



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro Biomédico

Instituto de Medicina Social

Maria Fernanda Gombi Vaca

**Associação entre bebidas adoçadas e consumo calórico em refeições na  
população brasileira**

Rio de Janeiro

2014

Maria Fernanda Gombi Vaca

**Associação entre bebidas adoçadas e consumo calórico em refeições na população  
brasileira**

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

Orientador: Prof. Dr. Eliseu Verly Junior

Rio de Janeiro

2014

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/CB/C

V112 Vaca, Maria Fernanda Gombi  
Associação entre bebidas adoçadas e consumo calórico em refeições na população brasileira / Maria Fernanda Gombi Vaca. – 2014.  
105 f.

Orientador : Eliseu Verly Junior.  
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Medicina Social.

1. Bebidas - Teses. 2. Nutrição - Avaliação - Teses. 3. Hábitos alimentares – Teses. 4. Obesidade – Fatores de risco – Teses. 5. Diabetes – Aspectos nutricionais – Teses. I. Verly Junior, Eliseu. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Medicina Social. III. Título.

CDU 613.24

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

---

Assinatura

---

Data

Maria Fernanda Gombi Vaca

**Associação entre bebidas adoçadas e consumo calórico em refeições na população  
brasileira**

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

Aprovada em 16 de dezembro de 2014.

Orientador: Prof. Dr. Eliseu Verly Junior  
Instituto de Medicina Social – UERJ

Banca Examinadora: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Antônio Carlos Monteiro Ponce de Leon  
Instituto de Medicina Social – UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Inês Rugani Ribeiro de Castro  
Instituto de Nutrição – UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosângela Alves Pereira  
Instituto de Nutrição Josué de Castro – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2014

## DEDICATÓRIA

Para Greg,  
meu eterno companheiro,  
com todo meu amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao orientador e amigo, Professor Eliseu Verly Junior, pela confiança e aposta no meu trabalho, e por caminhar ao meu lado durante o mestrado.

À Professora Rosely Sichieri, por ter aberto as portas do Instituto de Medicina Social, pelo exemplo de pesquisadora, por sua sinceridade, incentivo e inspiração.

Aos colegas e amigos do NEBIN, Amanda Souza, Camilla Estima, Diana Cunha, Quenia Santos, Bárbara Nalin, Bruna Kulik, Vitor Paravidino, Marina Araújo. Agradeço pelos enriquecedores momentos, nas pesquisas e no convívio.

Aos amigos e amigas que encontrei nessa breve caminhada, Ana Paula Dalvi, Thaiza Gomes, Maria Beatriz Cunha, Daniele Oliveira, Beatriz Agathão, Thiago Guedes, Amine Costa.

Aos meus pais, Vasco dos Santos e Silvia dos Santos, à irmã Maria Carolina Vilela e ao irmão Frederico dos Santos, pelo carinho e pela torcida.

Aos professores(as) e funcionários(as) do Instituto de Medicina Social, pela colaboração e pelo apoio nesta etapa da vida acadêmica.

À Deus, por permitir mais essa grande experiência do conhecimento.

Por fim e para sempre, a meu querido Gregory Vaca, pelo apoio incondicional, por seu amor e dedicação, e por me fazer sorrir todos os dias.

Tente mover o mundo – o primeiro passo será mover a si mesmo.

*Platão*

## RESUMO

VACA, Maria Fernanda Gombi. *Associação entre bebidas adoçadas e consumo calórico em refeições na população brasileira*. 2014. 105f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Nas últimas décadas, tem sido observado o aumento da oferta de bebidas com elevado conteúdo calórico e com grandes quantidades de açúcar de rápida absorção. Essas bebidas adoçadas, cujo consumo tem aumentado no Brasil assim como em outras partes do mundo, são consideradas fatores de risco para obesidade e diabetes. O consumo de bebidas adoçadas pode levar ao balanço energético positivo e conseqüentemente ao ganho de peso. Essa associação pode ser explicada pelo mecanismo regulatório de compensação de calorias líquidas. Compensação calórica ocorre quando há redução no consumo de calorias provenientes de alimentos sólidos para compensar as calorias líquidas adicionadas à refeição ou dieta. No entanto, não há consenso em relação a evidências da compensação calórica, dificultando a elaboração de recomendações sobre essas bebidas em saúde pública. Razões para a falta de consenso incluem a diversidade de desenhos de estudos, experimentos realizados em ambientes controlados e não reais em relação ao consumo de alimentos e bebidas, e estudos com amostras pequenas ou de conveniência. Esta dissertação estudou a associação entre bebidas adoçadas e consumo calórico, verificando se calorias de bebidas adoçadas são compensadas em refeições realizadas em um ambiente pragmático. Os dados de consumo calórico de 34.003 indivíduos, com idade igual ou superior a dez anos, foram obtidos pelo Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009, em todo território nacional. Os participantes completaram dois registros alimentares, em dias não consecutivos da mesma semana. Foram selecionadas as refeições dos períodos café da manhã, almoço e jantar de cada indivíduo em cada um dos dias. Para cada refeição, foi calculado o valor calórico de alimentos e de bebidas adoçadas consumidos. Para testar a compensação calórica, um modelo de regressão linear multinível com efeitos mistos foi ajustado para analisar cada período. A variável reposta utilizada foi consumo calórico proveniente de alimentos e a variável explicativa foi consumo calórico de bebida adoçada na refeição. Os efeitos intra-indivíduo da bebida adoçada no consumo calórico foram estimados e interpretados. Esses efeitos são considerados não-enviesados pois são controlados pelas características constantes dos indivíduos, tendo assim o indivíduo atuando como seu próprio controle na análise. Covariadas incluídas no modelo foram variáveis da refeição: local, dia da semana, horário, consumo calórico na refeição anterior e intervalo de tempo desde a última refeição; e do indivíduo: sexo, faixa etária, categoria de Índice de Massa Corpórea e quartos de renda *per capita*. Efeitos aleatórios dos indivíduos e dos domicílios foram incluídos no modelo para melhor estimar a estrutura de erros de dados correlacionados. A compensação calórica foi de 42% para o café da manhã, não houve compensação no almoço e para o jantar, compensação variou de 0 a 22%, tendo interação com quartos de renda *per capita*. A conclusão desta dissertação é que as bebidas adoçadas não são completamente compensadas em refeições realizadas em ambiente pragmático. Assim, a redução do consumo de bebidas adoçadas em refeições pode ajudar a diminuir o consumo calórico excessivo e levar a um melhor controle do peso em indivíduos.

Palavras-chave: Bebidas Adoçadas. Compensação Calórica. Consumo Calórico. Refeições. Inquéritos Alimentares. Efeitos Intra-indivíduo.



## ABSTRACT

VACA, Maria Fernanda Gombi. *Association between sugar-sweetened beverages and energy intake in meals in the Brazilian population*. 2014. 105f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Over the past decades, an increase has been observed in the availability of beverages that are high in energy and rapidly absorbed sugar. These sugar-sweetened beverages, whose consumption has increased in Brazil as well as in other parts of the world, are considered risk factors for obesity and diabetes. The consumption of sugar-sweetened beverages can lead to positive energy balance and consequently to weight gain. This association can be explained by the compensatory regulation of liquid calories. Caloric compensation occurs when there is a reduction in the caloric consumption derived from solid food to compensate for the liquid calories added to the meal or diet. However, the evidence for a public health policy recommendation remains inconclusive. Among reasons for the lack of consensus are the diversity of study designs, experiments conducted in controlled environments that do not reflect the natural consumption of food and beverages, and the use of small or convenient samples. This dissertation studied the association between sugar-sweetened beverages and energy intake, analyzing if calories of sugar-sweetened beverages are compensated during meals in a pragmatic environment. The dietary data was obtained from the National Dietary Survey 2008-2009, which collected information on food consumption from 34,003 individuals, aged 10 years and older, from within the entire national territory. The participants completed two food records over non-consecutive days of the same week. The meals breakfast, lunch and dinner were identified for each individual on each of the days. For each meal, energy intake from food and sugar-sweetened beverages was measured. To test for caloric compensation, a multi-level mixed-effects linear regression model was adjusted for each meal type. The outcome variable was food energy intake and the explicative variable was energy from sugar-sweetened beverages during the meal. The intra-individual effects of the sugar-sweetened beverages on food energy intake were estimated and interpreted. These effects are considered unbiased because they are controlled by all stable characteristics of the subject, and thus the individual acts as his/her own control in the analysis. Covariates included in the model were the meal variables, such as location, day of the week, time of day, energy intake in the previous meal and time interval since the previous meal. And variables of the subject included sex, age group, BMI category and quartiles of per capita income. Random effects of subjects and of households were included in the model to better estimate the structure of errors within the correlated data. The caloric compensation was 42% for breakfast; there was no compensation for lunch; and for dinner, compensation ranged between 0 and 22%, with significant interaction with quartiles of per capita income. The conclusion of this dissertation is that sugar-sweetened beverages are not completely compensated in meals that take place in a pragmatic environment. Therefore, a reduction in the consumption of sugar-sweetened beverages in meals may help reduce excessive caloric consumption, leading to better weight control.

Key words: Sugar-sweetened Beverages. Caloric Compensation. Energy Intake. Meals. Dietary Surveys; Within-subject Effects.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 –	Resumo de estudos que avaliaram a associação entre bebidas adoçadas, ganho de peso, obesidade e doenças crônicas, publicadas entre 2001 e 2012.....	18
Quadro 2 –	Estudos experimentais sobre a associação entre bebidas adoçadas e consumo calórico, 2000 a 2012.....	23
Gráfico 1 –	Frequência de ocasiões de consumo por horário, primeiro dia de registro, INA 2008-2008.....	47
Gráfico 2 –	Média de consumo calórico por horário, primeiro dia de registro, INA 2008-2009.....	48
Figura 1 –	Exemplo da estrutura hierárquica do banco de dados do estudo, em três níveis: refeição, indivíduo e domicílio.....	50
Figura 2 –	Fatores que influenciam o consumo em uma refeição.....	53
<b>Manuscrito de artigo científico</b>		
Figure 1 –	Caloric compensation in dinner: SSB within-subject effects interaction with per capita income quartile.....	73
<b>ANEXO A</b>		
Figura 3 –	Bloco de registro de consumo de alimentos utilizado no Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.....	99
<b>ANEXO B</b>		
Quadro 3 –	Código e descrição das bebidas adoçadas consideradas no presente estudo, da Tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil.....	101
<b>ANEXO C</b>		
Figura 4 –	Aprovação do Comitê de Ética.....	105

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média de consumo calórico total e frequência de ocasiões de consumo por períodos do dia, INA 2008-2009.....	49
--	----

### **Manuscrito de artigo científico**

Table 1 – Sample size (n=33,996) and weighted mean of total daily energy intake and energy from SSB, according to socio-demographic variables.....	70
Table 2 – Food energy intake and sugar-sweetened beverage (SSB) intake in meals with and without reported SSB (Mean and Standard Deviation), grouped by patterns of SSB intake for subjects that registered consumption over two days by meal type.....	71
Table 3 – Within- and between-subject effects of sugar-sweetened beverage (SSB) in random-intercept multilevel linear mixed model estimating change in food energy intake associated with adding SSB to a meal.....	72

### **APÊNDICE A**

Table 1 – Results from Standard mixed effects model and mixed effects model with separated within- and between-subject effects.....	89
---	----

### **APÊNDICE C**

Tabela 2 – Resultado da regressão com intercepto randômico para análise do café da manhã, Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.....	93
Tabela 3 – Resultado da regressão com intercepto randômico para análise do almoço, Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.....	95
Tabela 4 – Resultado da regressão com intercepto randômico para análise do jantar, Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

WHO	World Health Organization
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
IMC	Índice de Massa Corpórea
DCNT	Doenças Crônicas Não-Transmissíveis
DALY	Disability-Adjusted Life-Years
EUA	Estados Unidos da América
INA	Inquérito Nacional de Alimentação
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
DP	Desvio-Padrão
SSB	Sugar-sweetened Beverage
SD	Standard deviation
BMI	Body Mass Index
CI	Confidence Interval
SE	Standard error
EP	Erro-padrão
IC 95%	Intervalo de confiança 95%

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	14
1.1	<b>Bebidas adoçadas no contexto dieta-doenças</b> .....	14
1.1.1	<u>Definição</u> .....	14
1.1.2	<u>Consumo no Brasil</u> .....	14
1.1.3	<u>Bebidas adoçadas, ganho de peso e obesidade</u> .....	15
1.1.4	<u>Fator de risco para doenças crônicas não-transmissíveis</u> .....	16
1.2	<b>Bebidas adoçadas e compensação calórica</b> .....	20
1.3	<b>Outros fatores relacionados ao consumo de bebidas adoçadas</b> .....	37
2	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	40
3	<b>OBJETIVOS</b> .....	41
3.1	<b>Objetivo geral</b> .....	41
3.2	<b>Objetivos específicos</b> .....	41
4	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	42
4.1	<b>Fonte dos dados</b> .....	42
4.1.1	<u>Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009</u> .....	42
4.2	<b>Materiais e métodos referentes ao estudo atual</b> .....	44
4.2.1	<u>População de estudo</u> .....	44
4.2.2	<u>Variáveis demográficas, socioeconômicas e de estado nutricional</u> .....	44
4.2.3	<u>Bebidas adoçadas e variáveis dietéticas</u> .....	45
4.2.4	<u>Definição das refeições</u> .....	47
4.2.5	<u>Análise dos dados</u> .....	50
4.2.5.1	<i>Estrutura do banco de dados</i> .....	50
4.2.5.2	<i>Modelo de regressão com intercepto aleatório</i> .....	51
4.3	<b>Aspectos éticos e apoio financeiro</b> .....	54
5	<b>RESULTADOS</b> .....	55
5.1	<b>Manuscrito de artigo científico</b> .....	55
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	74
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	75

<b>APÊNDICE A</b> – Clustered data in observational studies: applying mixed effects models with separated within- and between-subject effects .....	83
<b>APÊNDICE B</b> – Comandos utilizados nas análises, software STATA 12.1 .....	92
<b>APÊNDICE C</b> – Resultado da regressão com intercepto randômico .....	93
<b>ANEXO A</b> – Bloco de registro de consumo de alimentos utilizado no Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009 .....	99
<b>ANEXO B</b> – Bebidas adoçadas consideradas no presente estudo .....	101
<b>ANEXO C</b> – Aprovação do Comitê de Ética.....	105

## INTRODUÇÃO

As bebidas adoçadas são consideradas “calorias vazias” e seu crescente consumo no Brasil é preocupante, já que essas bebidas têm sido associadas ao ganho de peso e à obesidade, e consideradas fatores de risco para as doenças crônicas não transmissíveis. Esses agravos possuem altas prevalências e elevadas taxas de mortalidade no mundo todo, e impactam negativamente a qualidade de vida da população e os custos para os sistemas de saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2011).

O consumo de bebidas adoçadas pode levar ao consumo calórico em excesso pela incompleta compensação calórica de calorias líquidas. A compensação calórica é o mecanismo regulatório de consumo calórico quando há ingestão de líquidos junto a uma refeição. Uma incompleta compensação calórica ocorre quando há ingestão de calorias líquidas e não há igual redução no consumo de calorias provenientes de alimentos sólidos. Este mecanismo atende ao critério causal de plausibilidade biológica da associação entre bebidas adoçadas e balanço energético positivo.

O presente estudo avalia os efeitos do consumo de bebidas adoçadas no consumo calórico em refeições. As informações de consumo alimentar são provenientes do Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009, com uma amostra probabilística de domicílios de todo o Brasil.

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma: Revisão da literatura (seção 1) abordando características das bebidas adoçadas no contexto da relação dieta-doenças; uma revisão sobre o mecanismo de compensação calórica; e uma breve descrição de outros fatores associados ao consumo de bebidas adoçadas. Em seguida, são apresentadas a Justificativa (seção 2) e Objetivos do estudo (seção 3). A seção de Materiais e Métodos (seção 4) descreve a pesquisa que originou o banco de dados secundário utilizado neste estudo e o modelo estatístico escolhido para a análise dos dados. Em Resultados (seção 5) é apresentado o principal produto da dissertação: um manuscrito de artigo científico. Por fim, são apresentadas a Conclusão (seção 6) e Referências Bibliográficas (seção 7).

No Apêndice encontra-se uma descrição mais detalhada do modelo utilizado na análise dos dados. Na seção Anexos são apresentados documentos relevantes referentes ao estudo realizado.

## 1 REVISÃO DA LITERATURA

### 1.1 Bebidas adoçadas no contexto dieta-doenças

#### 1.1.1 Definição

As bebidas adoçadas representam “calorias vazias” na dieta, isto é, contribuem com energia ao mesmo tempo em que apresentam baixo ou nenhum valor nutricional (JACOBSON, 2004). Essas calorias vazias das bebidas adoçadas são advindas de “açúcar de adição” em sua composição, que se refere ao açúcar utilizado em preparações culinárias ou na produção de alimentos processados. De acordo com a “Tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil” (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2011b), as bebidas adoçadas possuem em média 42,6 kcal/100 ml e 10,3 g de açúcar de adição/100 ml. Na literatura científica, diversos nomes são encontrados para definir esse tipo de bebida. Uma das formas mais utilizadas é indicar essa classe como bebidas adoçadas, ou *sugar-sweetened beverages*, que incluem produtos industrializados, em suas versões não-diet, como refrigerantes de todo tipo, sucos e refrescos, chás e bebidas energéticas. As preparações de sucos naturais, café, chás ou leite com adição de açúcar também são consideradas bebidas adoçadas. Outros nomes que definem bebidas inseridas neste grupo são encontrados na literatura: *soft drinks, industrialized juices, isotonic or sports drinks, energy drinks, sugary drinks, sugary beverages, carbonated soft drinks, ready-to-drink tea, juice concentrates, soda, fruit/vegetable juice* (EUROMONITOR, 2013; KLEIMAN, NG, POPKIN, 2012; CLARO et al, 2012).

#### 1.1.2 Consumo no Brasil

O consumo de bebidas adoçadas no Brasil tem aumentado nos últimos 40 anos. A participação relativa dos refrigerantes no total de calorias diárias apresentou aumento de 400%



em apenas três décadas, segundo dados da pesquisa orçamentária no país. Os valores estimados para a contribuição dos refrigerantes no total de calorias diárias neste período foram: 0,4% (1974/75), 0,9% (1987/88), 1,4% (1995/96) e 2,1% (2002/03), para as áreas metropolitanas e município de Goiânia (LEVY-COSTA et al, 2005). Na comparação da Pesquisa de Orçamento Familiar de 2002-2003 com a de 2008-2009, os refrigerantes tiveram uma elevação de 16% nesta participação relativa de calorias diárias, estimado para todo o território nacional (IBGE, 2010a).

As bebidas adoçadas contribuem em média com 13% do consumo calórico total e com 46% do total de calorias diárias provenientes do açúcar (PEREIRA et al, 2012). As bebidas adoçadas estão entre os alimentos mais consumidos pela população brasileira. Sucos e refrescos ocuparam a 6ª. posição, com prevalência de consumo de 39,8%, e refrigerantes, a 9ª. posição, com prevalência de consumo correspondente a 23% (SOUZA et al, 2013).

O percentual de adultos com consumo regular de refrigerantes e sucos artificiais, isto é, em cinco ou mais dias da semana, foi de 26,0% e permaneceu constante no período de 2006 a 2012, segundo dados do VIGITEL — Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (BRASIL, 2013). Entre escolares do nono ano do Ensino Fundamental de todo território nacional, 33,2% (Intervalo de Confiança [IC] 31,7 – 34,8%) relataram o consumo de refrigerantes em cinco ou mais dias da semana (IBGE, 2013). Em outro estudo, homens e mulheres não apresentaram razão de chances diferentes para o consumo de refrigerantes no Brasil. No entanto, esta razão de chances aumentou com o aumento da renda para ambos os sexos (PEREIRA et al, 2014).

### 1.1.3 Bebidas adoçadas, ganho de peso e obesidade

Em uma revisão sistemática sobre consumo de bebidas adoçadas e ganho de peso e obesidade, 30 estudos foram avaliados, entre eles 15 eram transversais, 10 observacionais e cinco ensaios clínicos. Os autores concluíram que as evidências indicam que um consumo elevado de bebidas adoçadas está associado ao ganho de peso e obesidade e sugerem que as evidências já são suficientes para desencorajar o consumo dessas bebidas como parte de uma dieta mais saudável (MALIK, SCHULZE, HU, 2006). Em outra revisão e meta-análise, evidências de estudos prospectivos e de intervenção com adultos e crianças também mostraram

associação positiva entre consumo de bebidas adoçadas e ganho de peso. Uma porção de bebida adoçada (12 *ounces* = 355 ml) ao dia estava associada ao aumento de 0,6 no Índice de Massa Corpórea (IMC, kcal/m<sup>2</sup>) em um ano em crianças e adolescentes. Para adultos, a associação foi de aumento de 0,12 a 0,22 kg ao longo de um ano (MALIK et al, 2013).

