimentares de adolescentes brasileiros por regiões geográficas: análise do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA)**. Cadernos de Saúde Pública, v. 35, n. 6, 2019.
- AUGUSTIN, L. S. A. et al. **Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC)**. Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD, v. 25, n. 9, p. 795–815, set. 2015.
- BAO, J. et al. **Prediction of postprandial glycemia and insulinemia in lean, young, healthy adults: glycemic load compared with carbohydrate content alone**. The American Journal of Clinical Nutrition, v. 93, n. 5, p. 984–996, mai. 2011.
- BARUFALDI, L. A. et al. **Programa para registro de recordatório alimentar de 24 horas: aplicação no Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes**. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 19, n. 2, p. 464–468, jun. 2016.

- BLOCH, K. V. et al. **The study of cardiovascular risk in adolescents – ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents.** BMC Public Health, v. 15, n. 1, p. 94, 7 fev. 2015.
- BLOCH, K. V. et al. **ERICA: prevalences of hypertension and obesity in Brazilian adolescents.** Revista de Saúde Pública, v. 50, n. suppl 1, p. 1s–12s, 2016.
- DE ONIS, M. **Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents.** Bulletin of the World Health Organization, v. 85, n. 09, p. 660–667, 1 set. 2007.
- EBBELING, C. B. et al. **Effects of a low-glycemic load vs low-fat diet in obese young adults: a randomized trial.** JAMA, v. 297, n. 19, p. 2092–2102, maio 2007.
- ENELI, I. et al. **Using a Revised Protein-Sparing Modified Fast (rPSMF) for Children and Adolescents with Severe Obesity: A Pilot Study.** International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 16, n. 17, set. 2019.
- FEINMAN, R. D. et al. **Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: Critical review and evidence base.** Nutrition, v. 31, n. 1, p. 1–13, jan. 2015.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, 14-18 April 1997.** Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1998.
- FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H.; BRAND-MILLER, J. C. **International table of glycemic index and glycemic load values: 2002.** The American Journal of Clinical Nutrition, v. 76, n. 1, p. 5–56, jul. 2002.
- GOLDBERG, G. R. et al. **Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording.** European Journal of Clinical Nutrition, v. 45, n. 12, p. 569–581, dez. 1991.
- HEBESTREIT, A. et al. **Associations between energy intake, daily food intake and energy density of foods and BMI z-score in 2-9-year-old European children.** European Journal of Nutrition, v. 53, n. 2, p. 673–681, 2014.
- HEILBRONN, L. K.; NOAKES, M.; CLIFTON, P. M. **The effect of high- and low-glycemic index energy restricted diets on plasma lipid and glucose profiles in type 2 diabetic subjects with varying glycemic control.** Journal of the American College of Nutrition, v. 21, n. 2, p. 120–127, abr. 2002.

HRUBY, A.; HU, F. B. **The Epidemiology of Obesity: A Big Picture.** *Pharmacoeconomics*, v. 33, n. 7, p. 673–689, jul. 2015.

IANNUZZI, A. et al. **Comparison of two diets of varying glycemic index on carotid subclinical atherosclerosis in obese children.** *Heart and Vessels*, v. 24, n. 6, p. 419–424, nov. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de orçamentos familiares, 2008-2009. **Tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil.** Rio de Janeiro, Brasil: IBGE, 2011.

JOHANSSON, G. et al. **Underreporting of energy intake in repeated 24-hour recalls related to gender, age, weight status, day of interview, educational level, reported food intake, smoking habits and area of living.** *Public Health Nutrition*, v. 4, n. 4, p. 919–927, ago. 2001.

KONG, A. P. S. et al. **Role of low-glycemic index diet in management of childhood obesity: Low-GI diet in obesity.** *Obesity Reviews*, v. 12, n. 7, p. 492–498, jul. 2011.

KYE, S. et al. **Under-reporting of Energy Intake from 24-hour Dietary Recalls in the Korean National Health and Nutrition Examination Survey.** *Osong Public Health and Research Perspectives*, v. 5, n. 2, p. 85–91, abr. 2014.

LOHMANN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric Standardization Reference Manual.** Illinois, USA: Human Kinetics Books, 1988.

LUDWIG, D. S. et al. **Dietary carbohydrates: role of quality and quantity in chronic disease.** *BMJ*, v. 361, 13 jun. 2018.

MARSON, E. C. et al. **Effects of aerobic, resistance, and combined exercise training on insulin resistance markers in overweight or obese children and adolescents: A systematic review and meta-analysis.** *Preventive Medicine*, v. 93, p. 211–218, 2016.

MASSARANI, F. A. et al. **Agregação familiar e padrões alimentares na população brasileira.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 31, n. 12, p. 2535–2545, dez. 2015.

MEDIANO, M. F. F.; SICHIERI, R. **Insulin Resistance Predicts the Effectiveness of Different Glycemic Index Diets on Weight Loss in Non-Obese Women.** *Obesity Facts*, v. 5, n. 5, p. 641–647, 2012.

MOSHFEGH, A. J. et al. **The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes.** *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 88, n. 2, p. 324–332, 1 ago. 2008.

NGUO, K. et al. **Effect of Macronutrient Composition on Appetite Hormone Responses in Adolescents with Obesity.** *Nutrients*, v. 11, n. 2, p. 340, fev. 2019.

NICHOLL, A. et al. **Higher breakfast glycaemic load is associated with increased metabolic syndrome risk, including lower HDL-cholesterol concentrations and increased TAG concentrations, in adolescent girls.** *British Journal of Nutrition*, v. 112, n. 12, p. 1974–1983, dez. 2014.

ORCHOLSKI, L. et al. **Under-reporting of dietary energy intake in five populations of the African diaspora.** *The British Journal of Nutrition*, v. 113, n. 3, p. 464–472, 14 fev. 2015.

PEREIRA, L. P. et al. **Dislipidemia autorreferida na região Centro-Oeste do Brasil: prevalência e fatores associados.** *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 20, n. 6, p. 1815–1824, jun. 2015.

ROUHANI, M. et al. **Glycemic index, glycemic load and childhood obesity: A systematic review.** *Advanced Biomedical Research*, v. 3, n. 1, p. 47, 2014.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G. **Long-term effects of low glycemic index/load vs. high glycemic index/load diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: A systematic review and meta-analysis.** *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, v. 23, n. 8, p. 699–706, ago. 2013.

SICHERI, R. et al. **An 18-mo randomized trial of a low-glycemic-index diet and weight change in Brazilian women.** *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 86, n. 3, p. 707–713, 1 set. 2007.

SICHERI, R.; EVERHART, J. E. **Validity of a Brazilian food frequency questionnaire against dietary recalls and estimated energy intake.** *Nutrition Research*, v. 18, n. 10, p. 1649–1659, out. 1998.

SILVA, T. L. N. DA et al. **Response rate in the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents – ERICA.** *Revista de Saúde Pública*, v. 50, n. suppl 1, 2016.

- SILVA, F. M. et al. **Glycemic index and glycemic load in the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus**. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, v. 53, n. 5, p. 560–571, jul. 2009.
- SMITH, J. D. et al. **Changes in intake of protein foods, carbohydrate amount and quality, and long-term weight change: results from 3 prospective cohorts**. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 101, n. 6, p. 1216–1224, jun. 2015.
- SOUZA, A. DE M. et al. **Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009**. *Revista de Saúde Pública*, v. 47, 2013.
- THE UNIVERSITY OF SYDNEY. **Glycemic Index**. Disponível em: <<https://www.glycemicindex.com/index.php>>. Acesso em: 28 fev. 2020.
- TURNER-MCGRIEVY, G. M. et al. . *Nutrition*, v. 31, n. 2, p. 350–358, fev. 2015.
- VAN BAAK, M. A.; MARIMAN, E. C. M. **Dietary Strategies for Weight Loss Maintenance**. *Nutrients*, v. 11, n. 8, 15 ago. 2019.
- VASCONCELLOS, M. T. L. DE et al. **Sampling design for the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (ERICA)**. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 31, n. 5, p. 921–930, mai. 2015.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Report of the Commission on Ending Childhood Obesity. Implementation plan: executive summary**. Geneva: World Health Organization, 2017.

Table 1. Frequencies, means and confidence interval of sociodemographic and dietary characteristics of adolescents, by sex. Brazil, 2013-2014.

Variable	N	Female	n	Male
Frequency (95% CI)				
School type				
Public	30,307	79.0 (76.5-81.5)	23,951	78.1 (75.5-80.7)
Private	8,075	21.0 (18.5-23.5)	6,724	21.9 (19.3-24.5)
Residence area				
Capital	28,647	74.6 (73.7-75.6)	22,950	74.8 (73.8-75.8)
Countryside	9,735	25.4 (24.4-26.3)	7,725	25.2 (24.2-26.2)
Physical activity level ¹				
Inactive (0 min/wk ²)	9,648	25.5 (26.0-27.1)	2,970	10.7 (10.3-11.1)
Insufficiently active (< 300 min/wk ²)	11,977	33.0 (32.4-33.5)	7,220	26.1 (25.5-26.7)
Active (≥ 300 min/wk ²)	14,733	40.5(39.9-41.1)	17,482	63.2 (62.5-63.8)
Dietary carbohydrate intake (%TEI ³) ⁴				
Low(< 26%)	431	1.1 (1.0-1.2)	361	1.2 (1.0-1.3)
Moderate (26-45%)	6,919	18.0 (17.6-18.5)	5,782	18.8 (18.3 - 19.4)
High (≥ 45%)	31,032	80.9 (80.4-81.3)	24,532	80.0 (79.4-80.5)
Mean (95% CI)				
Age (years)	38,382	14.4 (14.2-14.5)	30,675	14.4 (14.2-14.5)
BMI ⁵ (z score)	38,382	0.2 (0.2-0.3)	30,675	0.2 (0.1-0.2)
Waist circumference (cm)	38,382	70.4 (70.1-70.7)	30,675	72.5 (72.0-72.9)
Daily GI ⁶				
Average GI ⁶	38,382	59.2 (59.0-59.4)	30,675	59.3 (59.1-59.5)
First Meal GI ⁶	38,382	59.1 (58.9-59.3)	30,675	59.0 (58.8-59.2)
Daily GL ⁷	38,382	155.4 (152.6-158.4)	30,675	182.5 (178.0-187.0)
Average GL ⁷	38,382	37.1 (36.4-37.7)	30,675	44.1 (43.3-45.0)
First Meal GL ⁷	38,382	33.1 (32.2-34.1)	30,675	39.2 (38.0-40.4)

Table 1. (continuation) Frequencies, means and confidence interval of sociodemographic and dietary characteristics of adolescents, by sex. Brazil, 2013-2014.