A associação entre refrigerantes e prevalência de obesidade e de diabetes foi analisada em um estudo ecológico com informações de consumo dessas bebidas de 75 países. O consumo foi medido em volume (galões) de refrigerantes vendidos por ano. Foi realizada uma regressão linear multivariada, ajustada por outros alimentos, energia total, renda, nível de urbanização e envelhecimento da população. O resultado mostrou que, para cada 1% no aumento do consumo de refrigerantes, associaram-se aumentos na prevalência de 4,8% de adultos com sobrepeso, 2,3% de adultos obesos, e 0,3% de adultos com diabetes (BASU et al, 2013). Em uma meta-análise, a razão de chances combinada de ser obeso ou ter sobrepeso era de 1,55 (IC 1,32 – 1,82) para o grupo de indivíduos com maior consumo de bebidas adoçadas em comparação com os de menor consumo (TE MORENGA, MALLARD, MANN, 2013).

Um ponto importante a ser levado em conta neste debate são as possíveis fontes de vieses dos estudos de bebidas adoçadas com achados discrepantes. A revisão organizada por Bes-Rastrollo (2013) investigou se resultados de revisões sistemáticas sobre bebidas adoçadas e ganho de peso ou obesidade poderiam estar influenciados, ou por terem recebido financiamento da pesquisa pela indústria de alimentos ou por haver conflitos de interesse por parte dos autores. Entre as revisões sem conflitos de interesse declarados, 83,3% (10/12) concluíram que o consumo de bebidas adoçadas pode trazer riscos potenciais para o ganho de peso. Por outro lado, a mesma porcentagem de resultados, 83,3% (5/6) dos estudos com conflitos de interesse ou financiados pela indústria de alimentos concluíram que as evidências não eram suficientes para apoiar a associação positiva entre bebidas adoçadas e ganho de peso ou obesidade.

#### 1.1.4 Fator de risco para doenças crônicas não-transmissíveis

Hu (2013), em uma revisão sistemática e meta-análise, reuniu evidências de que bebidas adoçadas contribuem para o desenvolvimento de doenças como diabetes tipo 2 e outras doenças crônicas, como hipertensão, dislipidemia, inflamação e doença cardíaca coronariana. Em artigo publicado anteriormente, o autor descreveu os possíveis mecanismos biológicos que envolvem

o papel da bebida adoçada nesses agravos: processos inflamatórios provocados por uma dieta de alta carga glicêmica, resistência à insulina e mau funcionamento das células Beta. Outros efeitos das bebidas ainda podem incluir adiposidade visceral e hiperuricemia (HU, MALIK, 2010). Outra meta-análise mostrou que bebidas adoçadas também estavam associadas ao desenvolvimento da síndrome metabólica. O risco relativo combinado encontrado foi de 1,20 (IC 1,02 – 1,42), comparando indivíduos nos quartos extremos de consumo de bebidas adoçadas (MALIK et al 2010).

O consumo excessivo de bebidas adoçadas foi considerado um dos fatores de risco modificáveis para as doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT). Em estudos sobre carga global de doenças e efeitos independentes de fatores de riscos, com base nos dados do *Global Burden of Disease Study 2010*, fatores dietéticos e inatividade física foram responsáveis por 10% dos anos perdidos ajustados por incapacidade (DALY- *Disability-adjusted life-years*). Entre os fatores dietéticos, a dieta rica em bebidas adoçadas foi considerada um fator de risco individual para algumas doenças. Globalmente, a dieta rica em bebidas adoçadas ocupa, no *ranking* de fatores de risco, a 32ª. posição para ao DALY, 24ª. posição para causas de morte, 29ª. posição para anos de vida perdidos por morte prematura (YLL - *Years of Life Lost*) e 24ª. posição para anos de vida vividos com incapacidade (YLD – *Years Lived with Disability*) (LIM et al, 2012; INSTITUTE FOR HEALTH METRICS AND EVALUATION, 2014). O Quadro 1 é um quadro-resumo dos estudos que investigaram o papel da bebida adoçada no ganho de peso, na obesidade e nas DCNTs, publicados entre 2001 e 2013. Em resumo, as evidências dos estudos observacionais prospectivos e de ensaios clínicos reunidos na tabela apontam para a associação das bebidas adoçadas com o ganho de peso ou o aumento de IMC (seis estudos), com a obesidade (um estudo), com o diabetes tipo 2 (três estudos), com as doenças coronarianas (dois estudos) e com a síndrome metabólica (um estudo).

**Quadro 1 – Resumo de estudos que avaliaram a associação entre bebidas adoçadas, ganho de peso, obesidade e doenças crônicas, publicados entre 2001 e 2012.**

<b>Autor, ano</b>	<b>Desfechos estudados</b>	<b>Tipo de estudo, tamanho da amostra</b>	<b>População estudada</b>	<b>Local e duração do estudo</b>	<b>Bebida adoçada associada ao(s) desfecho(s)?</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Ludwig, Peterson, Gortmaker, 2001	Obesidade	Coorte prospectiva, n=548	Crianças, média de idade = 11,7 anos	Massachusetts (Estados Unidos - EUA); 19 meses (outubro de 1995 a maio de 1997)	Sim	Sem informação
Schulze et al, 2004	Ganho de peso / incidência de diabetes tipo 2	Coorte prospectiva, n=51.603 (ganho de peso); 91.249 (diabetes)	Mulheres, 24 - 44 anos	EUA ( <i>Nurses' Health Study II</i> ); 1995 a 1999	Sim, para ambos desfechos	Sem informação
Bes-Rastrollo et al, 2006	Ganho de peso	Coorte prospectiva, n=7.194	Homens e mulheres, média de idade = 41 anos	Espanha ( <i>Seguimiento Universidad de Navarra</i> ); 1999 a 2004, mediana de <i>follow-up</i> 28,5 meses	Sim	Não
Dhingra et al, 2007	Incidência e prevalência de fatores de risco para síndrome metabólica	Coorte prospectiva, n=3.470	Mulheres, média de idade = 52,9 anos	EUA ( <i>Framingham Heart Study</i> ); 1998 a 2001	Sim	Não
Montonen et al, 2007	Incidência de diabetes tipo 2	Coorte prospectiva, n=4.304,	Homens e mulheres, 40 – 60 anos de idade	Finlândia; 1967 a 1972, 12 anos de <i>follow-up</i>	Sim	Não

<b>Autor, ano</b>	<b>Desfechos estudados</b>	<b>Tipo de estudo, tamanho da amostra</b>	<b>População estudada</b>	<b>Local e duração do estudo</b>	<b>Bebida adoçada associada ao(s) desfecho(s)?</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Palmer et al, 2008	Incidência de diabetes tipo 2	Coorte prospectiva, n=43.960	Mulheres Afro-americanas	EUA; 1995 a 2005	Sim	Sem informação
Chen et al, 2009	Ganho de peso	Coorte prospectiva, n=810	Adultos	EUA ( <i>PREMIER Trial</i> ); 18 meses	Sim	Não
Fung et al, 2009	Risco de doença cardíaca coronariana	Coorte prospectiva, n=88.520	Mulheres, 34 - 59 anos	EUA ( <i>Nurses' Health Study</i> ); 1980 a 2004	Sim	Não
Mozaffarian et al, 2011	Ganho de peso	Coorte prospectiva, n=120.877	Homens e mulheres	EUA; 1986 a 2006	Sim	Não
Ebbeling et al, 2012	Ganho de peso / aumento de IMC	Ensaio clínico randomizado, n=224	Adolescentes com sobrepeso e obesidade	EUA; um ano de intervenção, um ano de <i>follow-up</i> , (2007 a 2011)	Inconclusivo. Aumento de IMC após 1 ano mas não após 2 anos, no grupo intervenção	Não
De Koning et al, 2012	Risco de doença cardíaca coronariana	Coorte prospectiva, n=42.883	Homens, 40 - 75 anos	EUA ( <i>Health Professionals Follow-Up Study</i> ); 22 anos de <i>follow-up</i>	Sim	Não
De Ruyter et al, 2012	Ganho de peso	Ensaio clínico randomizado, n=641	Crianças, 4 - 11 anos	Amsterdã; 18 meses de intervenção	Sim	Não

Diante das altas prevalências de doenças crônicas no mundo todo, estratégias para incentivar alimentação saudável têm sido elaboradas, como por exemplo, limitar o conteúdo de açúcares em bebidas e a regulação de propaganda de bebidas adoçadas para crianças e adolescentes (WHO, 2004; WHO, 2013). Outras recomendações divulgadas por associações científicas, como *American Diabetes Association*, *American Academy of Pediatrics* e *Institute of Medicine of the National Academies* incluem, respectivamente, evitar ou limitar o consumo de bebidas adoçadas, limitar o consumo diário a 4-12 *ounces* (100 a 200 ml) de bebidas adoçadas entre crianças e substituir bebidas adoçadas por consumo de água (HU, 2013).

No Brasil, as DCNT são responsáveis por 72% das causas de morte (SCHMIDT et al, 2011) e, neste contexto, o Ministério da Saúde brasileiro assumiu o compromisso para controle e prevenção dessas doenças através do estabelecimento do Plano de Enfrentamento das Doenças Crônicas. Este plano prevê, até 2022, a redução em 2% ao ano da taxa de mortalidade prematura por esses agravos no país. Para isso, a promoção da alimentação saudável e controle da obesidade estão entre os principais focos de ação (BRASIL, 2011) e portanto, medidas como a redução do consumo de alimentos não saudáveis e de bebidas adoçadas devem ser incluídas.

## 1.2 **Bebidas adoçadas e compensação calórica**

O consumo de bebidas adoçadas leva ao ganho de peso e obesidade, resultado do balanço energético positivo, que é promovido pelo consumo calórico excessivo. O consumo calórico excessivo pode ser explicado pelo mecanismo da compensação calórica. Compensação calórica é o mecanismo pelo qual há regulação da ingestão calórica, e há redução da ingestão de calorias provenientes dos alimentos sólidos quando há ingestão de calorias provenientes de líquidos em uma refeição. A compensação calórica completa, ou seja, de 100%, significa que o consumo de calorias sólidas foi reduzido em um valor igual ao das calorias líquidas adicionadas à dieta ou refeição. Em estudos experimentais, notaram-se diferenças na compensação de calorias líquidas e sólidas que eram ingeridas anteriormente a uma refeição (MATTES, 1996). As calorias líquidas provenientes de bebidas adoçadas adicionam energia à dieta sem oferecer as mesmas propriedades que as calorias de alimentos sólidos oferecem, resultando em incompleta compensação calórica.

A incompleta compensação calórica de calorias líquidas foi observada em um ensaio clínico *crossover*, conduzido por Dimeglio e Mattes (2000). O estudo avaliou as diferenças nos efeitos do consumo de calorias de refrigerantes (forma líquida) e de balas jujubas (forma sólida). Por quatro semanas, um dos grupos foi instruído a ingerir diariamente as balas jujubas, e em outras quatro semanas, as mesmas calorias através do refrigerante, com um intervalo para *washout* também de quatro semanas. Para o outro grupo, a sequência do experimento aconteceu na ordem inversa: iniciaram com o consumo do refrigerante e, depois, consumiram as balas jujubas. Essas calorias poderiam ser ingeridas de acordo com a preferência do indivíduo, desde que, ao final do dia, todas as calorias fossem consumidas. Os indivíduos também deveriam manter o consumo habitual de alimentos e o nível habitual de atividade física. Os resultados mostraram que, durante o período de ingestão de refrigerantes, o consumo calórico total médio apresentou-se maior que o consumo medido antes da intervenção. Contrariamente, para o período de ingestão das balas jujubas, essa média apresentou-se menor. Os autores propuseram que as calorias do refrigerante, que estão na forma líquida, não são percebidas pelo organismo da mesma forma que as calorias sólidas e, por isso, não são completamente compensadas e podem comprometer a saciedade.

Outro estudo experimental *crossover* desenvolvido por Mourao e colaboradores (2007) comparou o consumo calórico de calorias sólidas e calorias líquidas em 40 adultos (20 obesos e 20 eutróficos). Os indivíduos ingeriram calorias líquidas na forma de suco de melão e em outro dia, calorias sólidas na forma da fruta melão. As mesmas quantidades de calorias eram ingeridas nas formas líquida ou sólida, acompanhadas da ingestão *ad libitum* de sanduíches de frango. Foram observados efeitos incompletos na compensação calórica nos dias em que houve ingestão das calorias líquidas: houve um aumento no consumo calórico total do dia, sugerindo diminuição na saciedade.

Em outro estudo, o consumo de água e de bebidas adoçadas foi avaliado em uma amostra representativa da população americana com 4.755 indivíduos. O estudo transversal coletou informações de consumo alimentar através de um recordatório de 24 horas. O estudo também analisou padrões de consumo de bebidas e dieta em relação a dois grupos de consumo de bebidas que foram comparados: aqueles que consumiram água e aqueles que não consumiram. Indivíduos no primeiro grupo consumiram menos bebidas adoçadas e, em média, 9% menos calorias do que indivíduos do segundo grupo (POPKIN, BARCLAY, NIELSEN, 2005).

O corpo humano parece ignorar as calorias líquidas das bebidas adoçadas, no entanto, o mecanismo pelo qual a incompleta compensação calórica ocorre é desconhecido. Entre as

hipóteses, sugere-se a possibilidade de haver uma falha no processamento fisiológico das calorias líquidas. Sob uma perspectiva de evolução humana, apenas água e leite materno foram os líquidos disponíveis para os humanos durante um longo período, e bebidas adoçadas com açúcar de rápida absorção são uma realidade relativamente recente na história da alimentação humana (WOLF, BRAY, POPKIN, 2008). Outra hipótese é a de que as bebidas adoçadas ativam menos os sinais de saciedade no sistema gastrointestinal por serem soluções e já estarem “digeridas” mecanicamente e quimicamente (BLUNDELL, STUBBS, 1997). Outros estudos sugerem que funções cognitivas e sensoriais também explicariam diferenças no consumo de calorias nas formas líquidas e sólidas. Em um estudo *crossover*, indivíduos ingeriram líquidos e sólidos que foram manipulados para serem percebidos como líquidos ou sólidos no estômago: líquido/percepção gástrica de líquido; líquido/percepção gástrica de sólido; sólido/percepção gástrica de sólido; sólido/percepção gástrica de líquido. Foi observado que quando havia percepção de forma líquida, fome e apetite eram maiores e saciedade era menor após a ingestão, em comparação com percepção da forma sólida (CASSADY, CONSIDINE, MATTES, 2012). Alguns estudos mostraram que a ingestão de bebidas adoçadas com altas quantidades de açúcares de rápida absorção, como sucos e refrigerantes, e, portanto com alto valor glicêmico, provocou uma elevação rápida das concentrações sanguíneas de glicose e insulina e, assim, aumentariam o apetite na refeição seguinte e o consumo calórico (JANSSENS et al, 1999, ROBERTS, 2000).

Os estudos realizados para avaliar a associação de bebidas adoçadas e consumo calórico abrangem diferentes desenhos, desfechos, população-alvo e tipo de intervenções. O Quadro 2 é um quadro-resumo que descreve estudos experimentais desenvolvidos nos últimos anos. Deles, nove estudos mediram o consumo calórico de refeição como desfecho. Entre esses, sete foram realizados na forma de *pre-load*, ou seja, a bebida foi ingerida de uma hora a duas horas e 20 minutos antes do consumo da refeição, e, em dois estudos, a ingestão de bebida foi realizada junto à refeição. Os outros cinco estudos mediram o consumo calórico total do dia todo como desfecho. Onze dos treze estudos resumidos encontraram evidências de que a compensação calórica de bebida não foi completa e em dois estudos a evidência era inconclusiva.



**Quadro 2 – Estudos experimentais sobre a associação entre bebidas adoçadas e consumo calórico, 2000 a 2012.**

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Dimeglio, Mattes, 2000	Experimental, <i>crossover</i>	Não informado	Sete homens e oito mulheres	Consumo calórico total do dia	Doze semanas: dois períodos de quatro semanas, separados por um período de quatro semanas de <i>washout</i> .	Indivíduos consumiram diariamente, durante quatro semanas, junto a seu consumo habitual de alimentos, calorias na forma líquida e por quatro semanas as mesmas calorias na forma sólida, com um período de <i>washout</i> de quatro semanas. Desfecho principal medido foi energia total diária consumida.	Energia total diária em média foi maior no período de consumo de calorias na forma líquida do que no período de consumo de calorias na forma sólida.	Não

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Almiron-Roig, Drewnowski, 2003	Experimental, <i>crossover</i>	Washington, EUA	Trinta e dois participantes, 18-35 anos	Consumo calórico na refeição subsequente à ingestão de bebida	Uma sessão por semana, por quatro semanas.	Participantes receberam o mesmo desjejum e ingeriram quatro tipos de bebidas (refrigerante de cola, suco de laranja, leite e água com gás) em diferentes dias, antes do almoço. As calorias consumidas até o fim do almoço foram medidas e comparadas.	Consumo calórico nos dias com consumo de bebidas calóricas foram maiores que nos dias com consumo da água, para homens. Inconclusivo quanto à compensação calórica da bebida na refeição seguinte.	Sim; apoio de <i>National Soft Drink Association</i>

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Wymelbec et al, 2004	Experimental randomizado	University Hospital, Dijon, França	Doze homens e 12 mulheres, 20-25 anos	Consumo calórico do dia	Dez semanas.	Indivíduos ingeriram 2L de bebida adoçada ou artificialmente adoçada (não calórica) no primeiro dia de cada semana, por duas semanas. Depois, por quatro semanas, os indivíduos consumiram 1L da bebida adoçada nos dias pares e 1 L da bebida não calórica nos dias ímpares. Consumo calórico foi medido no <i>baseline</i> e durante as semanas da intervenção.	Não houve compensação calórica quando houve consumo de bebidas adoçadas. Mesmo depois de um mês de intervenção, não houve adaptação no consumo calórico devido à presença das calorias da bebida.	Não

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Dellavalle, Roe, Rolls, 2005	Experimental, <i>crossover</i>	Pennsylvania, EUA	Quarenta e quatro mulheres	Consumo calórico da refeição	Uma vez por semana, por seis semanas.	Para as participantes foi oferecido almoço <i>ad libitum</i> sem bebida ou com uma entre as seguintes opções de bebidas: água, refrigerante de cola diet, refrigerante de cola, suco de laranja e leite. O consumo calórico da refeição foi medido e comparado.	Em comparação com dia sem consumo de bebida (controle), os indivíduos não diminuíram a ingestão de outros alimentos para compensar as calorias da bebida ingerida.	Não

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Flood, Roe, Rolls, 2006	Experimental randomizado, <i>crossover</i>	The Pennsylvania State University, University Park, PA, EUA	Dezoito mulheres e 15 homens, 18-45 anos	Consumo calórico da refeição	Um dia na semana, por seis semanas.	Em cada sessão, os indivíduos ingeriram um dos tipos de bebidas (refrigerante de cola, refrigerante de cola diet e água) e era oferecida a mesma refeição para consumo <i>ad libitum</i> . O consumo calórico e em gramas da refeição e da bebida foram medidos.	O consumo calórico da refeição com bebida adoçada foi maior em comparação com a refeição com bebida não calórica. Não houve compensação calórica na sessão com bebida adoçada.	Não

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Monsivais, Perrigue, Drewnowski, 2007	Experimental, <i>crossover</i>	University of Washington, Seattle, WA, EUA	Dezenove homens, 18 mulheres, 20-29 anos; IMC 18-30	Consumo calórico da refeição subsequente à ingestão de bebida	Seis sessões, separadas por uma semana.	Cinco tipos de bebidas foram testados em cinco sessões: duas adoçadas com xarope de frutose em diferentes concentrações, uma adoçada com sacarose, uma bebida diet e leite, e uma sessão com nenhuma bebida. Duas horas e 20 minutos após a ingestão da bebida, foi oferecida a mesma refeição (valor máximo de 1708 kcal) em todas as sessões, e os indivíduos podiam comer o quanto quisessem. O consumo calórico da refeição foi medido.	Consumo calórico da refeição com bebida adoçada foi maior do que o consumo calórico nas sessões com bebida diet e sem bebida. Houve compensação parcial de calorias na sessão com bebida adoçada.	Sim, apoio da <i>American Beverage Association</i> e <i>Corn Refiners Association</i>

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Mourao et al, 2007	Experimental <i>crossover</i>	Não informado	Quarenta adultos (20 obesos e 20 eutróficos); 18 – 50 anos de idade	Consumo calórico da refeição	Um dia <i>baseline</i> e dois dias de testes.	Após a ingestão da bebida ou da fruta, foi oferecida uma refeição <i>ad libitum</i> de sanduíches de frango.	Houve maior consumo calórico na refeição com ingestão da bebida entre os eutróficos. Houve incompleta compensação calórica das bebidas.	Não

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Reid et al, 2007	Experimental	Reino Unido	Cento e trinta e três mulheres eutróficas, adultas	Consumo calórico total do dia	Uma semana <i>baseline</i> e quatro semanas de intervenção.	Bebidas adoçadas com sacarose ou artificialmente adoçadas com aspartame, em que metade das garrafas oferecidas tinham o rótulo com identificação contrária à bebida em seu interior. Indivíduos receberam em cada semana um tipo de bebida, no total 28 garrafas para serem consumidas um por dia em horários pré-especificados. O consumo calórico diário foi medido por registro alimentar de 7 dias, em cada semana.	Houve compensação parcial das calorias adicionadas pela sacarose.	Não



<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Soenen, Westerterp-Plantenga, 2007	Experimental randomizado	Maastricht University, Maastricht, Holanda	Vinte homens e 20 mulheres, adultos	Consumo calórico da refeição subsequente à ingestão de bebida	Quatro dias separados por pelo menos uma semana.	Indivíduos ingeriram quatro tipos diferentes de bebidas adoçadas, em diferentes dias: bebida adoçada com sacarose, bebida adoçada com xarope de frutose, leite e bebida diet. Após 50 minutos, foi oferecida uma refeição <i>ad libitum</i> de iogurte com granola. O consumo calórico da refeição foi medido.	O consumo de calorias líquidas foi parcialmente compensado. Houve maior consumo calórico na refeição com bebida calórica, do que na refeição com bebida não calórica.	Não

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Stookey et al, 2007	Análise secundária de dados de um estudo randomizado de intervenção	Califórnia, EUA	Cento e dezoito mulheres com sobrepeso, 25-50 anos	Consumo calórico total do dia	Um ano, com medidas no <i>baseline</i> , dois, seis e 12 meses.	Na intervenção Stanford A TO Z para perda de peso ao longo de um ano, grupos de indivíduos consumiram um de quatro tipos de dietas. O consumo de bebidas e alimentos em três dias de quatro pontos no tempo foram medidas por recordatório de 24 horas. Foi usado um modelo de efeitos fixos para estimar o efeito compensatório de calorias ao substituir bebidas adoçadas por água.	O déficit calórico atribuído à troca da bebida adoçada por água foi anulado por não ter compensação calórica no consumo de outros alimentos.	Sim, apoio de <i>Nestle Waters</i>

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Ranawana, Henry, 2010	Experimental <i>crossover</i>	Oxford, Reino Unido	Quarenta e sete adultos; 18 – 30 anos de idade	Consumo calórico na refeição subsequente à ingestão de bebida	Um dia de <i>baseline</i> , três dias de testes; dois dias entre as sessões.	3 tipos de bebidas foram testados: suco de laranja, leite semidesnatado e refresco adoçado. Em cada teste, a bebida foi ingerida e após uma hora foi servido um almoço <i>ad libitum</i> . O consumo calórico da refeição foi medido.	Apenas mulheres apresentaram maior consumo calórico na refeição após a ingestão de bebida.	Sim, apoio de <i>Sugar Bureau (United Kingdom)</i>

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Cassady, Considine, Mattes, 2012	Experimental crossover	Indianapolis, IN, EUA	Cinquenta e dois adultos saudáveis; 18 – 50 anos de idade	Consumo calórico da refeição subsequente à ingestão da bebida e consumo calórico total do dia.	Quatro sessões, separadas por uma semana de <i>washout</i>	Bebidas flavorizadas e gelatinas foram testadas em indivíduos em quatro sessões. A percepção de forma sólida ou de forma líquida foi manipulada. Após a ingestão da bebida ou gelatina, foi oferecido macarrão com queijo <i>ad libitum</i> para os indivíduos. O consumo calórico da refeição e total do dia foram medidos.	O consumo calórico total do dia foi maior quando havia percepção da forma líquida.	Não

<b>Autor, ano</b>	<b>Desenho de estudo</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>População do estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Duração da intervenção</b>	<b>Descrição da Intervenção</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Conflito de interesse</b>
Panahi et al, 2013	Experimental crossover	Toronto, Canadá	Vinte e nove homens e mulheres; 20 – 30 anos de idade	Consumo calórico na refeição após ingestão de bebida	Um dia por semana, durante cinco semanas	Cada indivíduo ingeriu uma entre cinco bebidas: água, leite, refrigerante de cola, refrigerante de cola diet e suco de laranja. Uma refeição composta por pizzas foi oferecida junto com a bebida.	Consumo calórico nas refeições com refrigerante de cola, suco de laranja e leite foi em média maior do que na refeição acompanhada por água e refrigerante diet.	Sim; apoio de <i>Dairy Farmers of Ontario</i> e <i>Kraft Canada Inc</i>

Na revisão sistemática e meta-análise elaborada por Vartanian, Schwartz e Brownell (2007), dez dos doze estudos transversais e os cinco estudos longitudinais analisados encontraram associação positiva entre bebidas adoçadas e consumo calórico; nos estudos experimentais, quatro estudos de longo prazo (avaliação do consumo calórico e de bebidas adoçadas durante três a dez semanas) e cinco de doze estudos de curto prazo (consumo calórico medido na refeição após a ingestão da bebida) também encontraram associação positiva. Outra revisão sistemática da literatura entre 1970 e 2010 encontrou associação entre o consumo de bebidas adoçadas e maior consumo calórico em países desenvolvidos (WOODWARD-LOPEZ, KAO, RITCHIE, 2010).

Em outra revisão sobre os efeitos da bebida adoçada no consumo calórico a curto prazo (consumo calórico avaliado no mesmo dia ou na refeição seguinte ao consumo da bebida adoçada) e seus efeitos no ganho de peso, os autores concluíram que há aumento do consumo calórico quando há ingestão de bebidas adoçadas, mas que o seu efeito a longo prazo no ganho de peso ainda não estaria claro (DENNIS, FLACK, DAVY, 2009).

Outro estudo encontrou resultados distintos de acordo com o sexo em relação à compensação calórica de bebidas adoçadas. Por exemplo, o estudo realizado por Ranawana e Henry (2010) mostrou diferenças entre homens e mulheres. Entre os homens a compensação calórica de bebidas adoçadas variou de 99 – 108%, e entre as mulheres, de 7 – 85%.

Por um lado, a revisão sistemática de Hu (2013) concluiu que as evidências na literatura satisfazem os critérios comumente usados para avaliar uma relação causal em epidemiologia. Segundo o autor, há plausibilidade biológica do mecanismo de compensação calórica, contribuindo para o balanço energético positivo (HU, 2013). Por outro lado, no entanto, a diversidade de estudos, desfechos e desenhos dificulta a conclusão sobre o efeito de bebidas adoçadas no consumo calórico. Em uma outra revisão, Slavin (2012) chama atenção para a dificuldade encontrada pelo comitê americano responsável por elaborar diretrizes baseadas em evidências para o “*2010 American Dietary Guidelines*”. O autor discute que as evidências não são claras, citando por exemplo que a maioria dos resultados são obtidos por estudos experimentais realizados em ambientes controlados.

Outra razão que contribui para a falta de consenso é que a maioria dos estudos de compensação calórica analisa o consumo calórico após o consumo da bebida adoçada. O intervalo entre o consumo de bebida adoçada e a refeição-teste varia entre os estudos e leva a resultados conflitantes (APPLEHANS et al, 2013; PANAHI et al, 2013). No entanto, em um ambiente pragmático, a bebida adoçada é consumida acompanhada de outros alimentos ou junto

com a refeição. Além disso, experimentos são realizados servindo quantidades fixas de bebidas, e as refeições teste servidas ora são limitadas a lanches, frutas, cereais, ora são *ad libitum*, com grandes quantidades e diversidade de alimentos, muitas vezes não refletindo refeições reais.

Assim, a compensação calórica será melhor analisada quando o consumo calórico é medido junto ao consumo de bebidas adoçadas, em refeições não-controladas. Faz-se necessário, portanto, ampliar o estudo da associação de bebidas adoçadas e consumo calórico, analisando esta relação em um ambiente pragmático de consumo de refeições e bebidas adoçadas.

### 1.3 Outros fatores relacionados ao consumo de bebidas adoçadas

Além de promover balanço energético positivo, outros fatores contribuem para os efeitos negativos do consumo de bebidas adoçadas. A bebida adoçada é considerada marcador de alimentação não saudável e seu consumo está associado a dietas de baixa qualidade. Por possuírem “calorias vazias”, com pouco ou nenhum micronutriente, as bebidas adoçadas podem substituir a ingestão de outros alimentos com maior valor nutricional na dieta (JACOBSON, 2004).

Um estudo com dados de consumo da população adulta americana analisou padrões de consumo de bebidas e de dieta. As informações foram coletadas pelos inquéritos realizados entre 1999-2002 do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES). Foi realizada uma análise de padrão por clusters em que indivíduos foram alocados em grupos mutuamente excludentes, de acordo com suas médias de consumo de alimentos e bebidas, gerando padrões de consumo de bebidas e de consumo de grupos de alimentos. Neste estudo mostrou-se que, para o cluster de indivíduos com padrão de consumo de alimentos não saudáveis, a razão de chances de estar no grupo com padrão de consumo de bebidas adoçadas foi 1,62 (IC 1,27 – 2,06), enquanto que, para indivíduos com alimentação saudável, a razão de chances de estar no grupo com padrão de bebidas adoçadas foi 0,46 (IC 0,27 – 0,77). Os autores concluíram que o consumo de bebidas adoçadas está associado a uma dieta de pior qualidade nutricional e que o grupo de pessoas com este padrão é um importante alvo para intervenções que visam diminuir o consumo de bebidas adoçadas (DUFFEY, POPKIN, 2006).

Em estudo com 6.212 crianças e adolescentes americanos, com idade entre quatro e 19 anos, as crianças e os adolescentes que se alimentavam com *fast-food* consumiam mais calorias totais, mais bebidas adoçadas e menos fibras, leite, frutas e legumes do que aquelas que não se alimentavam com *fast-food* (ROSENHECK, 2008; BOWMAN et al, 2004). Outro estudo avaliou 10.955 crianças e adolescentes de dois a 18 anos de idade, utilizando informações de consumo alimentar de um recordatório de 24h. Entre os adolescentes (12 a 18 anos) com maiores consumos de bebidas adoçadas, observou-se maior consumo de alimentos não saudáveis, como pizza, hambúrgueres, batata frita e salgadinhos, e menor consumo de bebidas não adoçadas. Entre os adolescentes com médio (100 a 200 kcal advindos de bebida) e alto consumo de bebidas adoçadas (> 200 kcal advindos de bebida), a densidade energética da dieta era maior em comparação com adolescentes que não consomem bebidas adoçadas (MATHIAS, SLINING, POPKIN, 2013).

Em um estudo transversal, os indivíduos de uma amostra representativa da população adulta americana foram classificados segundo a densidade energética da dieta em: baixa, média ou alta, de acordo com os tercis desta variável, com base na média de dois dias de recordatórios alimentares. Os indivíduos classificados como apresentando dieta de baixa densidade energética consumiram menos bebidas adoçadas, menos gordura e tiveram ingestão mais elevada de vários micronutrientes, em comparação com os indivíduos com dieta de alta densidade energética (LEDIKWE et al, 2006).

Ainda, fatores comportamentais e de estilo de vida ligados ao consumo de bebidas adoçadas também são característicos de dietas não adequadas (MONTEIRO et al, 2011; LUDWIG, 2011). Por exemplo, o *snacking*, se alimentar enquanto realiza outras atividades, como assistir televisão ou dirigir, são comportamentos que incluem o consumo dessas bebidas. Outros atributos das bebidas adoçadas, como a hiper-palatabilidade (“alta qualidade organoléptica”), são preocupantes. O prazer obtido pela ingestão de alimentos altamente palatáveis seria mais determinante para o consumo do que a própria necessidade energética, e, assim o prazer se sobreporia aos sinais homeostáticos. Este fenômeno é conhecido como “fome hedônica” (LOWE, BUTRYN, 2007). Ainda, estudos recentes investigaram o papel dos açúcares de rápida absorção, como os presentes nas bebidas adoçadas, e verificaram que estes podem provocar alterações no mecanismo neurológico de recompensa e de ingestão de alimentos (KESSLER, 2009). Apresentações das bebidas adoçadas, com porções de tamanhos exagerados, a conveniência para compra e consumo e marketing agressivo são outras características que estimulam o consumo excessivo dessas bebidas. As porções de refrigerantes



disponíveis para venda diversificaram e aumentaram e chegam a 12, 16 e 20 *ounces* (oz) (354, 473 e 591 ml, respectivamente) (COHEN, 2008). Entre 1977 e 2006, as porções disponíveis de refrigerantes para venda em lojas e restaurantes aumentaram em média em 100 ml por porção (PIERNAS, POPKIN, 2011).

## 2 JUSTIFICATIVA

As bebidas adoçadas são “calorias vazias” e marcadores de dieta de baixa qualidade. Podem contribuir para o balanço energético positivo e, conseqüentemente, para o ganho de peso. O consumo excessivo de bebidas adoçadas é considerado um dos fatores de risco modificáveis para as doenças crônicas não-transmissíveis.

A associação entre bebidas adoçadas e ingestão calórica excessiva pode ocorrer pela incompleta compensação calórica. No entanto, evidências desta associação e suas conseqüências no ganho de peso permanecem inconclusivas, dificultando a adoção de recomendações sobre bebidas adoçadas em saúde pública. Um dos motivos apontados para que este tópico permaneça em discussão é que, em geral, as evidências da associação foram obtidas por estudos experimentais em que o consumo das bebidas e dos alimentos é controlado, não se aproximando do ambiente de consumo alimentar pragmático.

Diante disso, o presente estudo objetiva analisar os efeitos do consumo de bebidas adoçadas no consumo calórico em refeições realizadas em um cenário não-experimental. As informações e reflexões geradas por este estudo poderão ser úteis a profissionais de saúde, gestores de políticas públicas, educadores e chefes de família com o intuito de guiar ações e intervenções que visam reduzir o consumo de bebidas adoçadas, e assim, diminuir o consumo calórico excessivo e melhorar o controle de peso nos indivíduos.

### 3 **OBJETIVOS**

#### 3.1 **Objetivo geral**

Verificar a associação entre consumo de bebidas adoçadas e consumo calórico em refeições na população brasileira.

#### 3.2 **Objetivos específicos**

- a) Identificar e descrever as refeições quanto ao consumo calórico e ao consumo de bebidas adoçadas;
  
- b) Examinar se há evidências da compensação calórica das bebidas adoçadas nas refeições.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Fonte dos dados

#### 4.1.1 Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009

O Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009 (INA) é parte integrante da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (POF). A POF foi desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com o objetivo de obter informações sobre a composição orçamentária doméstica e condições de vida da população brasileira. A unidade de análise é a unidade de consumo ou “família” que “compreende um único morador ou conjunto de moradores que compartilham da mesma fonte de alimentação ou compartilham as despesas com moradia”. O período de realização da POF foi de 19 de maio de 2008 a 18 de maio de 2009 (IBGE, 2010c).

Para a POF, os setores censitários da base geográfica do Censo Demográfico de 2000 foram estratificados geograficamente e estatisticamente segundo a renda média dos chefes dos domicílios. O plano de amostragem utilizado para a POF é por conglomerado em dois estágios: no primeiro estágio, os setores censitários foram selecionados por amostragem com probabilidade proporcional ao número de domicílios em cada setor. O segundo estágio é formado por domicílios particulares permanentes selecionados por uma amostragem aleatória simples, sem reposição, em cada um dos setores. Em seguida, os setores selecionados foram distribuídos ao longo dos quatro trimestres de realização da pesquisa. A amostra de domicílios da POF totalizou 55.970 domicílios, em todo território brasileiro. Para cada domicílio da amostra, está associado um peso amostral ou fator de expansão calculado com base no plano amostral e que permite estimar quantidades de interesse para o universo (população) da pesquisa. O peso foi atribuído a cada unidade de consumo e pessoa do domicílio (IBGE, 2010c).

Para o INA, os domicílios foram selecionados por amostragem aleatória simples com base na amostra de domicílios originais da POF. Todos os setores definidos pela amostragem da POF deveriam participar da pesquisa sobre consumo alimentar e foi definido que um em cada quatro domicílios fosse selecionado para responder à pesquisa. A subamostra do INA

corresponde a 24,5% dos domicílios amostrados na POF, totalizando 13.569 domicílios. A amostra final do INA é composta por todos os residentes nos domicílios amostrados, com idade igual ou superior a 10 anos, totalizando 34.003 indivíduos. Cada domicílio na subamostra do INA representa um determinado número de domicílios particulares permanentes da população da amostra original. Estes pesos foram calculados inicialmente levando em consideração o plano amostral original e, posteriormente, sofreram ajustes de calibração para compensar não-repostas das unidades investigadas (IBGE, 2011a).

O instrumento utilizado para coleta de dados de consumo alimentar foi o “Bloco de Consumo Alimentar Pessoal” (ANEXO A). Nele, os próprios informantes anotaram em formulário todos os alimentos e bebidas consumidos ao longo de 24 horas, incluindo o horário de consumo, forma de preparação, quantidades em unidades de medidas caseiras, e o local onde o alimento foi consumido (dentro ou fora do domicílio), em dois dias não consecutivos dentro da mesma semana. Ainda, uma pergunta sobre o consumo regular de açúcar e adoçantes foi incluída. Para facilitar o preenchimento do formulário, os informantes receberam material com fotografias de utensílios e vasilhames usualmente utilizados como medidas caseiras. As informações do registro eram revisadas pelo agente de pesquisa junto ao morador e complementadas com entrevista. O agente de pesquisa digitava as informações do formulário em um computador portátil no próprio domicílio, utilizando programa de entrada de dados específico. Este programa continha uma base de dados com 1500 alimentos e bebidas cadastrados e, caso necessário, os agentes de pesquisa poderiam incluir novos itens que não constassem nessa base. Para o relato de forma de preparo, o programa de entrada de dados disponibilizava 15 opções de preparações, além da opção “Não se aplica”. Para o registro de quantidade consumida, o programa apresentava 106 opções de unidades de medida (IBGE, 2011a).

Foi realizado pré-teste e validação do instrumento de coleta de dados e dos métodos propostos para sua aplicação. Os entrevistadores receberam manuais e treinamentos para a realização da coleta, com demonstrações de preenchimento e simulações do trabalho de coleta (IBGE, 2011a).

Durante a fase de coleta, o controle de qualidade dos dados foi feito com análises parciais do banco. A consistência da variável quantidade consumida foi avaliada pela observação de valores considerados extremos julgados por medidas estatísticas e em conjunto com o tipo de alimento envolvido. Os valores rejeitados neste processo assim como os casos de erros de resposta associados a valores ignorados da variável quantidade de alimento foram

submetidos à imputação. O procedimento de imputação adotado foi o *hot deck*, em que se criou uma matriz de similaridade formada por variáveis consideradas correlacionadas com a variável quantidade consumida. O procedimento consiste em uma seleção aleatória de doadores com características concordantes aos receptores, no que se referem às variáveis consideradas na matriz. Neste caso foram considerados: sexo do informante, faixa etária, unidade da federação, grande região e unidade de medida reportada. A quantidade de energia/dia também passou por análise de consistência e foram identificados e excluídos 29 informantes com registros insatisfatórios.

Ao final da pesquisa, 1.121 itens alimentares foram citados. Para cada alimento, foi calculada a sua quantidade em gramas para compor a quantidade consumida pelo informante pela “Tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil”, elaborada exclusivamente para análise dos itens alimentares da POF 2008-2009 (IBGE, 2011a; IBGE, 2011c).

## 4.2 **Materiais e métodos referentes ao estudo atual**

### 4.2.1 População de estudo

Para o estudo atual, foram utilizados os dados de consumo alimentar do Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. Sendo assim, a população do estudo corresponde aos 34.003 indivíduos, com idade igual ou superior a 10 anos, que responderam à pesquisa. Foram considerados os dados de consumo alimentar dos dois dias de registro não consecutivos de cada indivíduo.

### 4.2.2 Variáveis demográficas, socioeconômicas e de estado nutricional

As seguintes variáveis demográficas, socioeconômicas e de estado nutricional do banco de dados da POF e do INA 2008-2009 foram utilizadas:

- Sexo: masculino ou feminino;
- Faixa etária: a partir da idade (em anos), as seguintes faixas etárias foram definidas: adolescentes, 10 a 19 anos; adultos, 20 a 59 anos, e idosos, 60 ou mais anos de idade.
- Categorias de Índice de Massa Corpórea (IMC): peso e altura auto referidos (IBGE, 2010c) foram utilizados para cálculo do valor do IMC ( $\text{peso}/\text{altura}^2$ , em  $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Em seguida, os indivíduos foram classificados segundo as categorias de estado nutricional. Para adultos, a classificação e os pontos de corte de acordo com *World Health Organization*, foram: eutrófico (IMC até 24,99  $\text{kg}/\text{m}^2$ ), sobrepeso (IMC de 25 a 30  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) e obeso (IMC maior que 30  $\text{kg}/\text{m}^2$ ); Para idosos, os pontos de corte segundo Lipschitz (1994), utilizados foram: eutrófico (IMC até 22  $\text{kg}/\text{m}^2$ ), sobrepeso (IMC de 22,1 a 27  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) e obeso (IMC maior que 27  $\text{kg}/\text{m}^2$ ); Para adolescentes, foram utilizados os pontos de corte para sexo e idade de acordo com De Onis e colaboradores (2007) (WHO, 1995; LIPSCHITZ, 1994; DE ONIS et al, 2007).
- Quartos de renda familiar per capita: a renda familiar per capita foi calculada pela soma de todos os rendimentos familiares e dividida pelo número de moradores no domicílio.

#### 4.2.3 Bebidas adoçadas e variáveis dietéticas

As variáveis relativas ao consumo alimentar, provenientes do INA, consideradas no presente estudo foram:

- Local do consumo: fonte do alimento consumido, dentro do domicílio ou fora do domicílio;
- Horário do consumo: de 00 h às 23h, de 1 em 1 hora;
- Dia da semana em que foi feito o registro alimentar;
- Sequência do registro alimentar: primeiro ou segundo dia de registro alimentar;
- Quantidade final consumida em gramas (g), no caso dos alimentos sólidos, ou em mililitros (ml), no caso das bebidas.