Variable	N	Female	n	Male
Daily protein intake (g)	38,382	79.8 (78.2-81.4)	30,675	99.3 (95.9-102.4)
Daily carbohydrate intake (g)	38,382	277.6 (272.4-282.9)	30,675	325.1 (317.7-332.5)

Note: ¹Physical activity level: 2,024 female data missing, 3,003 male data missing; ²min/wk: minutes/week; ³%TEI: proportion of total energy intake; ⁴Ferinman et al (2015); ⁵BMI: body mass index; ⁶GI: Glycemic index; ⁷GL: Glycemic load;

Table 2. Linear regression coefficients of glycemic index and adolescent's body mass index, by carbohydrate intake levels and sex. Brazil, 2013-2014¹.

carbohydrate intake (%TEI ²) ³	Female					
	Daily GI ⁴		Average GI ⁴		First Meal GI ⁴	
	β	p-value	β	p-value	β	p-value
Low (<26%)	0.002	0.810	0.007	0.415	0.001	0.820
Moderate (26-45%)	0.010	0.018	0.005	0.318	-0.001	0.662
High (\geq 45%)	-0.004	0.247	-0.004	0.395	-0.003	0.053
carbohydrate intake (%TEI ²) ³	Male					
	Daily GI ⁴		Average GI ⁴		First Meal GI ⁴	
	β	p-value	β	p-value	β	p-value
Low (<26%)	0.004	0.534	-0.002	0.783	0.006	0.194
Moderate (26-45%)	-0.012	0.091	-0.007	0.205	-0.001	0.712
High (\geq 45%)	-0.004	0.223	-0.004	0.263	0.000	0.995

Note: ¹model adjusted for: Tanner sexual maturation stage, age (years), type of school (public/private), Physical activity level (inactive/insufficiently active/active); Protein intake (g), Dietary quality measure (under reported intake/over reported intake); ²%TEI: proportion of total energy intake; ³Ferinman et al (2015); ⁴GI: Glycemic index.

Table 3. Linear regression coefficients of glycemic load and adolescent's body mass index, adjustment variables and sex. Brazil, 2013-2014¹.

Adjust Variables ²	Female					
	Daily GL ⁴		Average GL ⁴		First Meal GL ⁴	
	β	p-value	β	p-value	β	p-value
Sexual maturation ³ and age (years)	-0.002	<0.0001	-0.005	<0.0001	-0.002	<0.0001
School type (public/private)	-0.002	<0.0001	-0.005	<0.0001	-0.002	<0.0001
Physical activity (inactive/insufficiently active/active)	-0.002	<0.0001	-0.005	<0.0001	-0.002	<0.0001
Protein (g)	-0.002	<0.0001	-0.004	<0.0001	-0.002	0.001
Adjust Variables ²	Male					
	Daily GL ⁴		Average GL ⁴		First Meal GL ⁴	
	β	p-value	β	p-value	β	p-value
Sexual maturation and age (years)	-0.002	<0.0001	-0.005	<0.0001	-0.002	<0.0001
School type (public/private)	-0.002	<0.0001	-0.004	<0.0001	-0.002	0.0011
Physical activity (inactive/insufficiently active/active)	-0.002	<0.0001	-0.004	<0.0001	-0.002	0.0023
Protein (g)	-0.002	<0.0001	-0.004	<0.0001	-0.002	0.007

Note: ¹model: adjusted for dietary quality measure (under reported intake/super reported intake) in all adjust levels; ²Variables added to the model in which analysis;

³Tanner sexual maturation stage; ⁴GL: Glycemic load.

Table 4. Pearson Correlation Coefficients of glycemic load and energy and macronutrients intake. Brasil, 2013-2014.

Variables	Energy intake (kcal)	Carbohydrate (g)	Protein (g)	Lipides (g)
	Pearson Correlation Coefficients (p-value)			
Daily GI	-0.001 (0.734)	0.013 (0.0005)	-0.070 (<0.0001)	0.013 (0.0004)
Avarege GI	0.022 (<0.0001)	0.051 (<0.0001)	-0.065 (<0.0001)	0.017 (<0.0001)
First meal GI	0.042 (<0.0001)	0.052 (<0.0001)	-0.003 (0.411)	0.030 (<0.0001)
Daily GL	0.874 (<0.0001)	0.980 (<0.0001)	0.4617 (<0.0001)	0.613 (<0.0001)
Avarege GL	0.642 (<0.0001)	0.748 (<0.0001)	0.314 (<0.0001)	0.422 (<0.0001)
First meal GL	0.328 (<0.0001)	0.385 (<0.0001)	0.157 (<0.0001)	0.213 (<0.0001)



Note: ¹model adjusted for: Tanner sexual maturation stage, age (years), type of school (public/private), physical activity level (inactive/insufficiently active/active); dietary quality measure (under reported intake/super reported intake).

Figure 1. Predict means of body mass index's adolescents by protein intake deciles. Brazil, 2013-2014¹.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para abordar corretamente a obesidade, é necessário conhecer os fatores que com ela se relacionam. Na esfera dos fatores modificáveis, o estudo de indicadores dietéticos pode ser um importante ponto no manejo deste agravo. Apesar das dificuldades da avaliação do consumo, conhecer o perfil alimentar da população nos permite direcionar as ações que visam melhorar a qualidade dos alimentos consumidos e, conseqüentemente, a estado nutricional e de saúde desta. O ERICA avaliou adolescentes de municípios brasileiros com mais de 100 mil habitantes, em um estudo de base escolar, formando uma base de dados nacional extensa, que contemplou dados de consumo alimentar, e com potencial para responder a muitas perguntas.

Assim, avaliou-se a capacidade do índice glicêmico (IG) e da carga glicêmica (CG) como de predizer o controle glicêmico, o que auxilia na prevenção do excesso de peso e aumenta as possibilidades de prevenção de quadros de resistência à insulina e diabetes do tipo 2. Sabemos que o consumo excessivo de carboidratos simples pode levar a estes quadros clínicos. Neste sentido, o índice glicêmico e a carga glicêmica dos alimentos e refeições pode ser um bom indicador da qualidade do carboidrato consumido.

Ao avaliar o IG e a CG da dieta foi possível concluir que, na população em estudo, o índice glicêmico médio, ou seja, aquele que foi definido como a média dos índices glicêmicos das refeições diárias, foi um bom preditor do controle glicêmico, principalmente para os adolescentes que já apresentavam excesso de peso. Esse achado sugere, ainda, que orientações de consumo alimentar e nutricional baseadas na qualidade dos carboidratos por meio do índice glicêmico dos alimentos podem ser vantajosas em casos de resistência à insulina. Um facilitador adicional nesses casos é o fato de que os alimentos com índices glicêmicos mais elevados são aqueles com alto grau de processamento o que permite adequar a orientação alimentar e nutricional ao Novo Guia Alimentar para a População Brasileira, que recomenda a redução do consumo de alimentos ultra processados.

Para o escore-z de IMC, no entanto, não foi possível observar esse mesmo comportamento. Apenas carga glicêmica teve relação com o escore-z de IMC mas se mostrou uma proxy da energia total e do carboidrato total consumidos e não auxiliou na investigação

da relação entre a qualidade dos carboidratos consumidos e o IMC dos adolescentes. Não foi possível confirmar que consumo de alimentos de alto índice glicêmico leva ao aumento do IMC.

Chama atenção a prevalência de adolescentes consumindo quantidades consideradas altas de carboidrato, principalmente concebendo de seu papel na fisiopatologia da resistência à insulina e do diabetes mellitus. Sabendo que todos os indivíduos avaliados neste trabalho estavam em ambiente escolar e, possivelmente, consomem a alimentação oferecida pelo Programa de Alimentação Escolar, já que a maioria se encontra matriculado na rede pública de educação, é preciso avaliar a frequência do uso de alimentos ultraprocessados neste ambiente, assim como no ambiente domiciliar, e aproveitar a potencialidade das atividades curriculares para abordar questões relacionados à saúde, alimentação e nutrição.

O consumo de proteína apresentou um potencial de proteção do sobrepeso e da obesidade e pode ocupar um importante papel no manejo do excesso de peso em crianças e adolescentes. Estudos são necessários, porém para demonstrar a efetividade e a quantidades seguras de consumo.

A importância do monitoramento da obesidade vai muito além das preocupações com a imagem do corpo. O aumento crescente de suas prevalências pelo mundo vem nos mostrando, há décadas, que a abordagem deste agravo à saúde precisa ser sindêmica. É necessário, também, que seu controle se inicie em idades mais precoces, já que o excesso de peso está ocorrendo cada vez mais cedo. Cabe, ainda, dizer que quanto mais cedo o organismo de um indivíduo é exposto à obesidade, mais rápido ele fica predisposto à morbimortalidade que acompanha este diagnóstico.