O valor energético (kcal) de cada item alimentar foi calculado de acordo com a “Tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil” (IBGE, 2011b). As bebidas

não-industrializadas são frequentemente consumidas com adição de açúcar de mesa, e para corrigir o conteúdo energético dessas bebidas foi adotada uma padronização: os indivíduos que relataram “consumir açúcar com frequência” no INA (88,7% dos indivíduos) foram computados 10 gramas açúcar para cada 100 ml de bebida; e, para os indivíduos que relataram “consumir açúcar e adoçante com frequência” (4,3% dos indivíduos), foram computados cinco gramas de açúcar para cada 100 ml de bebida (PEREIRA et al, 2014).

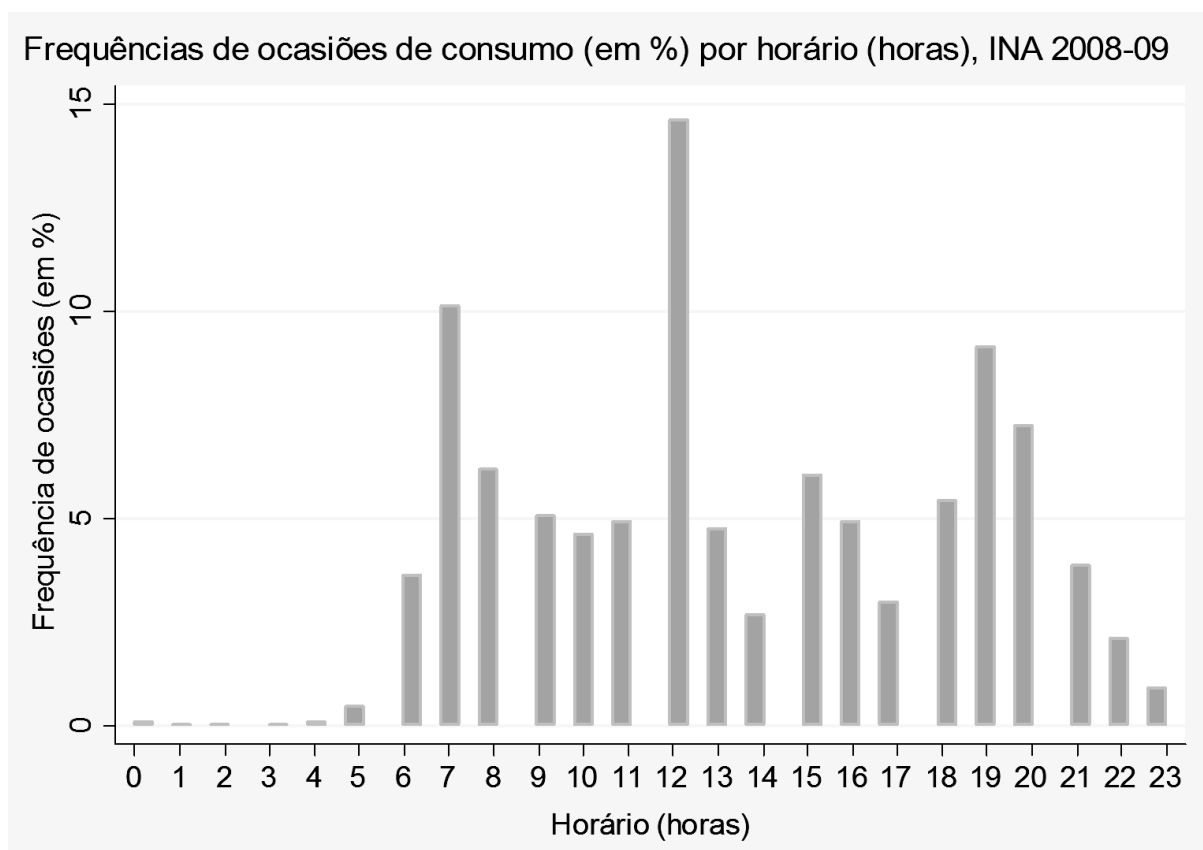
As bebidas adoçadas consideradas no estudo foram os refrigerantes, sucos naturais e industrializados e chás industrializados, em suas versões não-diet. A tabela com o código e descrição das bebidas provenientes da “Tabela de composição nutricional de alimentos consumidos no Brasil”, utilizada no INA e consideradas neste estudo encontram-se no ANEXO B. A escolha dessas bebidas adoçadas foi baseada na literatura sobre compensação calórica. A avaliação da compensação calórica de bebidas, na maioria dos estudos, é em refeições, e não ao longo do dia, e, assim, as bebidas adoçadas selecionadas são aquelas comumente consumidas acompanhando uma refeição. Refrigerantes, sucos e chás industrializados são bebidas que mais recentemente foram adicionadas às refeições brasileiras, por sua facilidade de aquisição e mínima preparação. Estas bebidas, ainda, contribuem com grande parte das calorias diárias ingeridas (PEREIRA et al, 2012). Outras bebidas tipicamente adoçadas, não-industrializadas, como café e chá, por exemplo, não foram incluídas nas análises de compensação calórica. Essas bebidas já tradicionalmente fazem parte da refeição, e assim, seu consumo não estaria adicionando calorias extras à refeição. Por outro lado, preparações a base de leite, como achocolatados e vitaminas, não foram incluídas por não serem calorias vazias, já que possuem altas quantidades de cálcio, fazendo parte de recomendação em padrões nutricionais. Em relação à inclusão de sucos, apesar de sucos naturais adicionados de açúcar não serem considerados calorias totalmente vazias, por uma limitação dos métodos adotados no inquérito, não foi possível discriminar com clareza se o suco ingerido e referido nos registros alimentares era proveniente do suco natural, suco industrializado ou de preparados em pó diluídos em água (refrescos). Os códigos para sucos (*juice*) e refrescos de frutas (*flavored drink*) possuem a mesma descrição na tabela de composição nutricional utilizada (IBGE, 2011b).



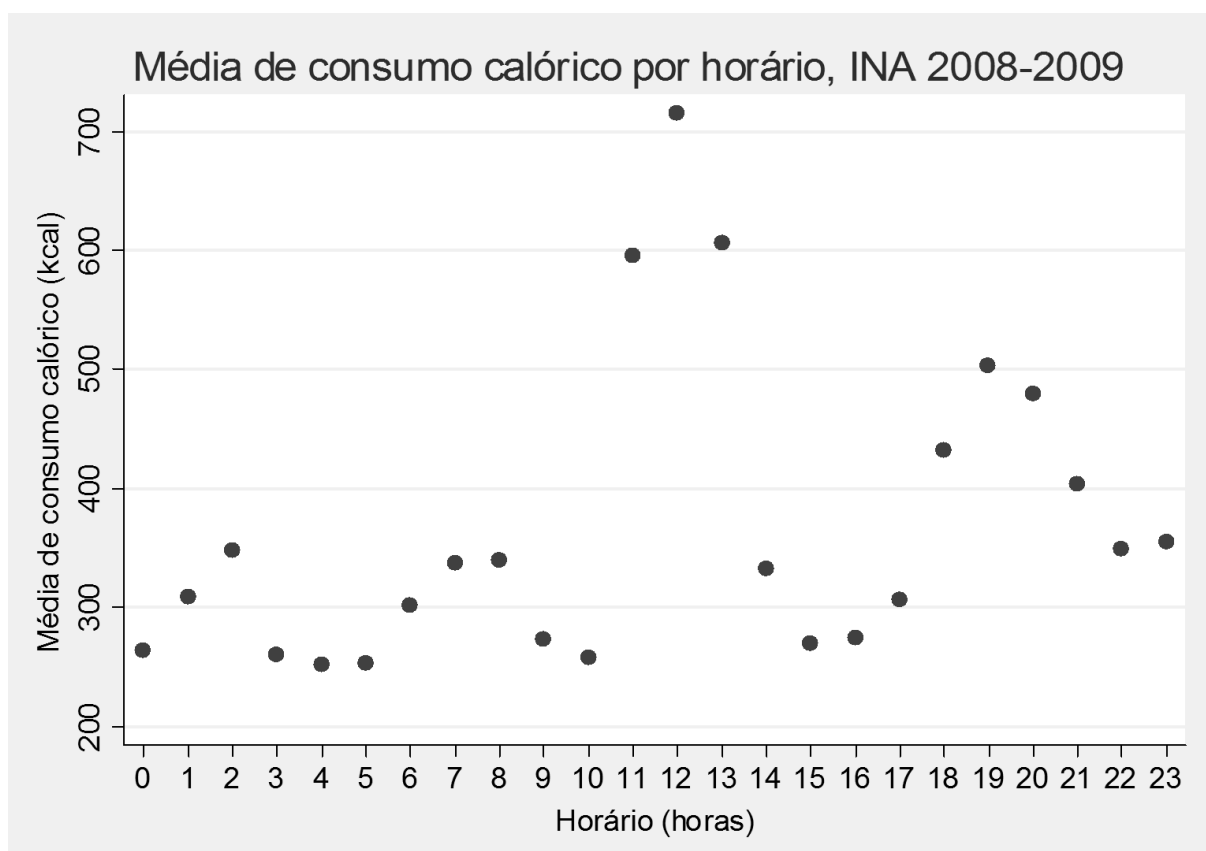
#### 4.2.4 Definição das refeições

Primeiramente, “ocasião de consumo” foi definida como cada horário que cada indivíduo relatou o consumo de algum item alimentar. Em seguida, os valores energéticos dos itens alimentares em cada ocasião de consumo foram somados, definindo-se assim, a variável “consumo calórico”, em calorias (kcal). Para o primeiro dia de registro do INA, foram obtidas as frequências de ocasiões de consumo por horário (Gráfico 1) e as médias de consumo calórico por horário (Gráfico 2).

**Gráfico 1 – Frequência de ocasiões de consumo por horário, primeiro dia de registro, INA 2008-2008.**



**Gráfico 2 – Média de consumo calórico por horário, primeiro dia de registro, INA 2008-2009.**



Em seguida, a partir da análise das médias de consumo calórico e das frequências de ocasiões de consumo por horário, foram identificados 5 períodos do dia:

- Período 1: período entre 03h e 10h;
- Período 2: entre 11h e 13h;
- Período 3: entre 14h e 17h;
- Período 4: entre 18h e 21h;
- Período 5: entre 22h e 02h.

As ocasiões de consumo foram então classificadas em períodos do dia. Tabela 1 apresenta as médias de consumo calórico e as frequências de ocasiões de consumo estratificadas por períodos do dia, para o primeiro dia de registro alimentar.

**Tabela 1 – Média de consumo calórico total e frequência de ocasiões de consumo por períodos do dia, INA 2008-2009.**

<b>Período</b>	<b>Horário</b>	<b>Frequência de ocasiões de consumo (%)</b>	<b>Consumo calórico médio (DP) (kcal)</b>
<b>1</b>	03 - 10 h	30,2	310,6 (249,7)
<b>2</b>	11 - 13 h	24,3	671,0 (401,1)
<b>3</b>	14 - 17 h	16,6	290,8 (291,5)
<b>4</b>	18 - 21 h	25,7	471,3 (352,4)
<b>5</b>	22 - 02 h	3,1	348,6 (344,0)
<b>Todos</b>		100,0	437,4 (360,5)

As ocasiões de consumo no período 1 foram classificadas como “café da manhã”, no período 2 como “almoço” e no período 4 como “jantar”. Em um estudo de base populacional realizado em uma capital brasileira, as refeições foram auto referidas e caracterizadas como café da manhã, almoço e jantar. Essas três refeições foram consideradas as principais refeições do dia (GORGULHO, FISBERG, MARCHIONI, 2013). Os períodos do dia selecionados no presente método representam os horários aproximados em que mais comumente são realizadas essas três refeições.

Em um mesmo dia, para o mesmo período, o indivíduo poderia ter registrado uma ou mais ocasião de consumo. As frequências de indivíduos com mais de uma ocasião de consumo por período, foram: no café da manhã, 11%; no almoço, 10%; e no jantar, 18%. Para esses indivíduos, foi realizado o seguinte procedimento para selecionar a refeição: para cada período, para cada indivíduo, para cada dia, a ocasião de consumo de maior valor calórico foi identificada. Por exemplo, se no período “almoço”, entre 11 e 13 horas do mesmo dia, um indivíduo relatou consumir 100 kcal às 11h e 500 kcal às 13h, a ocasião selecionada para representar o almoço foi aquela relatada às 13h. Este procedimento selecionou as refeições de café da manhã, almoço e jantar para cada indivíduo, em cada dia. Em conjunto, essas três refeições representam em média 82,7% (Desvio-Padrão [DP]=14,4) do total de ocasiões de consumo per capita dos indivíduos, em média 87,1% (DP=15,9) do total de calorias per capita consumidas no dia e, em média, 77,7% (DP=36,0) das ocasiões de consumo com bebidas adoçadas per capita dos indivíduos no dia.

Assim, utilizando os dois dias, esse procedimento reuniu até duas refeições em cada um dos três períodos, café da manhã, almoço e jantar, para cada indivíduo. Sete indivíduos não

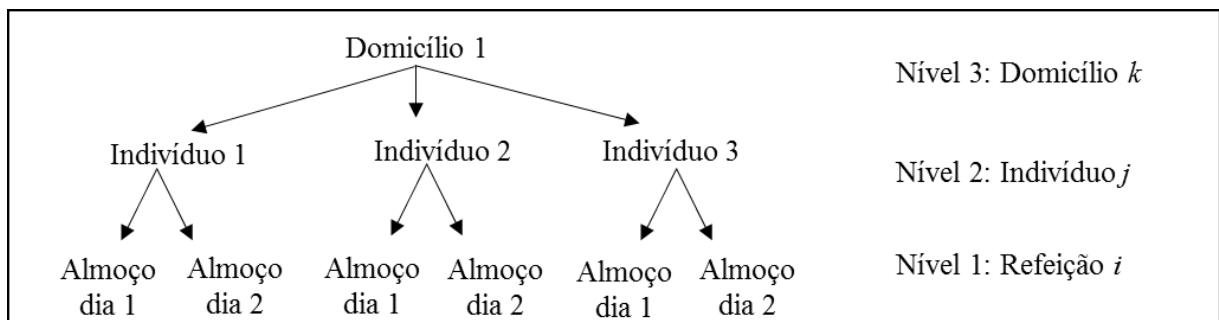
relataram refeições nestes horários e, portanto, não foram selecionados. O banco de dados resultante foi utilizado para as análises do “Manuscrito de artigo científico” (RESULTADOS).

#### 4.2.5 Análise dos dados

##### 4.2.5.1 *Estrutura do banco de dados*

O banco de dados resultante é composto por refeições de 33.996 indivíduos, moradores de 13.569 domicílios. A estrutura dos dados é hierárquica com três níveis (Figura 1). A refeição é o primeiro nível, o indivíduo é o segundo nível e o domicílio é o terceiro nível. As refeições são agrupadas em *clusters* de indivíduos, que por sua vez estão agrupados em *superclusters* de domicílios. Espera-se que o consumo calórico dos indivíduos que residam no mesmo domicílio seja correlacionado e que o consumo calórico do mesmo tipo de refeição em dias diferentes de um mesmo indivíduo seja ainda mais correlacionado.

**Figura 1 – Exemplo da estrutura hierárquica do banco de dados do estudo, em três níveis: refeição, indivíduo e domicílio.**



Dados correlacionados devem ser analisados por modelos que levem em conta a dependência entre medidas. A análise por regressão linear simples permite estudar a relação entre duas variáveis em que a média da distribuição de uma variável resposta é explicada por um conjunto de covariáveis. No entanto, um dos pressupostos desta análise é que as observações são independentes, e por isso não é adequada para análise de dados com estrutura hierárquica. Ignorar este efeito pode levar a estimativas incorretas de erros-padrão e, como consequência, a

p-valores incorretos (ARMITAGE, BERRY, MATTHEWS, 2002). Assim, um modelo apropriado para este estudo é o multinível. Modelos multiníveis incluem diferentes propostas de análise de acordo com a estrutura dos dados e o desenho de estudo. Entre elas, os modelos de regressão linear com intercepto aleatório são frequentemente utilizados (RABE, SKRONDAL, 2012).

#### 4.2.5.2 *Modelo de regressão com intercepto aleatório*

Nos modelos multiníveis, interceptos aleatórios são incluídos para dar conta da estrutura de dados correlacionados. O intercepto aleatório é o resíduo do nível do cluster e representa os efeitos de covariáveis do nível do cluster que são constantes entre as observações no nível 1 e são omitidas. A variância do intercepto aleatório é estimada junto com a variância dos resíduos do nível 1, compondo os efeitos aleatórios. A estimativa dos efeitos aleatórios considerando os níveis da hierarquia dos dados, produz estimativas mais corretas dos erros-padrão dos coeficientes da regressão (FITZMAURICE, LAIRD, WARE, 2011).

No modelo de intercepto aleatório, a média de uma variável resposta é modelada por uma combinação de efeitos aleatórios e de efeitos fixos. Os efeitos fixos são representados pelas covariáveis, que podem ser classificadas em variantes no tempo ou em constantes no tempo, e podem ser específicas de cada um dos níveis da hierarquia. Nesses modelos, a inclusão de outras covariáveis, além da variável de interesse principal, permite o tratamento do confundimento em análises de dados em desenhos observacionais (RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012; TORRES-REYNA, [2007?]).

Para cada nível da hierarquia dos dados, a variância é dividida em intra-cluster, no nível mais baixo, e em entre-cluster, no nível mais alto. Os coeficientes da regressão são estimados assumindo que os efeitos intra- e entre-indivíduo de uma covariável são iguais, e resultam em uma média ponderada de ambos efeitos. É possível obter estimativas dos efeitos intra- e entre-indivíduos da variável explicativa de interesse e verificar se ambos efeitos são iguais. A igualdade dos coeficientes intra- e entre-indivíduo pode ser formalmente testada pelo teste de combinação linear de coeficientes, como por exemplo o Teste de Wald. Quando os efeitos intra- e entre-indivíduo de uma covariável na resposta não são iguais, a estimativa do coeficiente é enviesada. No entanto, a estimativa do coeficiente que representa os efeitos intra-indivíduo é

considerada não-enviesada, pois considera apenas a variância intra-indivíduo. Por outro lado, o coeficiente entre-indivíduo é considerado enviesado, e recomenda-se que não seja interpretado (NEUHAUS, KALBFLEISCH, 1998).

O modelo de regressão com intercepto aleatório resolve o problema da correlação entre as observações, corrigindo a estrutura de erros. Uma grande vantagem deste modelo é a possibilidade de separação dos efeitos intra- e entre-indivíduo de uma covariável de interesse. Neste caso, o efeito intra-indivíduo da variável de interesse é controlado pelos fatores constantes do indivíduo, sejam eles observados ou não, ou seja, o indivíduo atua como seu próprio controle na análise. Este método se assemelha à inclusão de todas as covariáveis de confusão que são invariantes no indivíduo no modelo de regressão. A separação dos efeitos intra- e entre-indivíduo mitiga uma grande limitação do desenho de estudo observacional para a inferência causal, já que, geralmente não é possível obter medidas de todas as covariáveis de confusão. Este processo se aproxima à randomização de indivíduos em um desenho experimental, em que as características dos indivíduos entre grupos são consideradas semelhantes, e portanto, o efeito de interesse é estimado livres de confundimentos no nível do indivíduo (NEUHAUS, KALBFLEISCH, 1998; FITZMAURICE, LAIRD, WARE, 2011; RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012; STATA CORP, 2012). O detalhamento do modelo de regressão com intercepto aleatório e com separação de efeitos intra- e entre-indivíduo encontra-se no APÊNDICE A.