REFERÊNCIAS

- ABARCA-GÓMEZ, L. et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2,416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. **The Lancet**, v. 390, n. 10113, p. 2627–2642, dez. 2017.
- ADAIR, L. S.; GORDON-LARSEN, P. Maturation timing and overweight prevalence in US adolescent girls. **American Journal of Public Health**, v. 91, n. 4, p. 642–644, abr. 2001.
- ALVES, M. A. et al. Padrões alimentares de adolescentes brasileiros por regiões geográficas: análise do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 6, 2019.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. **Diabetes Care**, v. 33, n. Supplement 1, p. S1–S2, 1 jan. 2010.
- ANJOS, L. A. **Obesidade e saúde pública**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2006.
- ARAÚJO, C. et al. Nutritional status of adolescents and its relation with socio-demographics variables: National Adolescent School-based Health Survey (PeNSE), 2009. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 15, p. 3077–3084, out. 2010.
- AUGUSTIN, L. S. A. et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases**, v. 25, n. 9, p. 795–815, set. 2015.
- BALISTEIRO, D. M. **Efeito dos compostos fenólicos de frutas nativas brasileiras na glicemia pós-prandial**. Mestrado - São Paulo: Universidade de São Paulo, jan. 2013.
- BAO, J. et al. Prediction of postprandial glycemia and insulinemia in lean, young, healthy adults: glycemic load compared with carbohydrate content alone. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 93, n. 5, p. 984–996, mai. 2011.
- BARUFALDI, L. A. et al. Programa para registro de recordatório alimentar de 24 horas: aplicação no Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 19, n. 2, p. 464–468, jun. 2016.

- BÉGHIN, L. et al. Influence of parental socio-economic status on diet quality of European adolescents: results from the HELENA study. **The British Journal of Nutrition**, v. 111, n. 7, p. 1303–1312, 14 abr. 2014.
- BEZERRA, I. N. et al. Food consumed outside the home in Brazil according to places of purchase. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, n. 15, 2017.
- BLOCH, K. V. et al. The study of cardiovascular risk in adolescents – ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents. **BMC Public Health**, v. 15, n. 94, p. 1-10, 7 fev. 2015.
- BLOCH, K. V. et al. ERICA: prevalences of hypertension and obesity in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, n. suppl 1, p. 1s–12s, 2016.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Alimentos regionais brasileiros**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel Brasil 2016 Saúde Suplementar: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico [recurso eletrônico]**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
- BRAUCHLA, M.; WENYEN, J., KRANZ, S. Sources of Dietary Fiber and the Association of Fiber Intake with Childhood Obesity Risk (in 2–18 Year Olds) and Diabetes Risk of Adolescents 12–18 Year Olds: NHANES 2003–2006. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 2012, p. 1-7, 2012.
- BUCHER DELLA TORRE, S. et al. Sugar-Sweetened Beverages and Obesity Risk in Children and Adolescents: A Systematic Analysis on How Methodological Quality May Influence Conclusions. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 4, p. 638–659, abr. 2016.
- CALÁBRIA, A. et al. Índice glicêmico de alimentos típicos da Amazônia. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, n. 4, p. 190–192, 2003.
- CLEVA, R. Body Composition Evaluation in Severe Obesity: A Critical Review. **Advances in Obesity, Weight Management & Control**, v. 4, n. 6, p. 159–164, jul. 2016.
- CONDE, W. L. et al. Estado nutricional de escolares adolescentes no Brasil: a Pesquisa Nacional de Saúde dos Escolares 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 21, n. supl.1 p. 1-12, nov. 2018.

- CONDESSA, L. A. et al. Sociocultural factors related to the physical activity in boys and girls. **Revista de Saúde Pública**, v. 53, n. 25, p. 1-13, mar. 2019.
- CONWELL, L. S. et al. Indexes of Insulin Resistance and Secretion in Obese Children and Adolescents: A validation study. **Diabetes Care**, v. 27, n. 2, p. 314–319, 1 fev. 2004.
- COOPER, S. B. et al. Sex differences in adolescents' glycaemic and insulinaemic responses to high and low glycaemic index breakfasts: a randomised control trial. **The British Journal of Nutrition**, v. 117, n. 4, p. 541–547, fev. 2017.
- CORDENUNSI, B. R. et al. Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3412–3416, jun. 2004.
- CUREAU, F. V. et al. Associations of multiple unhealthy lifestyle behaviors with overweight/obesity and abdominal obesity among Brazilian adolescents: A country-wide survey. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 28, n. 7, p. 765–774, jul. 2018.
- DE ONIS, M. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 09, p. 660–667, 1 set. 2007.
- DEBOER, M. D. Assessing and Managing the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. **Nutrients**, v. 11, n. 1788, p. 1-12, ago. 2019.
- DIAS, P. C. et al. Obesidade e políticas públicas: concepções e estratégias adotadas pelo governo brasileiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, n. 7, p. 1–12, 2017.
- EBBELING, C. B. et al. Effects of a low-glycemic load vs low-fat diet in obese young adults: a randomized trial. **JAMA**, v. 297, n. 19, p. 2092–2102, 16 maio 2007.
- ENELI, I. et al. Using a Revised Protein-Sparing Modified Fast (rPSMF) for Children and Adolescents with Severe Obesity: A Pilot Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 17, p.1-12, set. 2019.
- FEINMAN, R. D. et al. Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: Critical review and evidence base. **Nutrition**, v. 31, n. 1, p. 1–13, jan. 2015.
- FERREIRA, N. L.; CLRO, R. M.; LOPES, A. C. S. Consumption of sugar-rich food products among Brazilian students: National School Health Survey (PeNSE 2012). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 12, p. 2493–2504, dez. 2015.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
AMERICA LATINA Y EL CARIBE: panorama de la seguridad alimentaria y nutricional 2016. Santiago, Chile: FOOD & AGRICULTURE ORG, 2017.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS;
WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Carbohydrates in Human Nutrition**: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, 14-18 April 1997. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1998.
- FOROUZANFAR, M. H. et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. **The Lancet**, v. 388, n. 10053, p. 1659–1724, out. 2016.
- FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H.; BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 1, p. 5–56, 1 jul. 2002.
- GOLDBERG, G. R. et al. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 45, n. 12, p. 569–581, dez. 1991.
- HALL, K. D.; GUYENET, S. J.; LEIBEL, R. L. The Carbohydrate-Insulin Model of Obesity Is Difficult to Reconcile With Current Evidence. **JAMA Internal Medicine**, v. 178, n. 8, p. 1103, 1 ago. 2018.
- HARRIS, C. et al. Changes in dietary intake during puberty and their determinants: results from the GINIplus birth cohort study. **BMC Public Health**, v. 15, v. 841, set. 2015.
- HEBESTREIT, A. et al. Associations between energy intake, daily food intake and energy density of foods and BMI z-score in 2-9-year-old European children. **European Journal of Nutrition**, v. 53, n. 2, p. 673–681, 2014.
- HEILBRONN, L. K.; NOAKES, M.; CLIFTON, P. M. The effect of high- and low-glycemic index energy restricted diets on plasma lipid and glucose profiles in type 2 diabetic subjects with varying glycemic control. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 120–127, abr. 2002.

HERNANDEZ, E. et al. Nutritional aspects of night eating and its association with weight status among Korean adolescents. **Nutrition Research and Practice**, v. 10, n. 4, p. 448–455, ago. 2016.

HOFFMAN, R. P.; VICINI, P.; COBELLI, C. Pubertal changes in HOMA and QUICKI: relationship to hepatic and peripheral insulin sensitivity. **Pediatric Diabetes**, v. 5, n. 3, p. 122–125, set. 2004.

HRUBY, A.; HU, F. B. The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. **Pharmacoeconomics**, v. 33, n. 7, p. 673–689, jul. 2015.

IANNUZZI, A. et al. Comparison of two diets of varying glycemic index on carotid subclinical atherosclerosis in obese children. **Heart and Vessels**, v. 24, n. 6, p. 419–424, nov. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009. **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil 2008-2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais: Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares, 2008-2009**. Tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

JENSEN, M. D. et al. 2013 AHA/ACC/TOS Guideline for the Management of Overweight and Obesity in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. **Circulation**, v. 129, n. 25 suppl 2, p. S102–S138, jun. 2014.

JOHANSSON, G. et al. Underreporting of energy intake in repeated 24-hour recalls related to gender, age, weight status, day of interview, educational level, reported food intake, smoking habits and area of living. **Public Health Nutrition**, v. 4, n. 4, p. 919–927, ago. 2001.

KANN, L. et al. Youth Risk Behavior Surveillance - United States, 2015. **MMWR/ Surveillance Summaries**, v. 65, n. 6, p. 1–174, jun. 2016.

- KELLER, A.; BUCHER DELLA TORRE, S. Sugar-Sweetened Beverages and Obesity among Children and Adolescents: A Review of Systematic Literature Reviews. **Childhood Obesity**, v. 11, n. 4, p. 338–346, ago. 2015.
- KESKIN, M. et al. Homeostasis Model Assessment Is More Reliable Than the Fasting Glucose/Insulin Ratio and Quantitative Insulin Sensitivity Check Index for Assessing Insulin Resistance Among Obese Children and Adolescents. **Pediatrics**, v. 115, n. 4, p. e500–e503, abr. 2005.
- KIM, Y.; PARK, H. Does Regular Exercise without Weight Loss Reduce Insulin Resistance in Children and Adolescents? **International Journal of Endocrinology**, v. 2013, p. 1–10, 2013.
- KONG, A. P. S. et al. A randomized controlled trial to investigate the impact of a low glycemic index (GI) diet on body mass index in obese adolescents. **BMC Public Health**, v. 14, n. 1, p. 1–10, dez. 2014.
- KONG, A. P. S. et al. Role of low-glycemic index diet in management of childhood obesity: Low-GI diet in obesity. **Obesity Reviews**, v. 12, n. 7, p. 492–498, jul. 2011.
- KYE, S. et al. Under-reporting of Energy Intake from 24-hour Dietary Recalls in the Korean National Health and Nutrition Examination Survey. **Osong Public Health and Research Perspectives**, v. 5, n. 2, p. 85–91, abr. 2014.
- LEVY-COSTA, R. B. et al. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 4, p. 530–540, ago. 2005.
- LIANG, Y. et al. Childhood obesity affects adult metabolic syndrome and diabetes. **Endocrine**, v. 50, n. 1, p. 87–92, set. 2015.
- LOHMANN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Illinois, USA: Human Kinetics Books, 1988.
- LUDWIG, D. S. The Glycemic Index: Physiological Mechanisms Relating to Obesity, Diabetes, and Cardiovascular Disease. **JAMA**, v. 287, n. 18, p. 2414, maio 2002.
- LUDWIG, D. S. et al. Dietary carbohydrates: role of quality and quantity in chronic disease. **BMJ**, v. 361, p. 1-6, jun. 2018.
- LUDWIG, D. S.; EBBELING, C. B. The Carbohydrate-Insulin Model of Obesity: Beyond “Calories In, Calories Out”. **JAMA Internal Medicine**, v. 178, n. 8, p. 1098-1103, ago. 2018.

MANSOOR, N. et al. Effects of low-carbohydrate diets v. low-fat diets on body weight and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomised controlled trials. **The British Journal of Nutrition**, v. 115, n. 3, p. 466–479, 14 fev. 2016.

MARMOT, M. et al. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC, US: World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research, nov. 2007. Disponível em:

<http://www.dietandcancerreport.org/policy_report/index.php>. Acesso em: 26 fev. 2020.

MARSON, E. C. et al. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise training on insulin resistance markers in overweight or obese children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. **Preventive Medicine**, v. 93, p. 211–218, 2016.

MARTINS, I. **Tabela da composição de alimentos. (Comp.)**. LISBOA: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Centro de Segurança Alimentar e Nutrição, 2007.

MASSARANI, F. A. et al. Agregação familiar e padrões alimentares na população brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 12, p. 2535–2545, dez. 2015.

MEDIANO, M. F. F.; SICHIERI, R. Insulin Resistance Predicts the Effectiveness of Different Glycemic Index Diets on Weight Loss in Non-Obese Women. **Obesity Facts**, v. 5, n. 5, p. 641–647, 2012.

MELLO, J. et al. Associação entre nível de atividade física e excesso de peso corporal em adolescentes: um estudo transversal de base escolar. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 19, n. 1, 31 jan. 2014.

MINATTO, G. et al. Idade, maturação sexual, variáveis antropométricas e composição corporal: influências na flexibilidade. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 12, n. 3, p. 151–158, jun. 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

MONTEIRO, L. S. et al. Intake of saturated fat, trans fat, and added sugars by the Brazilian population: an indicator to evaluate diet quality. **European Journal of Clinical Nutrition**, 2020. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41430-020-0582-y>>. Acesso em: 02 fev. 2020.

- MOSHFEGH, A. J. et al. The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 88, n. 2, p. 324–332, 1 ago. 2008.
- MOURA, L. R. DE et al. Factors associated with health risk behaviors among Brazilian adolescents: an integrative review. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 52, 2018.
- MURNI, I. K. et al. Risk of metabolic syndrome and early vascular markers for atherosclerosis in obese Indonesian adolescents. **Pediatrics and International Child Health**, p. 1–7, nov. 2019.
- NAUDE, C. E. et al. Low Carbohydrate versus Isoenergetic Balanced Diets for Reducing Weight and Cardiovascular Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Plos One**, v. 9, n. 7, p. e100652, 9 jul. 2014.
- NAVES, M. M. V. **Culinária goiana: valor nutritivo de pratos tradicionais**. Goiania, Brasil: Editora Kelps, 2004.
- NEPA. **TACO: Tabela Brasileira de Composição de alimentos**. São Paulo, Brasil: NEPA-UNICAMP, 2006.
- NGUO, K. et al. Effect of Macronutrient Composition on Appetite Hormone Responses in Adolescents with Obesity. **Nutrients**, v. 11, n. 2, p. 340, fev. 2019.
- NICHOLL, A. et al. Higher breakfast glycaemic load is associated with increased metabolic syndrome risk, including lower HDL-cholesterol concentrations and increased TAG concentrations, in adolescent girls. **British Journal of Nutrition**, v. 112, n. 12, p. 1974–1983, dez. 2014.
- NOTO, H. et al. Low-carbohydrate diets and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of observational studies. **Plos One**, v. 8, n. 1, p. e55030, 2013.
- OJO, O. et al. The Effect of Dietary Glycaemic Index on Glycaemia in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Nutrients**, v. 10, n. 3, 19 mar. 2018.
- OLIVEIRA, J. R. DE; FRUTUOSO, M. F. P.; GAMBARDELLA, A. M. D. Associação entre maturação sexual, excesso de peso e adiposidade central em crianças e adolescentes de duas escolas de São Paulo. **Journal of Human Growth and Development**, v. 24, n. 2, p. 201–207, 2014.

- ORCHOLSKI, L. et al. Under-reporting of dietary energy intake in five populations of the African diaspora. **The British Journal of Nutrition**, v. 113, n. 3, p. 464–472, fev. 2015.
- ORIONDO, R. et al. Evaluación de la capacidad antioxidante y el índice glicémico de los frutos promisorios amazónicos del Perú. **Anales de la Facultad de Medicina**, v. 73, p. mai. 2013.
- PACHECO, M. **Tabela de equivalentes, medidas caseiras e composição química dos alimentos**. Rio de Janeiro, Brasil: Rubio, 2006.
- PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. Perspectives in Health - Globesity: The Crisis of Growing Proportions. **Perspectives in Health Magazine**, v. 7, p. 6–11, 2002.
- PASSOS, T. U. et al. Glycemic index and glycemic load of tropical fruits and the potential risk for chronic diseases. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 66–73, mar. 2015.
- PATE, R. R. et al. Factors associated with development of excessive fatness in children and adolescents: a review of prospective studies. **Obesity Reviews**, v. 14, n. 8, p. 645–658, ago. 2013.
- PEREIRA, L. P. et al. Dislipidemia autorreferida na região Centro-Oeste do Brasil: prevalência e fatores associados. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 6, p. 1815–1824, jun. 2015.
- PLUMMER, M. L. et al. **Global Accelerated Action for the Health of Adolescents (AA-HA!)**: guidance to support country implementation. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2017.
- RILEY, L. et al. **Noncommunicable diseases progress monitor**, 2017. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2017.
- ROLLAND-CACHERA, M. F. Body composition during adolescence: methods, limitations and determinants. **Hormone Research**, v. 39 Suppl 3, p. 25–40, 1993.
- ROUHANI, M. et al. Glycemic index, glycemic load and childhood obesity: A systematic review. **Advanced Biomedical Research**, v. 3, n. 1, p. 47, 2014.
- ROUHANI, M. H.; SALEHI-ABARGOUEI, A.; AZADBAKHT, L. Effect of glycemic index and glycemic load on energy intake in children. **Nutrition**, v. 29, n. 9, p. 1100–1105, set. 2013.
- SAITO, M. I. Maturação sexual: auto avaliação do adolescente. **Pediatria**, v. 6, n. 3, p. 111–5, jun. 1984.

- SAMPAIO, H. A. DE C. et al. Índice glicêmico e carga glicêmica de dietas consumidas por indivíduos obesos. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 6, p. 615–624, dez. 2007.
- SAMPAIO, J. R. C.; VENTURA, M. A emergência do conceito saúde global: perspectivas para o campo da saúde coletiva. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, v. 5, n. 4, p. 145, 23 dez. 2016.
- SCHRAMM, J. M. DE A. et al. Transição epidemiológica e o estudo de carga de doença no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 9, n. 4, p. 897–908, dez. 2004.
- SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G. Long-term effects of low glyceic index/load vs. high glyceic index/load diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: A systematic review and meta-analysis. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 23, n. 8, p. 699–706, ago. 2013.
- SEIDELMANN, S. B. et al. Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis. **The Lancet Public Health**, v. 3, n. 9, p. e419–e428, 1 set. 2018.
- SHRAPNEL, B. Testing the boundaries of recommended carbohydrate intakes: Macronutrient exchanges, carbohydrate quality and nutritional adequacy. **Nutrition & Dietetics**, v. 70, n. 1, p. 59–65, 2013.
- SICHERI, R. et al. An 18-mo randomized trial of a low-glyceic-index diet and weight change in Brazilian women. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 86, n. 3, p. 707–713, 1 set. 2007.
- SICHERI, R.; EVERHART, J. E. Validity of a Brazilian food frequency questionnaire against dietary recalls and estimated energy intake. **Nutrition Research**, v. 18, n. 10, p. 1649–1659, out. 1998.
- SIEGA-RIZ, A. M. et al. The effects of the HEALTHY study intervention on middle school student dietary intakes. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 1, p. 7, 4 fev. 2011.
- SILVA, T. L. N. DA et al. Response rate in the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents – ERICA. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, n. suppl 1, 2016.
- SILVA, F. M. et al. Glyceic index and glyceic load in the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 560–571, jul. 2009.

- SMITH, J. D. et al. Changes in intake of protein foods, carbohydrate amount and quality, and long-term weight change: results from 3 prospective cohorts. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 101, n. 6, p. 1216–1224, 1 jun. 2015.
- SOUZA, A. DE M. et al. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, 2013.
- SOUZA, A. DE M. et al. ERICA: intake of macro and micronutrients of Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, n. 1S-15S, 2016.
- SOUZA, C. DE O. et al. Associação entre inatividade física e excesso de peso em adolescentes de Salvador, Bahia - Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, n. 3, p. 468–475, set. 2010.
- STRIEGEL-MOORE, R. H. et al. Nocturnal Eating: Association with Binge Eating, Obesity, and Psychological Distress. **The International journal of eating disorders**, v. 43, n. 6, p. 520–526, set. 2010.
- TAVARES, L. F. et al. Dietary patterns of Brazilian adolescents: results of the Brazilian National School-Based Health Survey (PeNSE). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 12, p. 2679–2690, dez. 2014.
- TEXTOR, J. et al. Robust causal inference using directed acyclic graphs: the R package ‘dagitty’. **International Journal of Epidemiology**, v. 45, n. 6, p. 1887–1894, dez. 2016.
- THE UNIVERSITY OF SYDNEY. **Glycemic Index**. Disponível em: <<https://www.glycemicindex.com/index.php>>. Acesso em: 28 fev. 2020.
- THOMAS, D. E.; ELLIOTT, E. J. The use of low-glycaemic index diets in diabetes control. **British Journal of Nutrition**, v. 104, n. 6, p. 797–802, set. 2010.
- TURNER-MCGRIEVY, G. M. et al. Comparative effectiveness of plant-based diets for weight loss: A randomized controlled trial of five different diets. **Nutrition**, v. 31, n. 2, p. 350–358, fev. 2015.
- UNIVERSITY OF MINNESOTA. **Nutrition data system for research - NDSR**. Minneapolis, Minnesota: University of Minnesota, 2008.
- VAN BAAK, M. A.; MARIMAN, E. C. M. Dietary Strategies for Weight Loss Maintenance. **Nutrients**, v. 11, n. 8, 15 ago. 2019.
- VASCONCELLOS, M. T. L. et al. Sampling design for the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (ERICA). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, p. 921–930, maio 2015.