Para o presente estudo, um modelo de regressão com intercepto aleatório foi ajustado para testar se há compensação calórica de bebida adoçada em refeições. O método de separação dos efeitos intra- e entre-indivíduo da variável de interesse principal na variável resposta foi aplicado. Foram incluídos dois interceptos aleatórios, um no nível indivíduo e outro no nível domicílio. Um modelo para cada refeição – café da manhã, almoço e jantar – foi ajustado. As seguintes variáveis de interesse foram incluídas no modelo:

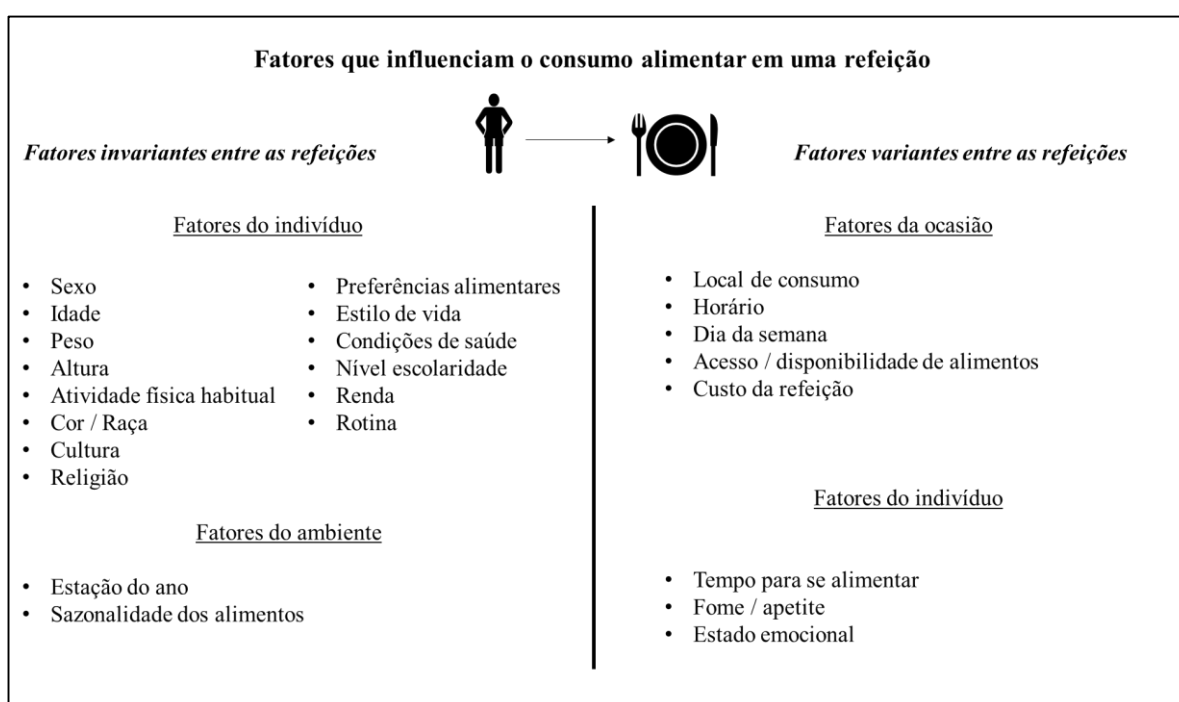
- Variável resposta: consumo calórico excluindo bebida (em calorias, kcal), obtido com base no consumo calórico da refeição, excluindo-se a contribuição calórica da bebida adoçada;
- Variável de interesse principal: consumo de bebida adoçada (em calorias, kcal), separada em seus componentes intra- e entre-indivíduo;
- Covariáveis da refeição: dia da semana, local de consumo, horário de consumo, consumo calórico antes da refeição e intervalo de tempo desde a refeição anterior. O consumo calórico antes da refeição foi calculado considerado o consumo calórico realizado na ocasião de consumo justamente anterior à refeição de interesse. Essa covariável, e, a variável intervalo

de tempo entre esta refeição anterior e a refeição de interesse, foram consideradas *proxies* para apetite e fome;

- Covariáveis do indivíduo: sexo, faixa etária e categoria de IMC;
- Covariável do domicílio: quarto de renda familiar *per capita*.

As variáveis variantes no tempo são covariáveis do nível da refeição, e variáveis constantes no tempo são covariáveis do nível do indivíduo e do domicílio. A Figura 2 descreve os fatores que podem influenciar o consumo alimentar, incluindo fatores individuais, ambientais e ocasionais (NANSEL et al, 2014; MCCRORY, SUEN, ROBERTS, 2002). Diferentes efeitos na dieta e no consumo calórico são observados de acordo com o tipo de refeição, local e dia da semana. Fatores do indivíduo, como desinibição para se alimentar e preferências alimentares, também influenciam o consumo calórico.

**Figura 2 – Fatores que influenciam o consumo em uma refeição.**



O modelo de análise descrito foi aplicado para obtenção dos resultados descritos no “Manuscrito de artigo científico” (seção RESULTADOS). As características dos indivíduos da amostra foram descritas levando-se em conta o peso amostral e o efeito do desenho do inquérito. Todas as análises foram realizadas com o *software* Stata 12.1 desenvolvido pela Stata Corporation™ (STATA CORP, 2011). Os comandos utilizados na análise dos dados encontram-se no APÊNDICE B.

### 4.3 Aspectos éticos e apoio financeiro

A POF realizada pelo IBGE foi desenvolvida com respaldo legal (Lei 5.534 de 14/11/1968) e há garantias de sigilo no tratamento das informações e de que estas são usadas exclusivamente para fins estatísticos.

O Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (CAAE 0011.0.259.000-11) aprovou o protocolo da pesquisa (ANEXO C).

Houve financiamento da CAPES — Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — através de bolsa de auxílio ao mestrando no período de março de 2013 a fevereiro de 2014. A FAPERJ — Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro — financia o desenvolvimento do projeto de mestrado através da Bolsa Nota 10, bolsa de auxílio ao mestrando, em vigor a partir de março de 2014.



## 5 RESULTADOS

### 5.1 Manuscrito de artigo científico

**Title: Caloric compensation for sugar-sweetened beverages in meals: a population-based study in Brazil<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Manuscrito submetido para publicação ao *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. Authors: Gombi-Vaca, Maria Fernanda; Sichieri, Rosely; Verly-Junior, Eliseu.

**Title: Caloric compensation for sugar-sweetened beverages in meals: a population-based study in Brazil**

**Abstract**

*Background:* Sugar-sweetened beverage (SSB) consumption can cause positive energy balance, therefore leading to weight gain. A plausible biological mechanism to explain this association is through weak caloric compensation for liquid calories. However, the evidence remains inconclusive, mainly due to the diversity of study designs and highly controlled settings adopted to assess food and beverage intake.

*Objective:* This study aimed to test for caloric compensation for SSB in meals, based on a Brazilian dietary survey.

*Design:* Cross-sectional study.

*Participants/Settings:* Individuals (n=33,996) age 10 years or older participating in the 2008-2009 National Dietary Survey (Brazil), which collected data in a free-living setting. Dietary data from two food records was used to select the breakfast, lunch and dinner meals of the participants. For each meal, we obtained total energy intake including both food and SSB (kcal), food energy intake excluding SSB (kcal) and SSB intake (kcal).

*Main outcome measure:* Caloric compensation of SSB in meals, defined as the percentage of SSB calories compensated by reducing food energy intake.

*Statistical analyses:* Multilevel mixed-effects linear regression models were used to test for caloric compensation in each meal. We estimated the within-subject effects of SSB in food energy intake. Covariates included meal variables (time of day, location, day of the week, energy intake in previous meal, time since previous meal) and subject variables (sex, age group, category of Body Mass Index, per capita income quartile).

*Results:* Total energy intake (food + SSB) was on average higher among meals with reported SSB consumption when compared to meals without reported SSB consumption. We found 42% of caloric compensation for breakfast, no caloric compensation for lunch and 0 to 22% of caloric compensation for dinner.

*Conclusion:* SSB consumption contributed to higher total energy intake in meals due to weak caloric compensation. Therefore, discouraging intake of SSB in meals may help reduce excessive energy intake and lead to better weight management.

**Key words:** Sugar-sweetened beverages; caloric compensation, dietary compensation; meals; energy intake; weight management.

## **Title: Caloric compensation for sugar-sweetened beverages in meals: a population-based study in Brazil**

### **Introduction**

Over the past decades, diet and lifestyle have changed dramatically. Trends in diet include the increased availability of low-cost food and drinks that are high in energy and rapidly absorbed sugar.<sup>1</sup> Examples of such drinks are sugar-sweetened beverages (SSBs), the consumption of which has been growing in Brazil as well as in other parts of the world.<sup>2,3</sup> SSB leads to positive energy balance and it has been recognized as an important contributor to the diabetes and obesity epidemics.<sup>4,5</sup>

One explanation for why SSBs cause weight gain is weak caloric compensation. Complete caloric compensation (100%) occurs when solid food calories are reduced to compensate for an equal number of liquid calories added to a diet. In a crossover design experiment where subjects consumed the same amount of calories from soft drinks or jellybeans every day for four weeks, the energy intake from SSB did not lead to an equivalent reduction in the energy intake of other foods. Thus suggesting that the body perceives liquid and solid calories differently, and that imperfectly compensated SSB calories contributed to excessive energy intake.<sup>6</sup>

However, researchers have not reached a consensus regarding caloric compensation of SSB. For example, one study found differences in caloric compensation by gender. Caloric compensation from pre-load SSB in meals was observed for men (ranged from 99% to 116%) but not for women (ranged from 7% to 85%).<sup>7</sup> Inconclusive evidence of SSBs' effects on energy intake are mainly due to the diversity of study designs, protocols and outcome measurements.<sup>8,9</sup> Some studies measured caloric compensation over a single meal, others over an entire day.<sup>10,11,12</sup> There are also long-term studies measuring compensation during weeks of intervention.<sup>6,13,14</sup> Some SSB preload studies measured energy intake from artificially controlled meals, such as a single dish or a small selection of sandwiches and fruits, or from ad libitum buffets with a large selection of food.<sup>7,15,16</sup> Although beverages are frequently consumed with other food or to accompany a meal, few studies have produced evidences derived from the pragmatic setting of daily meals.<sup>17</sup> The fact that most studies were conducted in artificial environments was cited as one of the reasons that led the 2010 Dietary Guidelines Advisory

Committee (US Department of Agriculture, US Department of Health and Human Services) to withhold recommendations on SSB intake.<sup>18</sup>

The purpose of this study was to analyze the effects of SSB on energy intake in a national survey, meaning free-living settings of daily meals, in the subjects' real environments. We tested for caloric compensation by examining if liquid calories from SSB are compensated by reducing food energy intake in comparable meals of the same subject.

## **Methods**

### *Study sample*

This study analyzed data from the 2008-2009 National Dietary Survey conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics in a subsample of households investigated in the 2008-2009 Brazilian Household Budget Survey. The main sample was obtained by a two-stage complex cluster sampling design. Primary sampling units were census tracts, selected by proportional probability to the number of households based on the 2000 Brazilian Demographic Census, and secondary sampling units were households, selected by simple random sampling. Dietary data was collected from 25% of households from the main sample, randomly selected, totaling a nationwide representative sample of 13,569 households. Total participants included 34,003 individuals aged 10 years or older who completed two food records on non-consecutive days over the same week. The participants described all types of food and beverages consumed in 24 hours, including the amount consumed, cooking method when applicable, time of day and location. A detailed protocol of the survey is found elsewhere.<sup>2,19</sup>

### *Sugar-sweetened beverages and meal selection*

For this study, sugar sweetened beverages (SSBs) included soft drinks (colas and non-colas sodas, guaraná sodas, mate drinks) and natural and industrialized fruit juices. The energy content of each food and beverage consumed was estimated using the Nutritional Composition of Food Consumed in Brazil.<sup>20</sup> We took into account table sugar added to non-ready-to-drink beverages. Participants were asked whether they usually add sugar, artificial sweeteners or nothing to their beverages. Ten grams of sugar for each 100 ml of beverage were computed for sugar users; and five grams of sugar for each 100 ml of beverage were computed for users of both sugar and artificial sweeteners.<sup>2</sup>

We calculated the total energy intake (kcal) of an eating occasion by summing the energy content of food and beverages consumed during the same time of day. We identified

three main periods of consumption: breakfast (3 a.m. to 10 a.m.), lunch (11 a.m. to 1 p.m.) and dinner (6 p.m. to 9 p.m.). If a subject had more than one eating occasion within a given period, in the same day, we selected that eating occasion with the highest energy intake. For example, if a subject consumed 100 calories at 11 a.m. and 500 calories at 1 p.m. in the same day, we selected the 1 p.m. eating occasion to represent that period's meal, in this case that day's lunch. This procedure selected the meals breakfast, lunch and dinner for each subject, for each day. Together, the three meals represented on average 83% (Standard Deviation [SD]=14) of the total number of eating occasions of the day and 87% (SD=16) of the total energy intake of the day.

Meals selected were categorized as “with reported SSB” or “without reported SSB”. For each period, participants that registered meals over two days were classified in one of three ways: “no SSB intake”, “SSB in one day” and “SSB in both days”. Variables of the meal were: total energy intake (food + SSB, kcal); food energy intake excluding SSB (kcal); SSB intake (kcal); time of day; energy intake in the previous meal (kcal) and time interval since the previous meal (hours), as proxies for hunger and appetite; day of the week (weekday or weekend); and location (at home or away from home).

### *Data analysis*

For each period – breakfast, lunch and dinner – we used a multilevel mixed-effects linear regression to test for caloric compensation. In the random-intercept model, the outcome was food energy intake excluding SSB (kcal), allowing us to isolate the effect of calories from SSB on food energy intake, and the explanatory variable was SSB intake (kcal). The correlation between meals nested within subjects and the correlation between subjects nested within households were accounted for by including random intercepts for the clusters of subjects and households.<sup>21,22</sup>

We estimated caloric compensation by creating two variables: the within- and between-subject components of the explanatory variable SSB intake. The between-subject component was the subject mean of SSB intake ( $\bar{X}_i$ ) and the within-subject component was the deviation from the subject mean of SSB intake ( $X_{ij} - \bar{X}_i$ ).<sup>23</sup> Both variables, the within- and the between-subject components of SSB, replaced the SSB intake variable in the model. The pair of coefficients, the within-subject ( $\beta_X^W$ ) and the between-subject ( $\beta_X^B$ ) components, were then formally tested for equality. We used a test for linear combinations of coefficients, in which the null hypothesis is that they are equal:  $H_0: \beta_X^W - \beta_X^B = 0$ . For any of the periods, the equality

test for the coefficients found that within- and between-subject effects were not equal. Thus, we considered the within-subject coefficient unbiased to interpret the results of the mixed effects linear regression model.<sup>23,24</sup> An advantage of this method is estimating within-subject effects that are not prone to subject-level confounding (time-invariant variables). All stable characteristics of the subjects, observed or not, are controlled because only within-subject variation is used to estimate within-subject effects. That results in each subject truly acting as his/her own control because the subject is held constant in the comparison.<sup>22</sup>

Within-subject effects of SSB were controlled for by including meal covariates, which may vary between meals of the same subject, in the model: day of the week, location, time of day, time interval since previous meal and energy intake in the previous meal. In addition, we estimated the between-subject effects of SSB also controlled for subject covariates, which are constant between meals of the same subject. Subject variables included sex (male or female), age group (adolescents, 10–19; adults, 20–59; elder, 60 years or older), Body Mass Index (BMI) category (normal weight, overweight or obese)<sup>25,26</sup> and household per capita income quartile (Real, R\$). BMI was estimated based on the height and the weight informed by the participant in the Household Budget Survey. Household income was auto-reported and per capita income was calculated dividing household income by the number of individuals living in the household.

At each period, we tested interactions between within-subject effects of SSB and subject variables. We examined residuals and random intercepts (subject-level and household-level residuals) for normality and constant variance. All statistical analyses were conducted using Stata (version 12.1, 2013, StataCorp LP). The level of statistical significance defined was 5%. The Committee of Ethics in Research of the Institute of Social Medicine approved the research protocol (CAAE 0011.0.259.000-11).

## **Results**

Only seven subjects did not report any meal of the selected periods. The sample analyzed included 33,996 subjects nested in 13,569 households. Table 1 summarizes weighted means of total daily energy intake and energy from SSB, according to socio-demographic variables. Total daily energy intake and energy from SSB were higher for men than for women, for those in the higher per capita income quartile and for adolescents. Among BMI categories, normal weight and overweight subjects had similar total daily energy intake and energy from SSB, which were higher than in the obese category.

### *Characteristics of meals*

Frequency of SSB intake was higher at lunch (44%), when compared to dinner (30%) and breakfast (9%). On average, total energy intake from meals with reported SSB was higher than from meals without reported SSB, for all periods. The overall contribution of a meal to total daily energy intake was higher for lunch (40%), followed by dinner (28%) and breakfast (21%). SSB intake was on average higher for breakfast (173 kcal) than for lunch (167 kcal) and dinner (160 kcal). The average contribution of SSB to energy intake in a meal was higher for breakfast (38%, SD=18), followed by dinner (27%, SD=16) and lunch (21%, SD=12). The analysis showed similar results when stratified by sex, age group, BMI category and per capita income quartile (data not shown).

### *Patterns of SSB intake*

Breakfast had the lowest frequency of subjects that consumed a given meal in only one of the two days reported (9%), followed by lunch (10%) and dinner (13%). Table 2 describes the patterns of SSB intake among participants that registered consumption for the same period over two days. In the “SSB in one day” pattern, for all periods, food energy intake in the meal with reported SSB was slightly less than in the meal without SSB, suggesting some caloric compensation. For breakfast and lunch, food energy intake was similar between the meals in the “no SSB intake” and in the “SSB in both days” patterns, and different for the meals in the “SSB in one day” pattern. Similar results were found for dinner, except that food energy intake in the meals of the “SSB in both days” pattern was slightly different. SSB intake was similar between meals in the “SSB in both days”, except for dinner.

### *Test for caloric compensation*

In the multilevel analysis for each period (Table 3), we estimated the between- and within-subject effects of SSB intake on food energy intake. Interactions between the within-subject effects of SSB and sex, age group and BMI category was not statistically significant for any period. However, for dinner, an interaction was observed between the within-subject effects of SSB and per capita income quartile, and we kept this interaction term in the model for the dinner analysis.

In the breakfast analysis, the adjusted within-subject coefficient represented a decrease of 0.42 calories in food energy intake, meaning that on average 42% of SSB calories were compensated. There was no significant association between SSB and food energy intake for



lunch. For dinner, there was an interaction of SSB and income and compensation was observed in the first and second quartiles of per capita income (Figure 1).

## Discussion

SSB and its impact on energy intake has received much attention because its consumption has been associated with weight gain and the epidemics of obesity and diabetes.<sup>27</sup> However, beverage consumption during meals is part of food habits and culture. Both public and private sectors, for example, provide meals to workers and students and often serve SSB as an accompaniment.<sup>28,29</sup> Dietary guidelines and dietitians recommend the reduction of SSB intake but seldom emphasize the impact of caloric beverages during meals.<sup>30</sup>

We observed that SSB significantly increased energy intake in meals through weak caloric compensation. In the study, total energy intake (food + SSB) was on average higher among meals with reported SSB than those without reported SSB. Our findings are similar to observational studies that evaluated meals in natural settings and experimental studies in which SSB were consumed with meals. In an observational study of overweight and obese women, total energy intake in meals with high-calorie beverages was significantly higher than in meals without such beverages (mean difference = 169 kcal, Confidence Interval [CI] 139 to 199).<sup>17</sup> In another observational study, dietary data from two 24 hour-recalls reported an increase of 106 kcal per day for each additional eight ounces of SSB (237 ml) among children and adolescents.<sup>31</sup> In an experimental study comparing meals with and without intake of caloric beverages, the caloric compensation observed was on average 22±11% in meals with caloric beverage intake.<sup>16</sup> In another experimental study that analyzed caloric compensation within meals, subjects ate an ad libitum meal of pizza along with one of five types of beverages. Meal energy intake was on average higher when accompanied by regular soda or juices when compared to meals accompanied by water, demonstrating incomplete caloric compensation.<sup>32</sup>

We also observed differences in the level of caloric compensation according to the period of day. For breakfast, caloric compensation of SSB was 42%, for lunch there was no compensation, and for dinner caloric compensation was dependent on income. Breakfast meals had relatively small energy intake. In this meal, SSB may represent a snack or a meal replacement, for example, the intake of juices or smoothies accompanied or not by bread, sandwiches or cereals. Lunch, on the other hand, was the main meal of the day in terms of energy intake. In this meal, SSB was more likely to be a meal accompaniment. As the main meal of the day, it is rarely skipped, with less variation in lunch habits between days. Dinner is

another important meal, though with low energy intake when compared to lunch. Because this meal is consumed at the end of the day, a greater variety of habits are expected. In this meal, SSB could be either an accompaniment or snack. Distinct dinner habits and factors associated with income, such as dining out, or eating at parties and social events, might explain the lack of compensation in the third and fourth quartiles of per capita income. Previous analyses of the same population also demonstrated higher energy intake and SSB intake in the highest quartiles of per capita income compared to the lowest.<sup>2,19</sup>

Conventional intervention efforts based on educational programs have been adopted to reduce SSB consumption, with limited impact.<sup>33,34,35</sup> One possible explanation is that dietary behavior may be highly influenced by automatic and reflexive processes in the brain.<sup>36</sup> To improve the efficiency of such interventions, educational initiatives should be complemented with environmental changes that influence behavior.<sup>33</sup> For example, replace SSB with water by offering drinkable water with no extra-charge or broadly implementing water filtration systems in schools, cafeterias or at home.

#### *Study strengths and limitations*

The strength of this study was the use of a multilevel mixed-effects regression model in a population-based study. We took into account the correlation between measures in all three levels of the data. It better estimated standard errors through modeling the heterogeneity of the effects of subjects and households by including random intercepts in the model. Furthermore, there were advantages in separating and estimating within-subject and between-subject effects of SSB. The difference observed in the regression coefficients of both effects can be explained by subject-level confounding due to omitted subject time-invariant variables associated with energy intake, the outcome in our study model. For example, a factor missing from the data was the individual level of physical activity, and previous studies associate such activity level with energy intake.<sup>37</sup> The impact was that an omitted confounder biased the between-subject effects estimation. On the other hand, within-subject effects were controlled for all time-invariant observed or non-observed subject covariates and for included meal covariates. Therefore, estimations were not prone to confounding because they had the subject acting as his/her own control, mitigating one limitation of a non-randomized study.

Furthermore, our focus on meals is an adequate strategy since beverages are predominantly consumed with solid food, and SSB intake varies between the three typical

meals. Contextual factors might also influence energy intake.<sup>38,39</sup> Among such factors, day of the week and location were controlled for in our study.

Underreporting is an important limitation of the study method. The level of underreporting of energy intake for this dietary data was estimated at 17%.<sup>40</sup> Differences in the levels of underreporting of food and of beverages could either overestimate or underestimate caloric compensation. Nonetheless, it is unknown if the reporting of food and beverages differs in the study.

## **Conclusions**

In summary, SSB are high in energy and rapidly absorbed sugar and are not completely compensated for in meals by reducing food energy intake. Dietary strategies to reduce energy intake should include guidance for choosing and/or avoiding beverage intake during meals. Special attention should be given to lunch and dinner, and policy makers, intervention planners, educators, dietitians, parents and meal planners should discourage the intake of SSB during these meals to reduce excessive energy intake. Such change in meal habits could benefit individuals aiming to control their weight and therefore contribute to diminish the diabetes and obesity epidemics.

## References

1. Malik VS, Willett WC, Hu FB. Global obesity: trends, risk factors and policy implications. *Nat Rev Endocrinol*. 2013; 9(1):13-27.
2. Pereira RA, Souza AM, Duffey KJ, Sichieri R, Popkin BM. Beverage consumption in Brazil: results from the first National Dietary Survey. *Public Health Nutr*. 2014; doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980014001657> . Accessed October 12, 2014.
3. Basu S, McKee M, Galea G, Stuckler D. Relationship of soft drink consumption to global overweight, obesity, and diabetes: a cross-national analysis of 75 countries. *Am J Public Health*. 2013;103(11):2071-7.
4. Te Morenga L, Mallard S, Mann J. Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ*. 2012;345:e7492. doi: 10.1136/bmj.e7492.
5. Hu FB, Malik VS. Sugar-sweetened beverages and risk of obesity and type 2 diabetes: Epidemiologic evidence. *Physiol Behav*. 2010;100(1):47-54.
6. DiMeglio DP, Mattes RD. Liquid versus solid carbohydrate: effects on food intake and body weight. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000;24(6):794-800.
7. Ranawana DV, Henry CJK. Are caloric beverages compensated for in the short-term by young adults? An investigation with particular focus on gender differences. *Appetite*. 2010;55(1):137-46.
8. Vartanian LR, Schwartz MB, Brownell KD. Effects of soft drink consumption on nutrition and health: a systematic review and meta-analysis. *Am J Public Health*. 2007;97(4):667-75.
9. Dennis EA, Flack KD, Davy BM. Beverage consumption and adult weight management: A review. *Eat Behav*. 2009;10(4):237-46.
10. Jones JB, Mattes RD. Effects of learning and food form on energy intake and appetitive responses. *Physiol Behav*. 2014;137:1-8.
11. Zheng M, Allman-Farinelli M, Heitmann BL et al. Liquid versus solid energy intake in relation to body composition among Australian children. *J Hum Nutr Diet*. 2014. doi:10.1111/jhn.12223.
12. Mourao DM, Bressan J, Campbell WW, Mattes RD. Effects of food form on appetite and energy intake in lean and obese young adults. *Int J Obes*. 2007;31(11):1688-95.

13. Van Wymelbeke V, Béridot-Thérond ME, de La Guéronnière V, Fantino M. Influence of repeated consumption of beverages containing sucrose or intense sweeteners on food intake. *Eur J Clin Nutr.* 2004;58(1):154-61.
14. Reid M, Hammersley R, Hill AJ, Skidmore P. Long-term dietary compensation for added sugar: effects of supplementary sucrose drinks over a 4-week period. *Br J Nutr.* 2007;97(01):193-203.
15. Cassady BA, Considine RV, Mattes RD. Beverage consumption, appetite, and energy intake: what did you expect? *Am J Clin Nutr.* 2012;95(3):587-93.
16. DellaValle DM, Roe LS, Rolls BJ. Does the consumption of caloric and non-caloric beverages with a meal affect energy intake? *Appetite.* 2005;44(2):187-93.
17. Appelhans BM, Bleil ME, Waring ME, et al. Beverages contribute extra calories to meals and daily energy intake in overweight and obese women. *Physiol Behav.* 2013;122:129-33.
18. Slavin J. Beverages and body weight: challenges in the evidence-based review process of the Carbohydrate Subcommittee from the 2010 Dietary Guidelines Advisory Committee. *Nutr Rev.* 2012;70(suppl s2):S111-S20.
19. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro, Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2011.
20. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: Tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro, Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2011.
21. Fitzmaurice GM, Laird NM, Ware JH. *Applied longitudinal analysis.* 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2011.
22. Rabe-Hesketh S, Skrondal A. *Multilevel and longitudinal modeling using Stata.* Vol. I. 3rd ed. College Station, TX: Stata Press; 2012.
23. Neuhaus JM, Kalbfleisch JD. Between- and within-cluster covariate effects in the analysis of clustered data. *Biometrics.* 1998;54(2):638-45.
24. Begg MD, Parides MK. Separation of individual-level and cluster-level covariate effects in regression analysis of correlated data. *Stat Med.* 2003;22(16):2591-602.
25. World Health Organization. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995.

26. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007;85(9):660-7.
27. Hu FB. Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. *Obes Rev.* 2013;14(8):606-19.
28. US Department of Agriculture. Offer versus serve: guidance for the national school lunch program and the school breakfast program, School year 2013-2014. Available at: <http://www.fns.usda.gov/sites/default/files/SP45-2013a.pdf> . Accessed October 21.
29. Savio KEO, Costa THM, Miazaki E, Schmitz BAS. Assessment of lunch served in the Workers' Food Program, Brazil. *Rev Saude Publica.* 2005;39(2):148-55.
30. Ministério da Saúde. Dietary guidelines for the Brazilian population. [http://nupensusp.wix.com/nupens#!\\_english/new-brazilian-dietary-guidelines](http://nupensusp.wix.com/nupens#!_english/new-brazilian-dietary-guidelines). Accessed November 18, 2014.
31. Wang YC, Ludwig DS, Sonnevile K, Gortmaker SL. Impact of change in sweetened caloric beverage consumption on energy intake among children and adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2009;163(4):336-43.
32. Panahi S, El Khoury D, Luhovyy BL, Goff HD, Anderson GH. Caloric beverages consumed freely at meal-time add calories to an ad libitum meal. *Appetite.* 2013;65:75-82.
33. Avery A, Bostock L, McCullough F. A systematic review investigating interventions that can help reduce consumption of sugar-sweetened beverages in children leading to changes in body fatness. *J Hum Nutr Diet.* 2014. doi: 10.1111/jhn.12267.
34. Malik VS, Pan A, Willett WC, Hu FB. Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 2013;98(4):1084-102.
35. Sichieri R, Trotte AP, de Souza RA, Veiga GV. School randomised trial on prevention of excessive weight gain by discouraging students from drinking sodas. *Public Health Nutr.* 2009;12(2):197-202.
36. Rothman AJ, Sheeran P, Wood W. Reflective and automatic processes in the initiation and maintenance of dietary change. *Ann Behav Med.* 2009;38(suppl 1):S4-17.
37. Li J, O'Connor LE, Zhou J, Campbell WW. Exercise patterns, ingestive behaviors, and energy balance. *Physiol Behav.* 2014;134:70-75.

38. Mekhmoukh A, Chapelot D, Bellisle F. Influence of environmental factors on meal intake in overweight and normal-weight male adolescents. A laboratory study. *Appetite*. 2012;59(1):90-5.
39. McCrory MA, Suen VMM, Roberts SB. Biobehavioral influences on energy intake and adult weight gain. *J Nutr*. 2002;132(12):3830S-4S.
40. Lopes TS, Ferrioli E, Pfrimer K, Hoffman D, Sichieri R, Pereira RA. Validation of energy intake estimated by the food record applied in a Brazilian national individual dietary survey by the double label water method. In: II World Congress of Public Health Nutrition, 2010, Porto, Portugal. *Public Health Nutr*. 2010;13:326.

**Table 1 – Sample size (n=33,996) and weighted mean of total daily energy intake and energy from SSB, according to socio-demographic variables.**

Socio-demographic variables*	Sample size (n)	Proportion‡	Total daily energy intake‡	Total daily energy from SSB‡
	<i>N</i>	%	<i>kcal</i>	<i>kcal</i>
<b>Sex</b>				
Men	15,698	48 ± 0.3	2,110 ± 13 <sup>a</sup>	146 ± 3 <sup>a</sup>
Women	18,296	52 ± 0.3	1,712 ± 9 <sup>b</sup>	123 ± 2 <sup>b</sup>
<b>Age group</b>				
Adolescents	7,613	21 ± 0.4	2,019 ± 18 <sup>a</sup>	162 ± 4 <sup>a</sup>
Adults	22,061	65 ± 0.4	1,921 ± 10 <sup>b</sup>	137 ± 2 <sup>b</sup>
Elder	4,322	13 ± 0.4	1,637 ± 16 <sup>c</sup>	77 ± 4 <sup>c</sup>
<b>BMI category</b>				
Normal weight	19,667	56 ± 0.5	1,918 ± 12 <sup>a</sup>	137 ± 3 <sup>a</sup>
Overweight	10,015	31 ± 0.4	1,897 ± 14 <sup>a</sup>	133 ± 3 <sup>a</sup>
Obese	4,314	13 ± 0.3	1,860 ± 20 <sup>b</sup>	125 ± 4 <sup>b</sup>
<b>Per capita income</b>				
<b>Quartiles of per capita income‡</b>				
	<i>Real, R\$†</i>			
1 <sup>st</sup>	142 ± 2			
2 <sup>nd</sup>	313 ± 2			
3 <sup>rd</sup>	573 ± 3			
4 <sup>th</sup>	2,023 ± 57			

\* Comparison within each socio-demographic variable, tested by univariate regression analyses; reference was the first category in each group.

‡ Mean ± Standard Error

<sup>a, b, c</sup> Similar letters correspond to no significant difference within group.

† Average currency value in 2008-09: US\$ 1 = R\$ 2.38



**Table 2 – Food energy intake and sugar-sweetened beverage (SSB) intake in meals with and without reported SSB (Mean and Standard Deviation), grouped by patterns of SSB intake for subjects that registered consumption over two days by meal type.**

	SSB intake patterns					
	no SSB intake		SSB in one day		SSB in both days	
	Day 1	Day 2	Day 1	Day 2	Day 1	Day 2
	without SSB	without SSB	without SSB	with SSB	with SSB	with SSB
<b>Breakfast (n= 30,374)</b>						
Frequency of subjects (%)	91		7		2	
	<i>Mean (SD)</i>					
Food energy intake (kcal)	367 (246) <sup>a</sup>	364 (249) <sup>a</sup>	410 (256) <sup>b</sup>	346 (282) <sup>c</sup>	357 (276) <sup>d</sup>	377 (373) <sup>d</sup>
SSB intake (kcal)	0	0	0	171 (83)	180 (82) <sup>a</sup>	177 (87) <sup>a</sup>
<b>Lunch (n= 29,954)</b>						
Frequency of subjects (%)	56		26		18	
	<i>Mean (SD)</i>					
Food energy intake (kcal)	671 (357) <sup>a</sup>	669 (361) <sup>a</sup>	693 (368) <sup>b</sup>	680 (366) <sup>c</sup>	704 (352) <sup>d</sup>	710 (355) <sup>d</sup>
SSB intake (kcal)	0	0	0	162 (93)	172 (98) <sup>a</sup>	167 (95) <sup>b</sup>
<b>Dinner (n=28,355)</b>						
Frequency of subjects (%)	70		20		10	
	<i>Mean (SD)</i>					
Food energy intake (kcal)	500 (330) <sup>a</sup>	505 (335) <sup>a</sup>	520 (356) <sup>b</sup>	504 (342) <sup>c</sup>	538 (345) <sup>d</sup>	557 (373) <sup>e</sup>
SSB intake (kcal)	0	0	0	157 (90)	165 (98) <sup>a</sup>	161 (94) <sup>a</sup>

SD = Standard deviation

<sup>a, b, c, d, e</sup> Similar letters correspond to no significantly difference in means between meals within the same SSB pattern, by meal type; univariate regression,

$\alpha=0.0$

**Table 3 – Within- and between-subject effects of sugar-sweetened beverage (SSB) in random-intercept multilevel linear mixed model estimating change in food energy intake associated with adding SSB to a meal.**

	<b>Breakfast</b>				<b>Lunch</b>				<b>Dinner</b>			
	n= 33,255				n= 33,185				n= 32,626			
<b>Fixed effects</b>	Estimate	SE	95% Conf. Interval		Estimate	SE	95% Conf. Interval		Estimate	SE	95% Conf. Interval	
Within-subject coefficient of SSB	-0.42*	0.03	-0.48	-0.37	-0.03	0.02	-0.07	0.01	‡	-	-	-
Between-subject coefficient of SSB	-0.19*	0.03	-0.25	-0.13	0.22*	0.02	0.18	0.26	0.08*	0.02	0.03	0.12
<b>Random effects</b>	Estimate	SE			Estimate	SE			Estimate	SE		
Between-household variance	16,451	365			42,022	791			31,877	638		
Between-subject variance	8,899	298			71,290	534			1,134	492		
Within-subject variance	33,248	269			70,532	576			69,374	582		

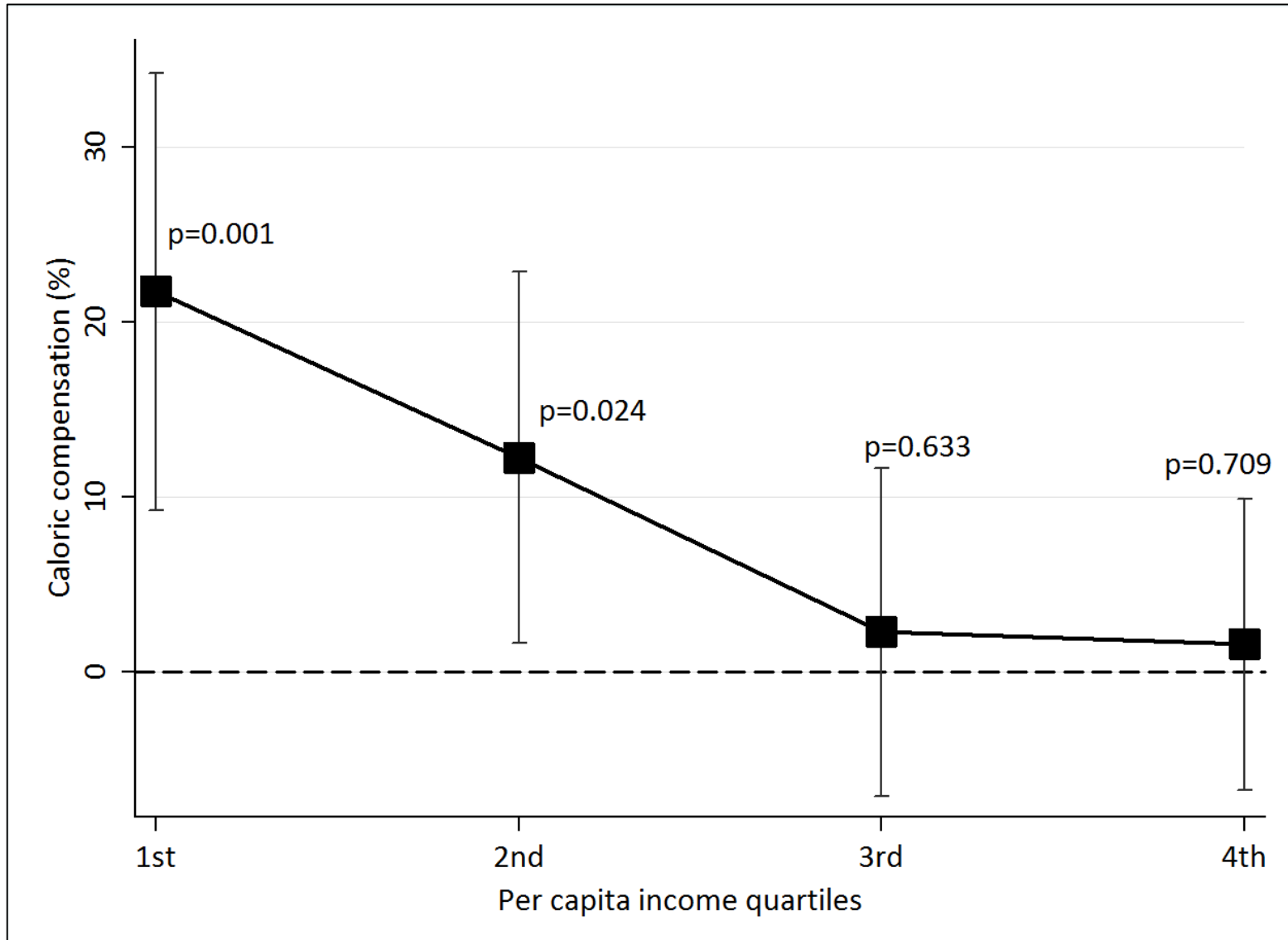
SE = Standard error

\* p<0.001

‡ Interaction with per capita income quartiles; see Figure 1.

Adjusted for location, day of the week, time of day, time interval since previous meal, energy intake in the previous meal, sex, age group, BMI category and per capita income quartiles.

Figure 1 – Caloric compensation in dinner: SSB within-subject effects interaction with per capita income quartile.



## 6 CONCLUSÃO

Os resultados produzidos nesta dissertação indicam que o consumo de bebidas adoçadas está associado com maior consumo calórico em refeições, pela incompleta compensação calórica. Diante do desafio de reduzir o consumo calórico excessivo, observar o comportamento alimentar em refeições pode fazer parte do planejamento de ações para prevenção e controle do ganho de peso. Em especial, as refeições almoço e jantar apresentaram muito fraca compensação calórica das bebidas adoçadas e podem ser alvos específicos de intervenções.

O presente estudo analisou os indivíduos que participaram do Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. O cenário que gerou as informações de consumo alimentar do inquérito é pragmático, um estudo não-experimental e de base populacional, resultante do processo de amostragem representativa de domicílios no Brasil.

A associação entre bebidas adoçadas e consumo calórico foi analisada por um modelo multinível, levando em conta dados correlacionados e os efeitos dos *clusters* de indivíduos e domicílios. O método utilizado permitiu separar os efeitos intra- e inter-indivíduo da bebida adoçada no consumo calórico. Dessa forma, a estimativa dos efeitos intra-indivíduo obtida tem o indivíduo atuando como seu próprio controle de confundimentos na análise, sendo assim, uma estimativa não-enviesada, um dos pontos fortes desta evidência.

As informações geradas por esta dissertação podem contribuir para a adoção de recomendações sobre bebidas adoçadas na dieta e servir como guia para a elaboração de intervenções para a população com o objetivo de diminuir o consumo calórico excessivo. Promover a redução do consumo de bebidas adoçadas pode contribuir para diminuir a prevalência de sobrepeso e obesidade e as chances de desenvolver doenças crônicas não-transmissíveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMIRON-ROIG, E.; DREWNOWSKI, A. Hunger, thirst, and energy intakes following consumption of caloric beverages. *Physiol Behav*, v. 79, n. 4-5, p. 767-73, Sep. 2003.

APPELHANS, B. M. et al. Beverages contribute extra calories to meals and daily energy intake in overweight and obese women. *Physiol Behav*, v. 122, p. 129-133, 2013.

ARMITAGE, P.; BERRY, G.; MATTHEWS, J. N. S. *Statistical methods in medical research*. 4th ed. Malden, MA: Blackwell Science. 2002. 817 p.

BASU, S. et al. Relationship of soft drink consumption to global overweight, obesity, and diabetes: a cross-national analysis of 75 countries. *Am J Public Health*, v. 103, n. 11, p. 2071-7, Nov. 2013.

BEGG, M. D.; PARIDES, M. K. Separation of individual-level and cluster-level covariate effects in regression analysis of correlated data. *Statist Med*, v. 22, n. 16, p. 2591-2602, 2003.

BES-RASTROLLO, M. et al. Predictors of weight gain in a Mediterranean cohort: the Seguimiento Universidad de Navarra Study. *Am J Clin Nutr*, v. 83, n. 2, p. 362-70, Feb. 2006.

BES-RASTROLLO, M. et al. Financial conflicts of interest and reporting bias regarding the association between sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review of systematic reviews. *PLoS Med*, v. 10, n. 12, p. e1001578, Dec. 2013.

BLATT, A. D.; ROE, L. S.; ROLLS, B. J. Hidden vegetables: an effective strategy to reduce energy intake and increase vegetable intake in adults. *Am J Clin Nutr*, v. 93, n. 4, p. 756-63, Apr. 2011.

BLUNDELL, J. E.; STUBBS, R. J. Diet and food intake in humans. In: BRAY, G. A.; BOUCHARD, C., JAMES, W. P. T. (Editors). *International Handbook of obesity*. New York, NY: Dekker, 1997. p. 243-272.

BOWMAN, S. A. et al. Effects of fast-food consumption on energy intake and diet quality among children in a National Household Survey. *Pediatrics*, v. 113, n. 1, p.112-118, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. *Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022*. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 148 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção de Saúde. *VIGITEL Brasil 2012: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 136 p.

CASSADY, B. A.; CONSIDINE, R. V.; MATTES, R. D. Beverage consumption, appetite, and energy intake: what did you expect? *Am J Clin Nutr*, v. 95, n. 3, p. 587-93, Mar. 2012.

CHEN, L. et al. Reduction in consumption of sugar-sweetened beverages is associated with weight loss: the PREMIER trial. *Am J Clin Nutr*, v. 89, n. 5, p. 1299-1306, 2009.