VELDHUIS, J. D. et al. Endocrine control of body composition in infancy, childhood, and puberty. **Endocrine Reviews**, v. 26, n. 1, p. 114–146, fev. 2005.

VENN, B. J.; GREEN, T. J. Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet-disease relationships. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 61 Suppl 1, p. S122-131, dez. 2007.

WANG, Y. Is Obesity Associated With Early Sexual Maturation? A Comparison of the Association in American Boys Versus Girls. *Pediatrics*, v. 110, n. 5, p. 903–910, 1 nov. 2002.

WEIHE, P.; WEIHRAUCH-BLÜHER, S. Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Diagnostic Criteria, Therapeutic Options and Perspectives. **Current Obesity Reports**, v. 8, n. 4, p. 472–479, 1 dez. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **CID-10 Vol.2**: Classificação Estatística Internacional de Doenças. São Paulo, Brasil: EdUSP, 1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity**: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Set of recommendations on the marketing of foods and non-alcoholic beverages to children**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Population-based approaches to childhood obesity prevention**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global status report on noncommunicable diseases 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Report of the Commission on Ending Childhood Obesity**. Implementation plan: executive summary. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global hunger continues to rise**. Disponível em: <<http://www.who.int/news-room/detail/11-09-2018-global-hunger-continues-to-rise---new-un-report-says>>. Acesso em: 21 set. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION; COMMISSION ON ENDING CHILDHOOD OBESITY. **Report of the Commission on Ending Childhood Obesity.** Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2016.

ZIMMET, P. et al. **The metabolic syndrome in children and adolescents: an IDF consensus report.** *Pediatric Diabetes*, v. 8, n. 5, p. 299–306, out. 2007.

ANEXO A – Proposta de estudo complementar ao Erica



Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes - ERICA

Formulário para Submissão de Propostas

Título:

Efeito do índice glicêmico da dieta de adolescentes no sobrepeso e obesidade

Lista de autores (na ordem 1º autor e, por último, pesquisador responsável):

Camilla Medeiros Macedo da Rocha, Rosely Sichieri.

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Iniciação Científica | <input type="checkbox"/> Trabalho final de curso de graduação |
| <input type="checkbox"/> Mestrado | <input checked="" type="checkbox"/> Doutorado |
| <input type="checkbox"/> Pós-doutorado | <input type="checkbox"/> Apresentação em congressos |
| <input type="checkbox"/> Outros | |

Centro de investigação do ERICA representado:

*Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
Instituto de Medicina Social da Universidade Estadual do Rio de Janeiro – IMS/UERJ*

Descrição sucinta da proposta:

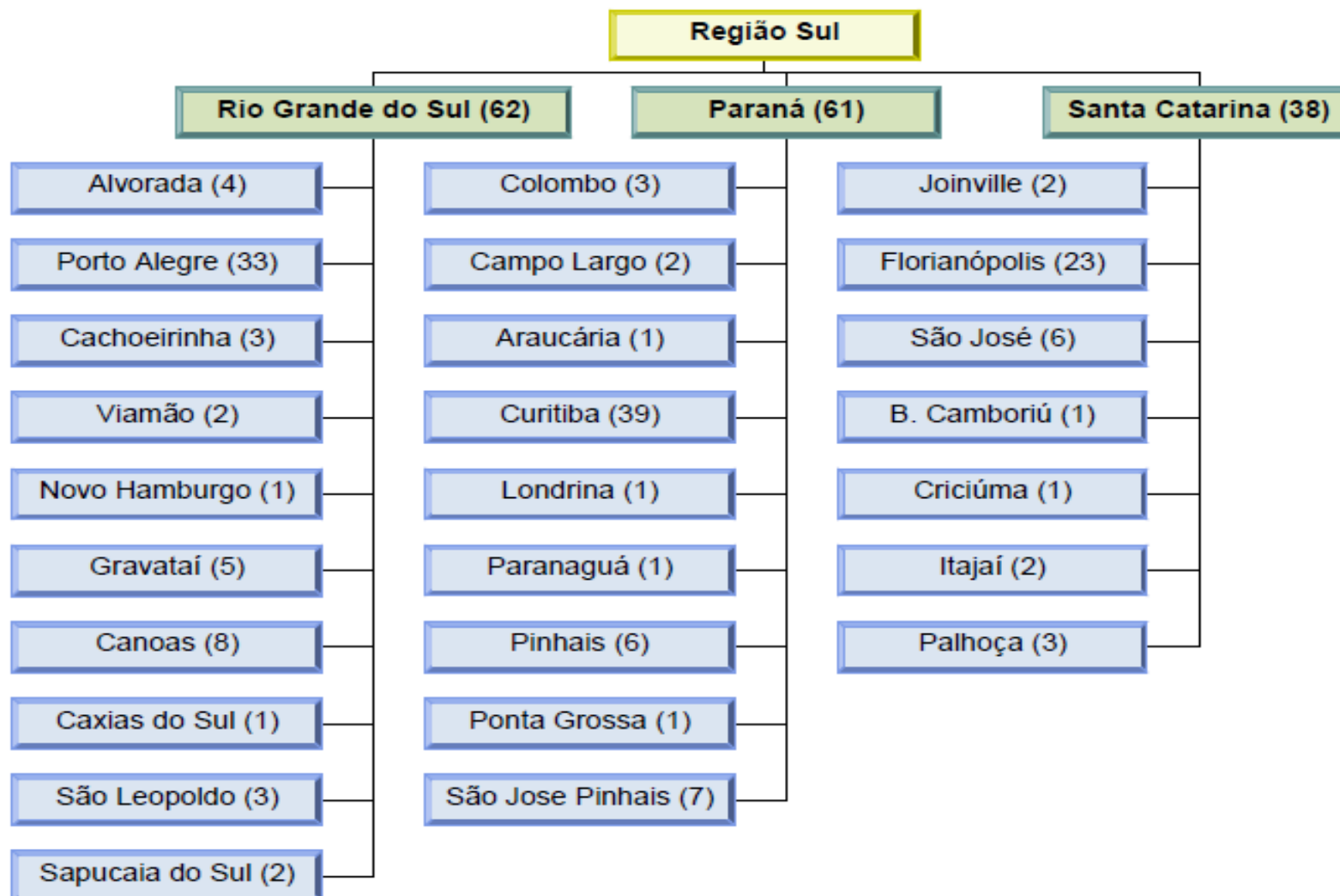
O projeto tem como objetivo avaliar a associação entre dietas de alto índice glicêmico (IG) com o índice de massa corporal (IMC), em adolescentes entre 12 e 17 anos, e se essa associação pode ser modificada pela baixa estatura e pelo sexo. Dado que dietas hiperprotéicas também apresentam baixo IG, esta característica da dieta será analisada paralelamente. A associação também será testada para marcadores bioquímicos. Posteriormente, pretende-se testar o efeito dessas dietas na avaliação de ganho de IMC, nos dados longitudinais.

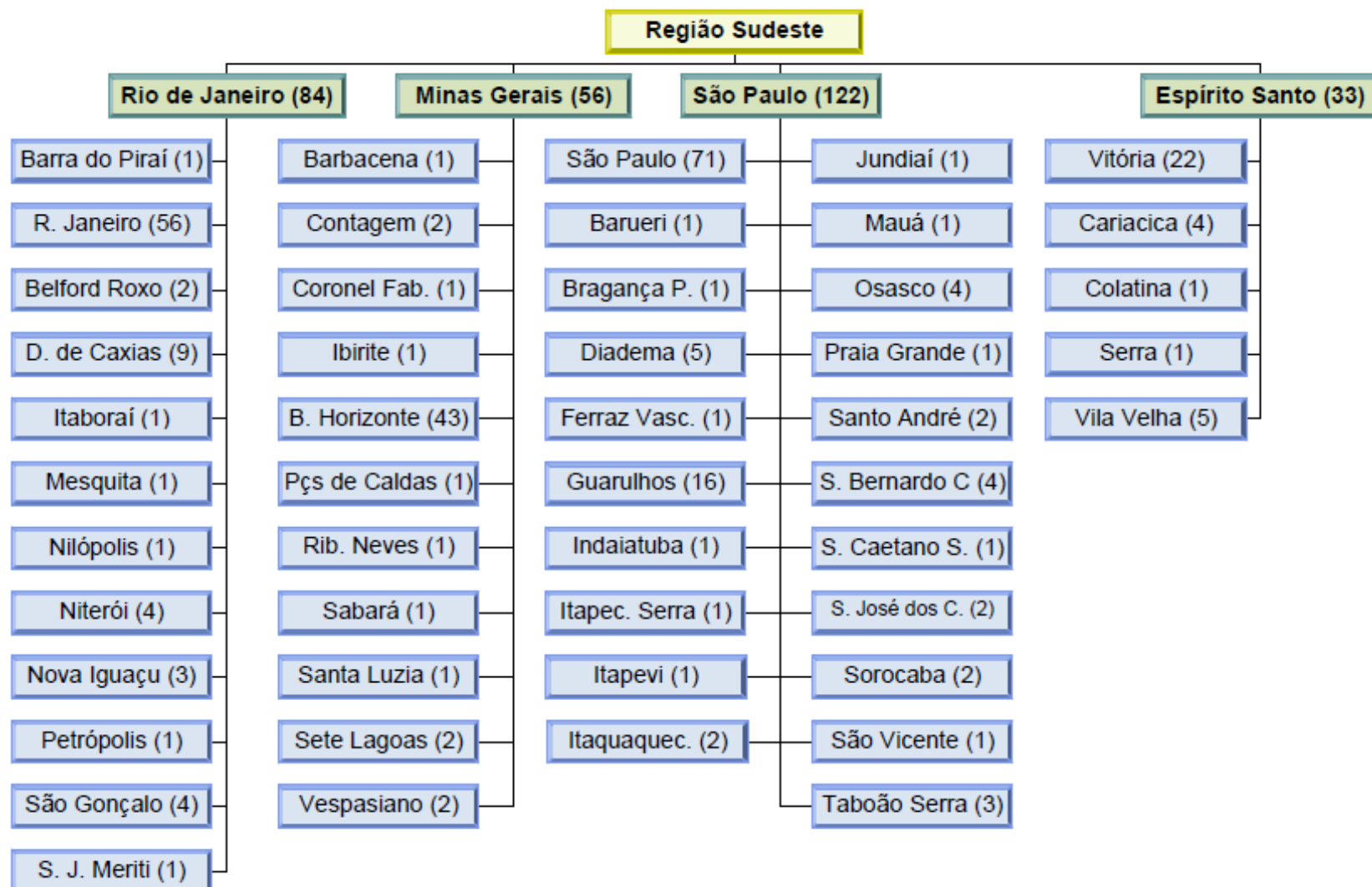
- Projeto complementar Projeto suplementar

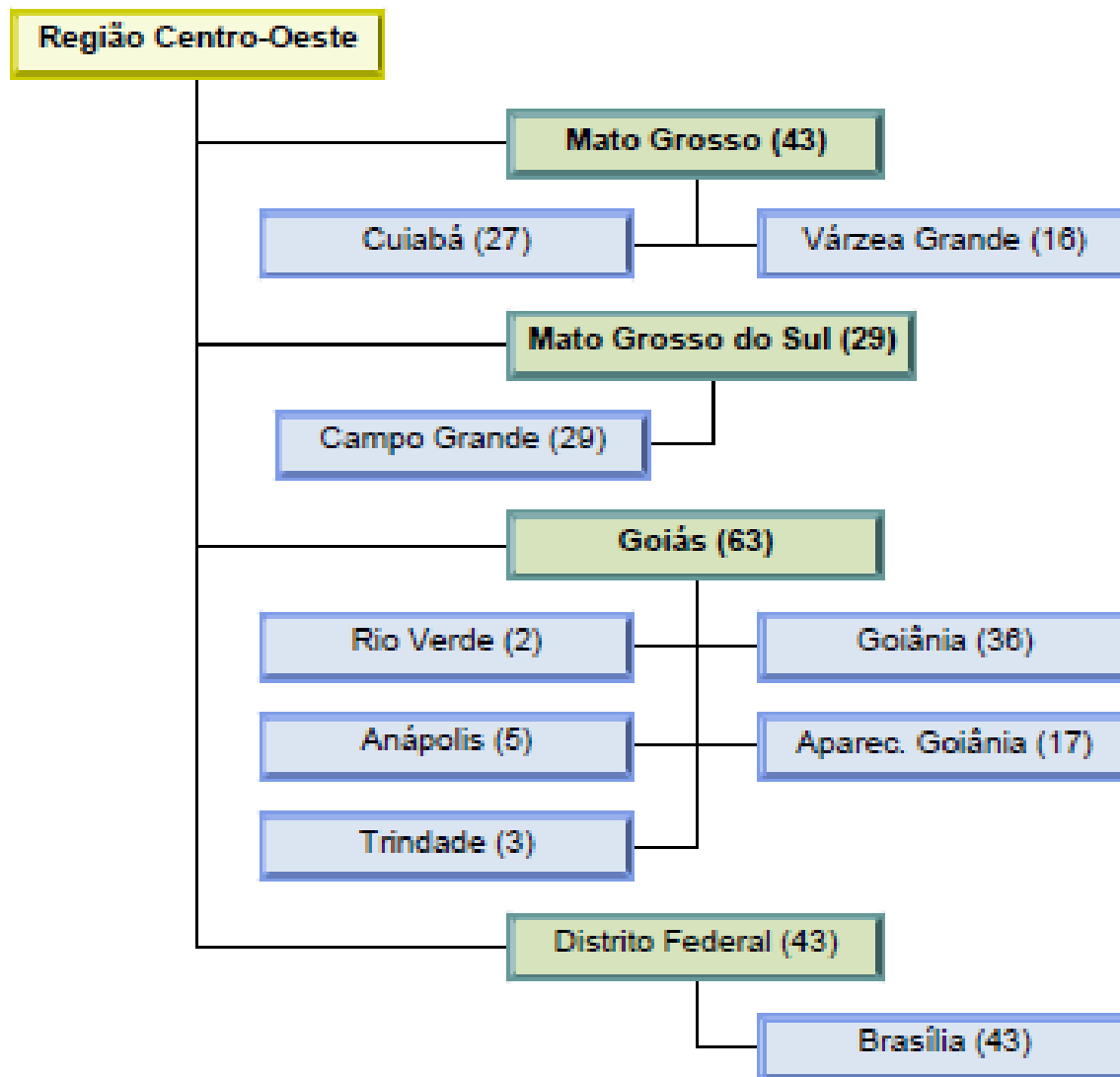
Palavras-chave de acordo com os Descritores em Ciências da Saúde (DeCs), mínimo 3 e máximo 5:

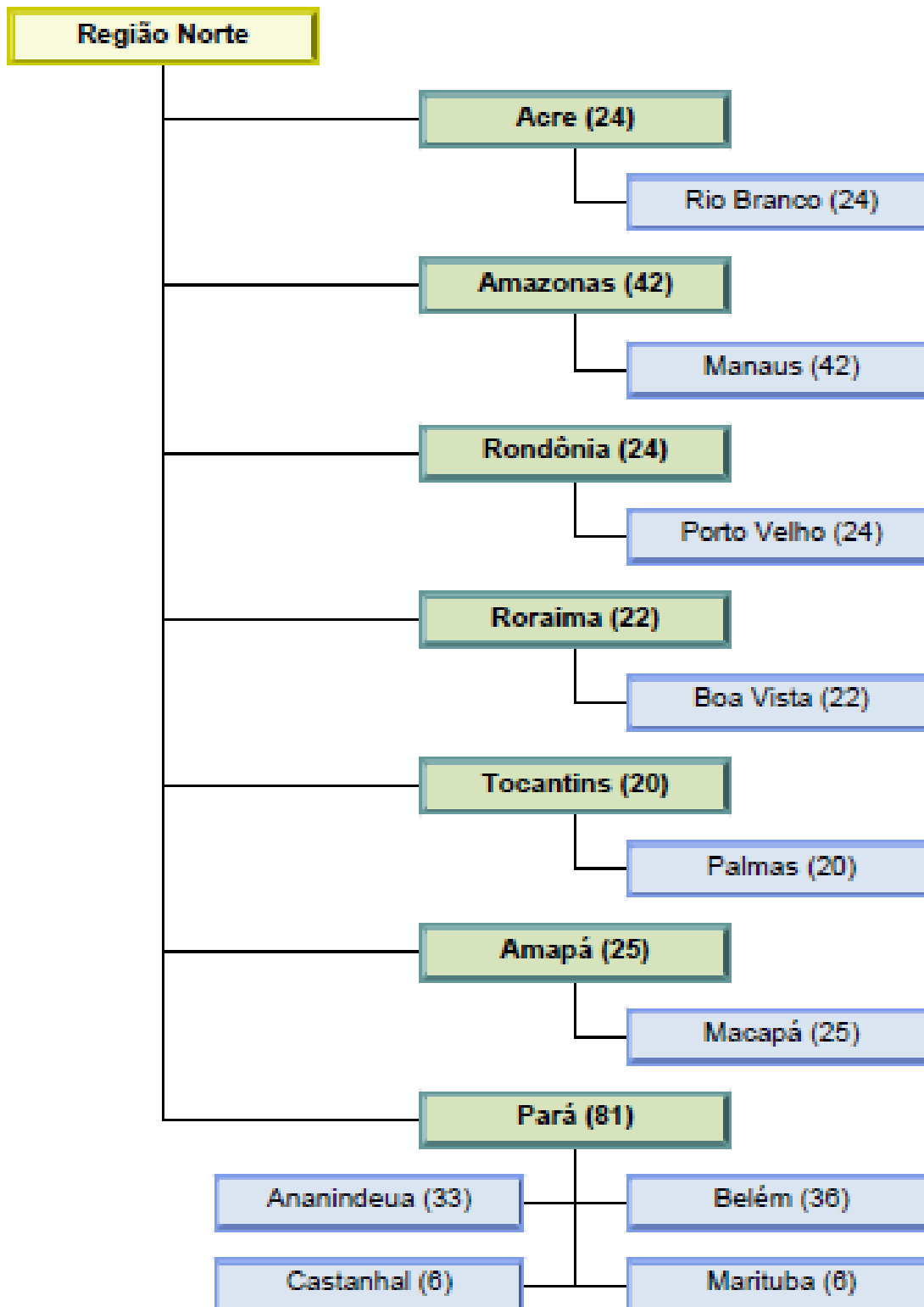
Adolescente, índice glicêmico, consumo alimentar, obesidade, índice de massa corporal.