CLARO, R. M. et al. Sugar-sweetened beverage taxes in Brazil. *Am J Public Health*, v. 102, n. 1, p. 178-183, 2012.

COHEN, D.A. Obesity and the built environment: changes in environmental cues cause energy imbalances. *Int J Obes (Lond)*, v. 32, p. S137-S142, 2008.

DE KONING, L. et al. Sweetened beverage consumption, incident coronary heart disease, and biomarkers of risk in men. *Circulation*, v. 125, n. 14, p. 1735-41, S1, Apr. 2012.

DE ONIS, M. et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*, v. 85, n. 9, p. 660-7, Sep. 2007.

DE RUYTER, J. C. et al. A trial of sugar-free or sugar-sweetened beverages and body weight in children. *N Engl J Med*, v. 367, n. 15, p. 1397-406, Oct. 2012.

DELLAVALLE, D. M.; ROE, L. S.; ROLLS, B. J. Does the consumption of caloric and non-caloric beverages with a meal affect energy intake? *Appetite*, v. 44, n. 2, p. 187-93, Apr. 2005.

DENNIS, E. A.; FLACK, K. D.; DAVY, B. M. Beverage consumption and adult weight management: a review. *Eat Behav*, v. 10, n. 4, p. 237-46, Dec. 2009.

DHINGRA, R. et al. Soft drink consumption and risk of developing cardiometabolic risk factors and the metabolic syndrome in middle-aged adults in the community. *Circulation*, v. 116, n. 5, p. 480-8, July 2007.

DIMEGLIO, D. P.; MATTES, R. D. Liquid versus solid carbohydrate: effects on food intake and body weight. *Int J Obes Relat Metab Disord*, v. 24, n. 6, p. 794-800, June 2000.

DREWNOWSKI, A.; BELLISLE, F. Liquid calories, sugar, and body weight. *Am J Clin Nutr*, v. 85, n. 3, p. 651-661, 2007.

DUFFEY, K. J.; POPKIN, B. M. Adults with healthier dietary patterns have healthier beverage patterns. *J Nutr*, v. 136, n. 11, p. 2901-7, Nov. 2006.

EBBELING, C. B. et al. A randomized trial of sugar-sweetened beverages and adolescent body weight. *N Engl J Med*, v. 367, n. 15, p.1407-16, Oct. 2012.

EUROMONITOR. *Soft drinks in Brazil: executive summary*. July 2013. Disponível em: <http://www.euromonitor.com/soft-drinks-in-brazil/report>. Acesso em 14 mar. 2014.

FITZMAURICE, G. M.; LAIRD, N. M.; WARE, J. H. *Applied longitudinal analysis*. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011. 740 p.

FLOOD, J. E., ROE, L. S.; ROLLS, B. J. The effect of increased beverage portion size on energy intake at a meal. *J Am Diet Assoc*, v. 106, n. 12, p. 1984-1990, Dec. 2006.

FUNG, T. T. et al. Sweetened beverage consumption and risk of coronary heart disease in women. *Am J Clin Nutr*, v. 89, n. 4, p. 1037-42, Apr. 2009.

GORGULHO, B. M.; FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L. Nutritional quality of major meals consumed away from home in Brazil and its association with the overall diet quality. *Prev Med*, v. 57, n. 2, p. 98-101, Aug. 2013.

HU, F. B. Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. *Obes Rev*, v. 14, n. 8, p. 606-19, Aug. 2013.

\_\_\_\_\_.; MALIK, V. S. Sugar-sweetened beverages and risk of obesity and type 2 diabetes: epidemiologic evidence. *Physiol Behav*, v. 100, n. 1, p. 47-54, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003: análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2004a.

\_\_\_\_\_. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003: aquisição alimentar domiciliar per capita, Brasil e Grandes Regiões*. Rio de Janeiro: IBGE, 2004b.

\_\_\_\_\_. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011a. 150 p.

\_\_\_\_\_. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: aquisição alimentar domiciliar per capita, Brasil e Grandes Regiões*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a.

\_\_\_\_\_. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b.

\_\_\_\_\_. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: despesas, rendimentos e condições de Vida*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010c.

\_\_\_\_\_. *Pesquisa nacional de saúde do escolar 2012*. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

\_\_\_\_\_. *Tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011b.

\_\_\_\_\_. *Tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011c.

INSTITUTE FOR HEALTH METRICS AND EVALUATION. *Global Burden of Disease 2010: change in leading causes and risks between 1990 and 2010*. 2014. Disponível em: <http://www.healthmetricsandevaluation.org/gbd/visualizations/gbd-2010-change-leading-causes-and-risks-between-1990-and-2010?cr=risk&metric=DALY>. Acesso em 13. abr. 2014.

JACOBSON, M. F. Liquid candy: how soft drinks harm the health of Americans. In: WILSON, T; TEMPLE, N. J. (Editors) *Beverages in nutrition and health*. Totowa, NJ: Humana Press, 2004. p. 351-368.

JANSSENS, J. P. et al. Effects of soft drink and table beer consumption on insulin response in normal teenagers and carbohydrate drink in youngsters. *Eur J Cancer Prev*, v. 8, n. 4, p. 289-95, Aug. 1999.

JOHNSON, L. et al. Reflections from a systematic review of dietary energy density and weight gain: is the inclusion of drinks valid? *Obes Rev*, v. 10, n. 6, p. 681-92, Nov. 2009.

KESSLER, D. A. *The end of overeating: taking control of the insatiable American appetite*. New York, NY: Rodale Press, 2009.

KLEIMAN, S.; NG, S. W.; POPKIN, B. Drinking to our health: can beverage companies cut calories while maintaining profits? *Obes Res*, v. 13, p. 258-274, Mar. 2012.

LEVY, R. B. et al. Disponibilidade de "açúcares de adição" no Brasil: distribuição, fontes alimentares e tendência temporal. *Rev Bras Epidemiol*, v. 15, p. 3-12, 2012.

LEVY-COSTA, R. B. et al Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). *Rev. Saúde Pública*, v. 39, n. 4, p. 530-40, 2005.

LIM, S. S. et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, v. 380, n. 9859, p. 2224-60, Dec. 15, 2012.

LEDIKWE, J. H. et al. Dietary energy density determined by eight calculation methods in a nationally representative United States population. *J Nutr*, v. 135, n. 2, p. 273-8, Feb. 2005.

LEDIKWE, J. H. et al. Low-energy-density diets are associated with high diet quality in adults in the United States. *J Am Diet Assoc*, v. 106, n. 8, p. 1172-80, Aug. 2006.

LIPSCHITZ, D. A. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care*, v. 21, n. 1, p. 55-67, Mar. 1994.

LOWE, M. R.; BUTRYN, M. L. Hedonic hunger: a new dimension of appetite? *Physiol Behav*, v. 91, p. 432-39, 2007.

LUDWIG, D. S. Technology, diet, and the burden of chronic disease. *JAMA*, v. 305, n. 13, p. 1352-1353, Apr. 2011.

\_\_\_\_\_; PETERSON, K. E.; GORTMAKER, S. T. Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. *The Lancet*, v. 357, n. 9255, p. 505-8, Feb. 2001.

MALIK, V. S.; SCHULZE, M. B.; HU, F. B. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *Am J Clin Nutr*, v. 84, n. 2, p. 274-88, 2006.



- MALIK, V. S. et al. Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care*, v. 33, n. 11, p. 2477-2483, Nov. 2010.
- MALIK, V. S. et al. Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, v. 98, n. 4, p. 1084-1102, 2013.
- MATHIAS, K. C.; SLINING, M. M.; POPKIN, B. M. Foods and beverages associated with higher intake of sugar-sweetened beverages. *Am J Prev Med*, v. 44, n. 4, p. 351-357, 2013.
- MATTES, R. D. Dietary compensation by humans for supplemental energy provided as ethanol or carbohydrate in fluids. *Physiol Behav*, v. 59, n. 1, p. 179-187, 1996.
- MCCRORY, M. A.; SUEN, V. M. M.; ROBERTS, S. B. Biobehavioral influences on energy intake and adult weight gain. *J Nutr*, v. 132, n. 12, p. 3830S-3834S, 2002.
- MONSIVAIS, P.; PERRIGUE, M. M.; DREWNOWSKI, A. Sugars and satiety: does the type of sweetener make a difference? *Am J Clin Nutr*, v. 86, p. 116-23, July 2007.
- MONTEIRO C. A. et al. A new classification of foods based on the extent and purpose of food processing. *Cad Saude Publica*, v. 26, p. 2039-49, 2010.
- MONTEIRO, C. A. et al. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. *Public Health Nutr*, v. 14, n. 1, p. 5-13, Jan. 2011.
- MONTONEN, J. et al. Consumption of sweetened beverages and intakes of fructose and glucose predict type 2 diabetes occurrence. *J Nutr*, v. 137, n. 6, p. 1447-1454, Jun 2007.
- MORENO L. A.; RODRÍGUEZ G. Dietary risk factors for development of childhood obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, v. 10, n. 3, p. 336-41, May 2007.
- MOURAO, D. et al. Effects of food form on appetite and energy intake in lean and obese young adults. *Int J Obes*, v. 31, n. 11, p. 1688-1695, 2007.
- MOZAFFARIAN, D. et al. Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. *N Engl J Med*, v. 364, n. 25, p. 2392-404, June 2011.
- MUNDLAK, Y. On the Pooling of time series and cross section data. *Econometrica*, v. 46, n. 1, p. 69-85, 1978.
- NANSEL, T. R. et al. Contextual factors are associated with diet quality in youth with type 1 diabetes mellitus. *J Acad Nutr Diet*, v. 114, n. 8, p. 1223-29, Aug. 2014.
- NEUHAUS, J. M.; KALBFLEISCH, J. D. Between- and within-cluster covariate effects in the analysis of clustered data. *Biometrics*, v. 54, n. 2, p. 638-45, 1998.
- PALMER, J. R. et al. Sugar-sweetened beverages and incidence of type 2 diabetes mellitus in African American women. *Arch Intern Med*, v. 168, n. 14, p. 1487-92, July 2008.
- PANAHI, S. et al. Caloric beverages consumed freely at meal-time add calories to an ad libitum meal. *Appetite*, v. 65, p. 75-82, 2013.

- PEREIRA, R. A. et al. Beverage consumption in Brazil: results from the first national dietary survey. *Public Health Nutr*, disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980014001657>. 2014.
- PEREIRA, R. A. et al. Sources of excessive saturated fat, trans fat and sugar consumption in Brazil: an analysis of the first Brazilian nationwide individual dietary survey. *Public Health Nutr*, doi:10.1017/S1368980012004892. 2012.
- PEREZ-ESCAMILLA, R. et al. Dietary energy density and body weight in adults and children: a systematic review. *J Acad Nutr Diet*, v. 112, n. 5, p. 671-84, May 2012.
- PIERNAS, C.; POPKIN, B. M. Food portion patterns and trends among U.S. children and the relationship to total eating occasion size, 1977-2006. *J Nutr*, v. 141, n. 6, p. 1159-1164, 2011.
- POPKIN, B. M.; BARCLAY, D. V.; NIELSEN, S. J. Water and food consumption patterns of U.S. adults from 1999 to 2001. *Obes Res*, v. 13, n. 12, p. 2146-52, Dec. 2005.
- RANAWANA, D. V.; HENRY, C. J. K. Are caloric beverages compensated for in the short-term by young adults? An investigation with particular focus on gender differences. *Appetite*, v. 55, n. 1, p. 137-146, 2010.
- RABE-HESKETH, S.; SKRONDAL, A. *Multilevel and longitudinal modeling using Stata*. 3rd ed. College Station, TX: Stata Press, 2012. 2 v, 974 p.
- REID, M. et al. Long-term dietary compensation for added sugar: effects of supplementary sucrose drinks over a 4-week period. *Br J Nutr*, v. 97, n. 1, p. 193-203, 2007.
- ROBERTS, S. B. High-glycemic index foods, hunger, and obesity: is there a connection? *Nutr Rev*, v. 58, n. 6, p. 163-9, June 2000.
- ROLLS, B. J. The relationship between dietary energy density and energy intake. *Physiol Behav*, v. 97, n. 5, p. 609-15, July 2009.
- \_\_\_\_\_; ROE, L. S.; MEENGs, J. S. Reductions in portion size and energy density of foods are additive and lead to sustained decreases in energy intake. *Am J Clin Nutr*, v. 83, n. 1, p. 11-7, Jan. 2006.
- ROSENHECK, R. Fast food consumption and increased caloric intake: a systematic review of a trajectory towards weight gain and obesity risk. *Obes Rev*, v. 9, n. 6, p. 535-547, 2008.
- SCHULZE, M. B. et al. Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *JAMA*, v. 292, n. 8, p. 927-34, Aug. 2004.
- SCHMIDT, M. I. et al. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. *The Lancet*, v. 377, n. 9781, p. 1949-1961, June 2011.
- SCHRODER, H. et al. Low energy density diets are associated with favorable nutrient intake profile and adequacy in free-living elderly men and women. *J Nutr*, v. 138, n. 8, p. 1476-81, Aug. 2008.

SCHRODER, H. et al. Energy density, diet quality, and central body fat in a nationwide survey of young Spaniards. *Nutrition*, v. 29, n. 11-12, p. 1350-5, Nov.-Dec. 2013.

SINGER, J. D.; WILLET J. B. *Applied longitudinal data analysis: modeling change and event occurrence*. New York, NY: Oxford, 2003. 644 p.

SLAVIN, J. Beverages and body weight: challenges in the evidence-based review process of the Carbohydrate Subcommittee from the 2010 Dietary Guidelines Advisory Committee. *Nutr Rev*, v. 70, p. S111-S120, 2012.

SNIJDERS, T. A. B.; BOSKER, R. J. *Multilevel Analysis: an introduction to basic and advanced multilevel modeling*. 2nd ed. London: Sage, 2011. 368 p.

SOENEN, S.; WESTERTERP-PLANTENGA, M. S. No differences in satiety or energy intake after high-fructose corn syrup, sucrose, or milk preloads. *Am J Clin Nutr*, v. 86, n. 6, p. 1586-94, Dec. 2007.

SOUZA, A. M. et al. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. *Rev. Saúde Pública*, v. 47, supl. 1, p. 190S-9S, 2013.

STATA CORP. *Stata*. Release 12. College Station, TX: Stata Corp LP, 2011.

\_\_\_\_\_. *Stata Longitudinal data / Panel data Reference manual: Release 12*. College Station, TX: Stata Press, 2012.

STOOKEY, J. D. et al. Replacing sweetened caloric beverages with drinking water is associated with lower energy intake. *Obesity*, v. 15, n. 12, p. 3013-3022, 2007.

STULL, A. J. et al. Liquid and solid meal replacement products differentially affect postprandial appetite and food intake in older adults. *J Am Diet Assoc*, v. 108, n. 7, p. 1226-30, July 2008.

TE MORENGA, L.; MALLARD, S.; MANN, J. Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ*, 346:e7492. doi:10.1136/bmj.e7492, Jan. 2013.

TORRES-REYNA, O. *Panel data analysis: fixed & random effects (using Stata 10.x)* (ver. 4.1). [2007?] Disponível em <http://dss.princeton.edu/training/Panel101R.pdf> . Acesso em 14 abr. 2014.

UN GENERAL ASSEMBLY. *Political declaration of the high-level meeting of the general assembly on the prevention and control of non-communicable diseases*. Sep. 2011. Disponível em: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/66/L.1](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/66/L.1) . Acesso em 20 mar. 2014.

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA); U. S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. *Dietary guidelines for Americans, 2010*. 7th. ed., Washington, DC: U. S. Government Printing Office, Dec. 2010. Disponível em: <http://www.cnpp.usda.gov/Publications/DietaryGuidelines/2010/PolicyDoc/PolicyDoc.pdf> . Acesso em 01 mar. 2014.

VARTANIAN, L. R.; SCHWARTZ, M. B.; BROWNELL, K. D. Effects of soft drink consumption on nutrition and health: a systematic review and meta-analysis. *Am J Public Health*, v. 97, n. 4, p. 667-75, Apr. 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *2008-2013 Action plan for the global strategy for the prevention and control of noncommunicable diseases*. Geneva: World Health Organization, 2008.

\_\_\_\_\_. *Physical status: The use and interpretation of anthropometry*. Geneva: World Health Organization, 1995.

\_\_\_\_\_. *WHO Global status report on noncommunicable diseases 2010*. Description of the global burden of NCDs, their risk factors and determinants. Geneva: World Health Organization, 2011.

\_\_\_\_\_. *WHO Global strategy on diet, physical activity and health*. France: World Health Organization, 2009. 21 p.

WOLF, A.; BRAY, G. A.; POPKIN, B. M. A short history of beverages and how our body treats them. *Obes Rev*, v. 9, n. 2, p. 151-164, 2008.

WOODWARD-LOPEZ, G.; KAO, J.; RITCHIE, L. To what extent have sweetened beverages contributed to the obesity epidemic? *Public Health Nutr*, v. 14, n. 3, p. 499-509, Mar. 2010.

WYMELBEKE, V. V. et al. Influence of repeated consumption of beverages containing sucrose or intense sweeteners on food intake. *Eur J Clin Nutr*, v. 58, n. 1, p. 154-61, Jan. 2004.

## APÊNDICE A – Clustered data in observational studies: applying mixed effects models with separated within- and between-subject effects

### Abstract

A difficulty in analyzing non-experimental data is to get closer to causal effects of an exposure factor in the outcome. To accomplish this, the challenge is to statistically control for confounders by measuring and including them in the regression model. In clustered data, as in repeated measures of the same subject, it is possible to estimate within-subject effects of a covariate in the response. The advantage of this approach is that within-subject effects are naturally controlled by all stable subject characteristics. The objective of this study is to compare two different methods to analyze correlated data (repeated measures) using mixed effects models. A standard mixed effects model with random intercepts was compared to a mixed effects model with separated within- and between-subject effects of a covariate of interest. The method was applied to a three-level hierarchical dataset from the National Dietary Survey 2008-2009 (Brazil) to examine the association between sugar-sweetened beverages and energy intake in breakfast meals. The mixed effects estimated were  $-0.31$  ( $p < 0.001$ ). The within-subject effects estimated were  $-0.42$  ( $p < 0.001$ ) and the between-subject effects estimate were  $-0.19$  ( $p < 0.001$ ). The linear combination test of the within- and between-subject effects showed they were different, and thus the between-subject effects and the mixed effects estimates are biased. We highlight that the advantage of a mixed model with separated effects is to produce a within-subject effects estimator that is not prone to confounding and better estimated standard errors. This approach could be applied to the analysis of observational data with repeated measures, in order to estimate unbiased within-subject effects.

*Key words:* mixed effects models; within-subject effects; dietary survey; control for confounding; observational studies.

## **Title: Clustered data in observational studies: applying mixed effects models with separated within- and between-subject effects**

### *Introduction*

A challenge in analyzing non-experimental data is to get closer to a valid causal inference, by measuring and including in a regression model, all variables that might confound the association of interest. The random assignment of subjects in a design experiment solve this problem, as the groups being compared are approximately equal with regard to all subject characteristics. For an observational study, however, it is quite difficult to measure all confounders, and omitted variables, that are important to the model might, bias the estimate of the effects of a covariate in the response. However, a method is available to mitigate this limitation of observational data, and that is to estimate the within-subject effects of a covariate in the response. The concept is to use each individual as his/her own control, and thus control for all stable subject characteristics, observed or not (ALLISON, 2009).

The objective of this study is to compare the same mixed model using two methods: a standard model and a model with the separation of within- and between-subject effects.

### *Mixed effects models*

Clustered data may include repeated measures of the same subject over time, as in a longitudinal study, or measures of subjects nested in clusters, such as schools, hospitals or neighborhoods. Observations within a cluster will exhibit positive correlation, and the correlation must be accounted for in the analysis. Ignoring the clustering generally leads to incorrectly estimated standard errors and hence incorrect p-values. In multilevel designs, observations may be clustered at more than one level (ARMITAGE, BERRY, MATTHEWS, 2002; FITZMAURICE, LAIRD, WARE, 2011). For example, repeated measures of the energy intake in meals of subjects, and subjects clustered by households. For instance, in this model example, meals are at level one, subjects at level two and households at level three in the analysis.

Among methods for the analysis of clustered data, regression models are versatile and widely used (FITZMAURICE, LAIRD, WARE, 2011; SINGER, WILLET, 2003). One important motivation for the use of regression models is the control of confounding. In studies

where randomization cannot be employed, these models allow for the assessment of the effects of covariates of interest while statically adjusting or controlling for confounding variables that have been included in the analysis (FITZMAURICE, LAIRD, WARE, 2011).