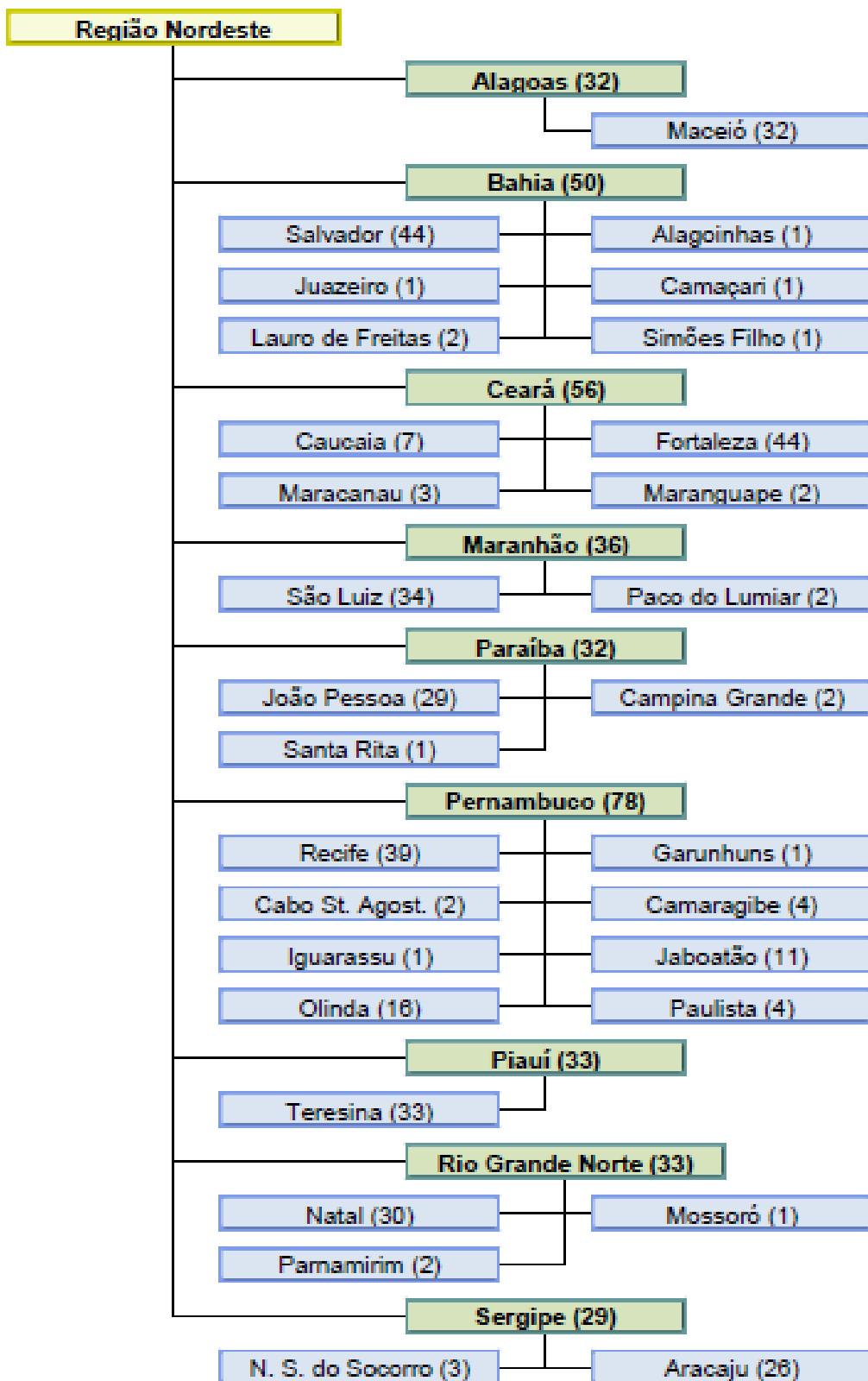
ANEXO B - Cidades participantes do Erica por estado e região













ANEXO C – Cadastro na Plataforma Brasil



MINISTERIO DA SAUDE - Conselho Nacional de Saude - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP
FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA)		2. CAAE	
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 4 - Ciências da Saúde			
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
5. Nome Katia Vergetti Bloch			
6. CPF 699.192.127-91		7. Endereço (Rua, n.º) EUFRÁSIO GRUZ ANDRÉ BOTINHO 47/501 RIO DE JANEIRO RIO DE JANEIRO 22461-200	
8. Nacionalidade BRASILEIRA	9. Telefone (21) 2598-9280	10. Outro Telefone	11. Email kbloch@globo.com
12. Cargo: <u>PROFESSOR ASSOCIADO</u>			
<p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumpro os requisitos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.</p>			
Data <u>24. 8. 2012</u>		 Assinatura <u>MAT. SIAPE 3393633</u>	
INSTITUIÇÃO PROPONENTE			
13. Nome UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)		14. CNPJ 33.663.883/0067-42	15. Unidade/Orgão INSTITUTO DE ESTUDOS EM SAÚDE COLETIVA / UFRJ (IESC/UFRJ)
16. Telefone (21) 1598-9293		17. Outro Telefone	
<p>Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumpro os requisitos da Resolução CNS 196/96 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.</p>			
Responsável: <u>ARMANDO MEYER</u>		CPF: <u>00847507742</u>	
Cargo/Função: <u>DIRETOR</u>		 Assinatura Armando Meyer Diretor - IESC/UFRJ Mat. SIAPE 1532281	
Data: <u>24. 8. 12</u>			
PATROCINADOR PRINCIPAL			

18. Nome: 8826 Departamento de Ciência e Tecnologia	19. Telefone: (61) 3315-3197	20. Outro Telefone:
<p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumpro os requisitos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima.</p>		
Nome: <u>KATIA VERGEM BLOCH</u>	CPF: <u>689 192 127 54</u>	
Cargo/Função: <u>PROFESSOR ASSUMIDO/COORDENADORA EXECUTIVA</u>	E-mail: <u>KOLUCH@GLOBO.COM</u>	
Data: <u>24 / 08 / 2012</u>	 Assinatura	

ANEXO D – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Estudos de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ESTUDOS DE SAÚDE COLETIVA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER Nº 01/2009
PROCESSO Nº 45/2008

Projeto de pesquisa: Estudo de Risco cardiovascular em adolescentes.

Pesquisador: Moyses Szklo

O Comitê de Ética em Pesquisa, tendo em vista o que dispõe a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, resolveu APROVAR o presente projeto.

Entretanto como o projeto será realizado em vários estados brasileiros solicitamos que em cada estado haja pelo menos um CEP responsável pelo acompanhamento do projeto. Como o projeto deu entrada neste CEP como multicêntrico, com código ERICA, cada CEP deverá apreciar com independência.

Informamos que o CEP está à disposição do pesquisador para quaisquer esclarecimento ou orientação que se façam necessários no decorrer da pesquisa.

Lembramos que o pesquisador deverá apresentar relatório da pesquisa no prazo de um ano a partir desta data.

Cidade Universitária, 11 de fevereiro de 2009.

Marisa Palácios
Coordenadora CEP/NESC

MARISA PALACIOS
Coordenadora
Comitê de Ética em Pesquisa
IESC - UFRI



MINISTÉRIO DA SAÚDE
Conselho Nacional de Saúde
Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS				FR - 235113	
Projeto de Pesquisa Estudo de Risco Cardiovascular em Adolescentes-ERICA					
Área de Conhecimento 4.05 - Saúde Coletiva				Grupo Grupo II	Nível Epidemiológico
Área(s) Temática(s) Especialis				Fase Não se Aplica	
Unidade Cooperado, Adolescentes, Fatores de risco cardiovascular, Síndrome Metabólica					
Sujeitos na Pesquisa					
Nº de Sujeitos no Centro 1000	Total Brasil 74000	Nº de Sujeitos Total 74000	Grupos Especiais Criança e ou menores de 18 anos, Pessoas numa relação de dependência como presidiários, militares, alunos, funcionários, etc		
Protocolo NAO	Medicamentos HV/AIDS NÃO	Wash-out NAO	Sem Tratamento Específico NAO	Banco de Materiais Biológicos SIM	
Pesquisador Responsável					
Pesquisador Responsável Moyse Szklo		CPF 021.148.307-20		Identidade 1365349 - IFF	
Área de Especialização EPIDEMIOLOGIA		Máx Titulação DOUTORADO		Nacionalidade BRASILEIRA	
Endereço RUA GENERAL URQUIZA, 235/1208		Bairro LEBLON		Cidade RIO DE JANEIRO - RJ	
Código Postal 22431-090	Telefone 21 25669276 / 21 25137473		Fax 21 25989278	Email mszklo@iagh.edu	
Termo de Compromisso					
Declaro que conheço e cumpro todos os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não.					
Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima.					
Data: <u>02 / 12 / 2008</u>				Assinatura	
Instituição Onde Será Realizado					
Nome Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva-LFRJ		CNPJ 33.663.685/0067-43		Nacional/Internacional Nacional	
Unidade/Órgão Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva		Participação Estrangeira NÃO		Projeto Multicêntrico SIM	
Endereço Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº - Fqda. Prefeitura - Cidade Universitária		Bairro Ipa do Fundão		Cidade Rio de Janeiro - RJ	
Código Postal 21249-500	Telefone (21) 2599-9271		Fax (21)25985038	Email cep@pesc.lfrj.br	
Termo de Compromisso					
Declaro que conheço e cumpro todos os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares e comprometo esta instituição com condições para o desenvolvimento deste projeto, a prazo sua execução.					
Nome: <u>HELOISA TADELA FERREIRA</u>				Assinatura	
Data: <u>02 / 12 / 2008</u>					

O Projeto deverá ser entregue no CEP em até 30 dias a partir de 01/12/2008. Não ocorrendo a entrega nesse prazo esta Folha de Rosto será INVALIDADA.

ANEXO E – Termo de compromisso para uso dos dados do Erica



Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes - ERICA

Termo de Compromisso

Projetos Complementares

Aqueles que usarão apenas os dados do ERICA.

Título do projeto:

Efeito do índice glicêmico da dieta de adolescentes no sobrepeso e obesidade

Pesquisador principal:

Camilla Medeiros Macedo da Rocha

Prazo para realização (início e fim):

Cerca de 30 meses. Início imediato. Término até junho/2019

Objetivo(s) do projeto:

investigar se o índice glicêmico da dieta associa-se ao excesso de peso em adolescentes e se essa associação pode ser modificada pela desnutrição pregressa e pelo sexo.

Autoria (detalhamento da participação dos pesquisadores):

Camilla Medeiros Macedo da Rocha será responsável pelas análises que darão origem à tese de doutorado. A partir desta serão elaborados manuscritos. A todo tempo a mesma será orientada pela Prof. Dr. Rosely Sichieri.

Instituição ao qual os pesquisadores pertencem:

Universidade Federal do Rio de Janeiro/Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Faz parte de pós-graduação *strictu sensu* (mestrado ou doutorado): Sim Não

Tipo de financiamento:

Não há.



Termo de compromisso firmado por :

Camilla Medeiros Macedo da Rocha (*pesquisador principal*), doravante denominado simplesmente COMPROMITENTE, com o Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA), coordenado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, tendo por objeto a concessão de acesso aos dados do ERICA.

Cláusula Primeira: O arquivo de dados do ERICA a que o COMPROMITENTE terá acesso, será utilizado pelo COMPROMITENTE única e exclusivamente com a finalidade de elaboração de dissertação, tese e respectivos artigos científicos, cujo tema e objetivos foram pré-estabelecidos com o Comitê de Pesquisa e Publicações (CPP) do ERICA. Qualquer modificação no objetivo dos projetos deverão ser discutidos e aprovados pelo CPP.

Cláusula Segunda: O COMPROMITENTE obriga-se a observar e guardar, em toda a sua extensão, a confidencialidade dos dados referidos na cláusula primeira.

Cláusula Terceira: O COMPROMITENTE se compromete a não repassar, comercializar, divulgar ou transferir a terceiros as informações preliminares da Cláusula Primeira, de qualquer forma que possa violar a confidencialidade mencionada na cláusula segunda.

Cláusula Quarta: O arquivo de microdados referente a parte a ser analisada para compor o estudo e seus respectivos artigos científicos, será disponibilizado pela Coordenação Central do ERICA, após aprovação do CPP, para uso do COMPROMITENTE, mediante assinatura do presente instrumento.

Cláusula Quinta: Disponibilizar, sempre que solicitado:

- I. Memória da análise e criação de novas variáveis
- II. Scripts e outputs originais utilizados em todas as análises
- III. Análises de ajustes da modelagem estatística
- IV. Os dados e outras informações agregadas às do ERICA que não fazem parte do estudo original

Cláusula Sexta: O pesquisador se compromete a preparar para publicação o(s) artigo(s) científico(s) relativo(s) a dissertações (ou teses) e esse(s) deverá(ão) ser submetido(s) dentro do prazo de 3 meses após a conclusão do respectivo curso (defesa).

Cláusula Sétima: A autoria dos artigos será definida em conjunto com a coordenação da pesquisa, conforme os critérios do *International Committee of Medical Journal Editors*, disponível em http://www.icmje.org/ethical_1author.html.



Cláusula Oitava: O(s) artigo(s) deverá(ão) ser submetido(s) para periódico científico que deverá ser indexado, preferencialmente nas bases ISI Web of Science, SCOPUS, PubMed ou Scielo, a ser definido em conjunto com a Coordenação Central do ERICA.

Cláusula Nona: Considera-se que após dois anos da 1ª submissão do artigo, caso o artigo não tenha sido aceito, o pesquisador será desvinculado do tema do artigo, que poderá ser objeto de estudo de outros pesquisadores. Esse prazo poderá ser revisto mediante justificativas (ex. artigo em avaliação após revisões).

Parágrafo Décimo: O projeto proposto deverá ser aprovado previamente pelo CEP local e esta aprovação deverá ser enviada ao CPP do ERICA antes do início do estudo.

Parágrafo Único: O COMPROMITENTE declara estar consciente de que a infração a qualquer cláusula do presente Termo de Compromisso resultará na perda de acesso a qualquer base de dados de pesquisa do ERICA.

Declaro estar ciente de todas as condições constantes neste Termo de Compromisso e da minha responsabilidade perante o mesmo e firmo o presente instrumento.

Camilla Melim Macedo da Rocha

Compromitente

Maria Cristina Caetano Kuschnir

Coordenação Central ERICA

Coordenação do CPP

Katia Vergetti Bloch

Coordenadora Executiva ERICA

Rio de Janeiro, 09 de fevereiro de 2017.

APÊNDICE A – Relação de alimentos cujo o índice glicêmico (IG) foi retirado da base de dados da Universidade de Sidney, 2017(THE UNIVERSITY OF SYDNEY, 2020).

Alimentos	Alimento da base de dados da Universidade de Sidney	Alimentos	Alimento da base de dados da Universidade de Sidney
amidomil (bolinho)	arepa, corn bread cake, made with corn flour	chiclete diet	life savers®, peppermint candy (nestlé, australia)
angusor de milho		biscoito doce	milk arrowroot™ cookies
bolo de milho		bolacha doce	
Broa		cavaco chinês	
puba de fubá		maria maluca (bolacha doce)	
puba de milho		quebra quebra	
cerveja (com ou sem álcool)	beer, toohey's new	rosquinha doce	pom pomegranate juice
cerveja (com ou sem álcool) light		sequilho	
cerveja (com ou sem álcool) light		tareco	
Chopp		romã	
arroz integral	brown rice, boiled in excess water for 25 min, sunrice brand	bolo de batata doce	rice cake
arroz integral orgânico		bolo de arroz	

(continuação) – Relação de alimentos cujo o índice glicêmico (IG) foi retirado da base de dados da Universidade de Sidney, 2017 (THE UNIVERSITY OF SYDNEY, 2017).

Alimentos	Alimento da base de dados da Universidade de Sidney	Alimentos	Alimento da base de dados da Universidade de Sidney
Aipim	cassava, boiled, with sal	biscoito recheado	prince meganana chocolate cookies
Macaxeira		bolacha recheada	
Mandioca		rosquinha recheada de qualquer sabor	
bidu tradicional	coca cola®, soft drink	beiju	tapioca (manihot utilissima), steamed 1 h
guaraná tradicional		farinha beiju	
paraguai refrigerante tradicional		farinha de tapioca	
refrigerante de guaraná tradicional		goma de mandioca	
tubaína tradicional		Sarolho	
biscoito não especificado	cream cracker	tapioca de goma	tapioca boiled with milk
biscoito salgado		bolo de aipim	
bolacha salgada		bolo de cara	
rosquinha salgada		bolo de goma	
Solda		bolo de macaxeira	
cereal matinal de milho em flocos	frosties™, sugar-coated cornflakes breakfast cereal	bolo de tapioca	
		pão de queijo / pão de queijo light	

(continuação) – Relação de alimentos cujo o índice glicêmico (IG) foi retirado da base de dados da Universidade de Sidney, 2017 (THE UNIVERSITY OF SYDNEY, 2017).

Alimentos	Alimento da base de dados da Universidade de Sidney	Alimentos	Alimento da base de dados da Universidade de Sidney
flocos de cereais	frosties™, sugar-coated cornflakes breakfast cereal	pão com ovo	white bread consumed with margarine, eggs and orange juice
sucrilhos de milho		pão com manteiga	white bread with butter
sucrilhos de milho light		torrada de qualquer pão	white bread, fresh, toasted
alfenim de cana		pão de sal	pão não especificado
Melado			
Rapadura	pão com margarina		white bread, wheat flour, with 10 g margarine
schimier de cana	arroz com ovo		white rice topped with raw egg and soy sauce
bala diet	life savers®, peppermint candy (nestlé, australia)		arroz orgânico
bala light		arroz (polido, parabolizado, agulha, agulhinha, etc)	

APÊNDICE B – Relação de alimentos cujo o índice glicêmico (IG) foi retirado artigos publicados em periódicos.

Alimentos	Fonte da informação de índice glicêmico.
farinha de mandioca	Calábria A, Oikawa T, Fonseca K, Macedo F, Faillace A. Índice glicêmico de alimentos típicos da Amazônia. Rev Bras Nutr Clin. 2003;18(4):190–2. (CALÁBRIA et al., 2003)
farinha de copaíba	
farinha de água	
açaí	
açaí com granola	
juçara	
uaçaí	
jussara	
pinhão	Cordenunsi BR, Wenzel de Menezes E, Genovese MI, Colli C, Gonçalves de Souza A, Lajolo FM. Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (<i>Araucaria angustifolia</i>) Seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Junho de 2004;52(11):3412–6. (CORDENUNSI et al., 2004)
cajá manga	Oriondo R, Valdivieso R, Oré R, Arnao I, Palomino M, Estrada E. Evaluación de la capacidad antioxidante y el índice glicémico de los frutos promisorios amazónicos del Perú. Anales de la Facultad de Medicina. 7 de maio de 2013;73:19. (ORIONDO et al., 2013)
acajá (tabereba)	
cajarana	Passos TU, Sampaio HA de C, Sabry MOD, Melo MLP de, Coelho MAM, Lima JW de O. Glycemic index and glycemic load of tropical fruits and the potential risk for chronic diseases. Food Science and Technology (Campinas). março de 2015;35(1):66–73. (PASSOS et al., 2015)
graviola	

(continuação) – Relação de alimentos cujo o índice glicêmico (IG) foi retirado artigos publicados em periódicos.

Alimentos	Fonte da informação de índice glicêmico.
Canjica	Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. The American Journal of Clinical Nutrition. 1º de julho de 2002;76(1):5–56. (FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002)
farinha láctea	
farinha de milho	
Mungunza	
Neston®	
Pamonha	
suco de cupuaçu	Balisteiro DM. Efeito dos compostos fenólicos de frutas nativas brasileiras na glicemia pós-prandial [Mestrado]. [São Paulo]: Universidade de São Paulo; 2013. (BALISTEIRO, 2013)
Cupuaçu	

APÊNDICE C – Relação de alimentos cujo o índice glicêmico (IG) foi atribuído pela semelhança com outros alimentos.

Alimento	Similar	Alimento	Similar	
abara (Bahia)	feijão verde	bacaba	coco	
Acarajé		bacabuçu		
Jambu	Couve	buriti		
Taioba		coco mucajá		
Cacau	figo.	pequi		
arroz carreteiro	Média dos ingredientes*	polpa de coco		
arroz com mandioca		tucumã		
maria izabel		bacuri		
Murici	Acajá	pitanga		goiaba
Imbu		jambo		
Seriguela		mangaba	caju	
Cajuína		ingá	pera	
Umbu		caruru	quiabo	
Uxi		cuscutz paulista	arroz de leite	
Farofa		farinha de mandioca	banana pacova	Banana prata
farofa de banana	rabanada		sanduíche de queijo	
farofa pronta	baião de dois		arroz com feijão	
farofa pronta light em pacote	vaca atolada		mandioca	
paçoca de carne de sol	maxixe		chuchu	
café com farinha				

* Para preparações complexas, foi considerado um índice glicêmico baseado nos ingredientes da preparação, ponderado pelo total de carboidrato da preparação.