Linear mixed effects models are a very flexible class of regression models used to analyze multilevel data, and are designed to model and estimate within-cluster correlations (RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012). To explain this model, it is useful to compare it to a standard regression model without covariates. For a two-level clustered dataset, for example, a standard regression model can be written:

$$y_{ij} = \beta + \xi_{ij} \quad (1)$$

where  $y_{ij}$  is the response of a unit  $i$  (measurement occasion) in cluster  $j$  (subject),  $\xi_{ij}$  are residuals or error terms that are uncorrelated over both subjects and occasions. In a clustered dataset, however, repeated measurements of the same subject tend to be closer to each other than to the measurements of different subjects. It is possible to model the within-subject dependence by splitting the total residual or error  $\xi_{ij}$  into two error components: a permanent component  $\zeta_j$ , which is specific for each subject  $j$  and constant across occasions  $i$ ; and a component  $\epsilon_{ij}$ , which is specific to each occasion  $i$  for each subject  $j$  (RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012). Then, the model is:

$$y_{ij} = \beta + \zeta_j + \epsilon_{ij} \quad (2)$$

Here  $\zeta_j$  is the random deviation of subject  $j$ 's mean measurement from the overall mean  $\beta$ , and it is often called the random effect of a subject or the random intercept. The random intercept  $\zeta_j$  is then referred to as the level-2 residual and the component  $\epsilon_{ij}$  as the level-1 residual (RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012). The model obtained is a linear mixed effects regression model, also called a random-intercept model. In these models, the mean response is modeled as a combination of fixed effects that are assumed to be shared by all individuals and random effects that are unique or specific to a particular individual. The fixed effects are represented by the effects of covariates included in the model (FITZMAURICE, LAIRD, WARE, 2011).

### *Model Assumptions*

Given a three-level random intercept model with covariates, for example, we have repeated measurements  $i$  (level-1) of subjects  $j$  (level-2) nested in households  $k$  (level-3):

$$y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 x_{1jk} + \beta_2 x_{2jk} + \dots + \beta_n x_{njk} + \zeta_{jk}^{(2)} + \zeta_k^{(3)} + \epsilon_{ijk} \quad (3)$$

We let all observed covariates ( $x_{1jk}$  to  $x_{njk}$ ) in subjects  $j$  be denoted  $Xjk$ . It is assumed that the random-intercept  $\zeta_k^{(3)}$  has zero mean and variance  $\psi^{(3)}$ , given the covariates  $Xj$ ; that the subject-level random-intercept  $\zeta_{jk}^{(2)}$  has zero mean and variance  $\psi^{(2)}$ , given  $\zeta_k^{(3)}$  and  $Xj$ ; and the level-1 error (residual) term  $\epsilon_{ijk}$  has zero mean and variance  $\theta$ , given  $\zeta_k^{(3)}$ ,  $\zeta_{jk}^{(2)}$  and  $Xj$ . The error terms in the model are assumed to be uncorrelated across levels. It is also implied that there is zero correlation between covariates  $x_{ijk}$  and level-1 residual (level-1 exogeneity assumption) and zero correlation between covariates  $x_{ijk}$  and the random intercept  $\zeta_{jk}^{(2)}$  (level-2 exogeneity assumption) and the random intercept  $\zeta_k^{(3)}$  (level-3 exogeneity assumption). We predict all the random terms in order to perform residual diagnostics, keeping in mind that the predictions are based on normality assumptions and will appear more normal than when normality is violated. Nonetheless, the standard assumption of a normal distribution for  $\zeta_{jk}^{(2)}$  and  $\zeta_k^{(3)}$  is actually not required for consistent estimation of regression coefficients (RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012).

### *Types of covariates*

In multilevel models, the response variable always varies at the lowest level, taking on different values for different level-1 units within the same level-2 cluster. However, covariates can either vary at level-1 (and therefore usually also at level-2) or vary at level-2 only. Level-1 covariates  $x_{ij}$  that vary both within and between clusters can hence be decomposed in two components:  $x_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_{.j}) + \bar{x}_{.j}$ , where  $(x_{ij} - \bar{x}_{.j})$  only varies at level-1 (within-clusters component) and  $\bar{x}_{.j}$  only varies at level-2 (between-clusters component) (RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012).

### *Within- and between-subject effects of level-1 covariates*

In a random-intercept model, we can estimate the regression coefficients that represent the effects of a level-1 covariate in the response. This estimate represents neither a comparison between different level-2 units (subjects), or a comparison between occasions of the same



subject. This is neither purely a between-subject comparison nor purely a within-subject comparison (RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012).

An advantage of a linear mixed effects model is that it is possible to estimate the separated effects of a level-1 covariate. This can be accomplished by replacing the level-1 covariate  $x_{ij}$  in the model by its within- and between-cluster components (NEUHAUS, KALBFLEISCH, 1998; BEGG, PARIDES, 2003). Then, the model with covariates can be written as:

$$y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1^W(x_{1jk} - \bar{x}_{1.jk}) + \beta_1^B \bar{x}_{1.jk} + \beta_2 x_{2jk} + \dots + \beta_n x_{njk} + \zeta_{jk}^{(2)} + \zeta_k^{(3)} + \epsilon_{ijk} \quad (4)$$

where  $\beta_1^W$  is the within-subject regression coefficient and  $\beta_1^B$  is the between-subject regression coefficient of a given covariate.

#### *Test for equality of within- and between-subject components*

In a mixed effects model, the mixed estimator is expressed as a weighted average of the within- and the between-subject effects. The estimator for the mixed effects model therefore uses both the within- and between-subject information (SNIJDERS, BOSKER, 2011). The standard mixed regression model assumes that the between and within effects of a level-1 covariate are identical. It is possible to formally test the null hypothesis that the within and between coefficients are equal. If they are not equal, mixed effects estimators are biased and the effects should not be combined (NEUHAUS, KALBFLEISCH, 1998; RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012; FITZMAURICE, LAIRD, WARE, 2011).

The estimated between-subject effect of a level-1 covariate may differ from the estimated within-subject effect because of omitted subject-specific explanatory variables (confounders) that affect both the mean of the covariate of interest for subject  $j$ ,  $\bar{x}_{1.jk}$ , and the subject specific residual  $\zeta_{jk}^{(2)}$ , and hence the mean response for subject  $j$ ,  $\bar{y}_{.jk}$ , given the included explanatory variables. The random intercept  $\zeta_{jk}^{(2)}$  represents the effects of omitted level-2 covariates, and, in this case, there is correlation between the level-1 covariate  $x_{1jk}$  and the random intercept. We then have a violation of the level-2 exogeneity assumption. This problem is described as subject-level confounding or subject-level omitted-variable bias. Because confounders have not been adequately controlled for, the between-subject effect is likely to be an inconsistent estimate of the true effect (RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012).

We can relax the assumption that within- and between-subject effects are the same and get closer to the causal effect of a level-1 covariate by estimating and interpreting within-subject estimates that are not prone to confounding. The within-subject effects use only within-subject variation, resulting in each subject serving as his/her own control (RABE-HESKETH, SKRONDAL, 2012).

*Example: Food energy intake and sugar-sweetened beverages*

To illustrate the idea of within- and between-subject effects, we compare a standard mixed effects model with the same model allowing for separated within- and between-subject effects. For the analysis, we used the command *xtmixed* from the STATA software (STATA CORP, 2011; STATA CORP, 2012).

We used data from the Brazilian National Dietary Survey 2008-2009, a nationwide two-stage complex sample of households. The participants were 33,255 individuals, aged 10 years or older (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011). The data included repeated measures of breakfast meals  $i$ , of the same (nested) subject  $j$ , nested in household  $k$ . In this example, the objective is to examine the effects of sugar-sweetened beverages (SSB) on food energy intake in breakfast meals. The rationale is that liquid calories, as in SSB, are perceived differently from solid calories in the body, and, the hypothesis is that SSB induce a weak caloric compensation. Caloric compensation of SSB will occur when the intake of solid calories is reduced to compensate for the liquid calories added to a meal. The outcome is food energy intake (kcal) and the main explanatory variable is SSB intake (level-1 covariate). The model includes others level-1 (meal) and level-2 (subject) covariates to control for confounding. We fit two three-level random intercept models, using maximum likelihood estimation:

- Model 1: Standard mixed effects model

$$y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 x_{1jk} + \beta_2 x_{2jk} + \dots + \beta_{10} x_{10jk} + \zeta_{jk}^{(2)} + \zeta_k^{(3)} + \epsilon_{ijk} \quad (5)$$

- Model 2: Mixed effects model with separated within- and between-subject effects of SSB

$$y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1^W (x_{1jk} - \bar{x}_{1\cdot jk}) + \beta_1^B \bar{x}_{1\cdot jk} + \beta_2 x_{2jk} + \dots + \beta_{10} x_{10jk} + \zeta_{jk}^{(2)} + \zeta_k^{(3)} + \epsilon_{ijk} \quad (6)$$

Where:

- For the fixed part,  $x_{njk}$  are meal covariates (SSB intake, location, day of the week, time, energy intake of the previous meal, time interval since last meal) and subject covariates (sex, age group, BMI category and per capita income quartile);
- $\beta_1 x_{1jk}$  is the mixed effect estimate of SSB intake;
- $\beta_1^W (x_{1jk} - \bar{x}_{1.jk})$  is the within-subject effect component of SSB intake;
- $\beta_1^B \bar{x}_{1.jk}$  is the between-subject effect component of SSB intake;
- For the random part, we denote the random-intercepts  $\zeta_{jk}^{(2)}$  for subjects and  $\zeta_k^{(3)}$  for households.

**Table 1 – Results from Standard mixed effects model and mixed effects model with separated within- and between-subject effects.**

	Model 1		Model 2	
	Estimate	(SE)	Estimate	(SE)
<b>Fixed effects</b>				
Intercept	477*	40	486*	40
Mixed effect Coefficient of SSB	-0.31*	0.02		
Within-subject Coefficient of SSB‡			-0.42*	0.03
Between-subject Coefficient of SSB‡			-0.19*	0.03
<b>Random effects</b>				
Level-three variance	16,517	365	16,451	365
Level-two variance	8,873	298	8,899	298
Level-one variance	33,268	269	33,248	269
<b>Log-likelihood</b>	-434,360		-434,343	
<b>AIC</b>	868,780		868,748	

\* p-value < 0.001; ‡Linear test of equality: p-value < 0.0001; AIC = Akaike Information Criteria

The test of equality of coefficients demonstrated that the coefficients are not equal. The between-subject regression estimator and the mixed effects estimator are biased, perhaps because of omission of level-2 covariates that are important to the model.

On the other hand, the within-subject regression estimator is unbiased. The within-subject effects of SSB can be interpreted as the average difference in food energy intake

between meals of the same subject when one calorie of SSB is added to a meal, given the level-1 covariates. Level-2 covariates, whether observed or unobserved, are implicitly controlled for because the subject is held constant in the comparison, along with all of his/her invariant characteristics.

### *Final considerations*

Utilizing a mixed effects model that estimates the separate within- and between-subject effects of a covariate of interest is advantageous when it is suspected that important confounding level-2 variables may be omitted in the model. Moreover, this method mitigates the limitation of an observational study, namely that no randomization can be applied. The inclusion of random effects for the clusters also better estimates standard errors, producing a better error structure.

In summary, this method is useful for clustered observational studies and should be more widely adopted when analyzing complex multilevel datasets.

### **References**

ALLISON, P. D. *Fixed effects regression models*. Series: Quantitative applications in the social sciences. Thousand Oaks, CA: Sage, 2009. 123 p.

ARMITAGE, P.; BERRY, G.; MATTHEWS, J. N. S. *Statistical methods in medical research*. 4th ed. Malden, MA: Blackwell Science, 2002. 817 p.

BEGG, M. D.; PARIDES, M. K. Separation of individual-level and cluster-level covariate effects in regression analysis of correlated data. *Statist Med*, v. 22, n. 16, p. 2591-2602, 2003.

FITZMAURICE, G. M.; LAIRD, N. M.; WARE, J. H. *Applied longitudinal analysis*. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011. 740 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150 p.

NEUHAUS, J. M.; KALBFLEISCH, J. D. Between- and within-cluster covariate effects in the analysis of clustered data. *Biometrics*, v. 54, n. 2, p. 638-45, 1998.

RABE-HESKETH, S.; SKRONDAL, A. *Multilevel and longitudinal modeling using Stata*. 3rd ed. College Station, TX: Stata Press, 2012. 2 v, 974 p.

SINGER, J. D.; WILLET J. B. *Applied longitudinal data analysis: modeling change and event occurrence*. New York, NY: Oxford. 2003. 644 p.

SNIJDERS, T. A. B.; BOSKER, R. J. *Multilevel analysis: an introduction to basic and advanced multilevel modeling*. 2nd ed. London: Sage, 2011. 368 p.

STATA CORP. *Stata*. Release 12. College Station, TX: Stata Corp LP, 2011.

\_\_\_\_\_. *Stata longitudinal data / Panel data reference manual: Release 12*. College Station, TX: Stata Press, 2012.

**APÊNDICE B** – Comandos utilizados nas análises, software STATA 12.1

– **Componentes intra- e entre-indivíduo da variável “consumo de bebidas adoçadas”:**

```
by idind, sort : egen float mbebida_cal = mean(bebida_cal)
g dbebida_cal = bebida_cal - mbebida_cal
```

– **Modelo final, café da manhã e almoço:**

```
xtmixed kcal dbebida_cal mbebida_cal i.local i.dia i.horario i.tempoantes kcal_antes
      i.cod_sexo i.faixa_etaria i.imc_cat i.renda || iddom: || idind:, variance
lincom dbebida_cal - mbebida_cal
```

– **Modelo final, jantar:**

```
xtmixed kcal mbebida_cal i.local i.dia i.horario i.tempoantes kcal_antes i.cod_sexo
      i.faixa_etaria i.imc_cat i.renda##c.dbebida_cal || iddom: || idind:, variance
contrast i.renda#c.dbebida_cal
margins, dydx(dbebida_cal) over(renda)
```

APÊNDICE C – Resultado da regressão com intercepto randômico

**Tabela 2 – Resultado da regressão com intercepto randômico para análise do café da manhã, Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.**

<b>Efeitos Fixos</b>	<b>Beta</b>	<b>EP</b>	<b>IC 95%</b>	
<b>Componente intra-indivíduo da bebida adoçada</b>	-0,42 ***	0,03	-0,48	-0,37
<b>Componente entre-indivíduo da bebida adoçada</b>	-0,19 ***	0,03	-0,25	-0,13
<b>Local</b>				
Dentro do domicílio	(referência)			
Fora do domicílio	-32,50 ***	3,39	-39,15	-25,85
<b>Dia da semana</b>				
Dia de semana	(referência)			
Fim de semana	-0,09 *	2,38	-4,75	4,57
<b>Horário (horas)</b>				
3:00	(referência)			
4:00	-20,51	45,52	-109,73	68,71
5:00	-113,78 **	40,37	-192,90	-34,67
6:00	-81,50 *	39,59	-159,11	-3,90
7:00	-61,42	39,53	-138,89	16,06
8:00	-55,94	39,54	-133,45	21,56
9:00	-63,83	39,59	-141,43	13,77
10:00	-40,16	39,70	-117,97	37,65
<b>Intervalo entre refeição anterior e refeição de interesse (horas)</b>				
Sem refeição anterior	(referência)			
1	-58,85 ***	5,67	-69,97	-47,73
2	-71,20 ***	5,86	-82,68	-59,72
3	-65,87 ***	6,72	-79,03	-52,70
4	-54,08 ***	10,21	-74,08	-34,08
5	0,62	24,15	-46,71	47,95
6	274,54 ***	47,97	180,53	368,55
7	131,80	121,12	-105,58	369,18
<b>Consumo calórico na refeição anterior</b>	0,78 ***	0,02	0,74	0,81
<b>Sexo</b>				
Masculino	(referência)			
Feminino	-65,52 ***	1,94	-69,32	-61,73
<b>Faixa etária</b>				
Adolescente	(referência)			
Adulto	-23,11 ***	2,59	-28,19	-18,02
Idoso	-61,82 ***	3,98	-69,61	-54,02

<b>Categorias de IMC</b>				
Eutrófico	(referência)			
Sobrepeso	-6,01 *	2,40	-10,73	-1,30
Obeso	-2,77	3,34	-9,31	3,77
<b>Quartos de renda familiar per capita</b>				
1°.	(referência)			
2°.	17,19 ***	4,30	8,76	25,63
3°.	12,34 **	4,27	3,98	20,71
4°.	16,91 ***	4,24	8,61	25,22
<b>Intercepto</b>	474,85 ***	39,67	397,09	552,61

<b><u>Efeitos aleatórios</u></b>	<b><u>Estimativa</u></b>	<b><u>EP</u></b>
<b>Variância entre-domicílios</b>	16.451	365
<b>Variância entre-indivíduos</b>	8.899	298
<b>Variância intra-indivíduos</b>	33.248	269

EP = Erro-padrão

IC 95% = Intervalo de confiança 95%

\* p-valor<0,05; \*\* p-valor<0,01; \*\*\* p-valor<0,001



**Tabela 3 – Resultado da regressão com intercepto randômico para análise do almoço, Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.**

<b>Efeitos Fixos</b>	<b>Beta</b>	<b>EP</b>	<b>IC 95%</b>	
<b>Componente intra-indivíduo da bebida adoçada</b>	-0.03	0.02	-0.07	0.01
<b>Componente entre-indivíduo da bebida adoçada</b>	0.21 ***	0.02	0.17	0.25
<b>Local</b>				
Dentro do domicílio	(referência)			
Fora do domicílio	-6.72	3.95	-14.47	1.02
<b>Dia da semana</b>				
Dia de semana	(referência)			
Fim de semana	14.42 ***	3.45	7.66	21.19
<b>Horário (horas)</b>				
11:00	(referência)			
12:00	16.35 ***	4.11	8.28	24.41
13:00	11.51 *	5.18	1.36	21.66
<b>Intervalo entre refeição anterior e refeição de interesse (horas)</b>				
Sem refeição anterior	(referência)			
1	-59.27 ***	9.17	-77.23	-41.30
2	-53.41 ***	7.92	-68.93	-37.90
3	-46.76 ***	7.75	-61.96	-31.57
4	-35.13 ***	7.58	-49.98	-20.28
5	-14.97 *	7.60	-29.86	-0.08
6	-4.65	8.56	-21.42	12.13
7	-5.29	13.59	-31.91	21.34
8	-49.77	39.44	-127.08	27.54
9	270.28 *	127.96	19.48	521.09
10	204.77	122.39	-35.11	444.64
<b>Consumo calórico na refeição anterior</b>	0.10 ***	0.00	0.09	0.11
<b>Sexo</b>				
Masculino	(referência)			
Feminino	-163.80 ***	2.58	-168.85	-158.75
<b>Faixa etária</b>				
Adolescente	(referência)			
Adulto	72.60 ***	3.42	65.90	79.29
Idoso	13.90 **	5.36	3.39	24.40
<b>Categorias de IMC</b>				
Eutrófico	(referência)			
Sobrepeso	17.52 ***	3.21	11.23	23.81
Obeso	25.37 ***	4.46	16.62	34.12

<b>Quartos de renda familiar per capita</b>				
1°.	(referência)			
2°.	14.26 *	6.42	1.67	26.85
3°.	16.66 *	6.36	4.19	29.12
4°.	14.06 *	6.34	1.64	26.47
<b>Intercepto</b>	663.13 ***	8.97	645.55	680.72

<b>Efeitos aleatórios</b>	<b>Estimativa</b>	<b>EP</b>
<b>Variância entre-domicílios</b>	42.022	791
<b>Variância entre-indivíduos</b>	7.129	534
<b>Variância intra-indivíduos</b>	70.532	576

EP = Erro-padrão

IC 95% = Intervalo de confiança 95%

\* p-valor<0,05; \*\* p-valor<0,01; \*\*\* p-valor<0,001

**Tabela 4 – Resultado da regressão com intercepto randômico para análise do jantar, Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.**

<b>Efeitos Fixos</b>	<b>Beta</b>	<b>EP</b>	<b>IC 95%</b>	
<b>Componente intra-indivíduo da bebida adoçada</b>	-0.22 ***	0.06	-0.34	-0.09
<b>Componente entre-indivíduo da bebida adoçada</b>	0.08 ***	0.02	0.03	0.12
<b>Local</b>				
Dentro do domicílio	(referência)			
Fora do domicílio	-0.39	4.81	-9.82	9.03
<b>Dia da semana</b>				
Dia de semana	(referência)			
Fim de semana	5.47	3.41	-1.21	12.15
<b>Horário (horas)</b>				
18:00	(referência)			
19:00	13.64 ***	3.96	5.87	21.41
20:00	-0.60	4.36	-9.14	7.95
21:00	-8.83	5.30	-19.21	1.56
<b>Intervalo entre refeição anterior e refeição de interesse (horas)</b>				
Sem refeição anterior	(referência)			
1	-292.43 ***	54.40	-399.05	-185.82
2	-284.30 ***	54.20	-390.52	-178.07
3	-284.84 ***	54.11	-390.90	-178.78
4	-279.03 ***	54.09	-385.04	-173.02
5	-267.98 ***	54.13	-374.06	-161.90
6	-246.85 ***	54.12	-352.91	-140.78
7	-236.18 ***	54.07	-342.15	-130.21
8	-219.95 ***	54.13	-326.05	-113.86
9	-189.85 ***	54.65	-296.95	-82.74
10	-142.94 *	58.51	-257.61	-28.27
11	-48.17	69.58	-184.54	88.21
12	-177.03 *	68.04	-310.39	-43.67
13	-44.07	73.98	-189.08	100.93
14	-124.86	92.27	-305.70	55.99
15	44.27	137.21	-224.65	313.20
17	232.93	324.57	-403.21	869.07
<b>Consumo calórico na refeição anterior</b>	0.11 ***	0.00	0.11	0.12
<b>Sexo</b>				
Masculino	(referência)			
Feminino	-106.01 ***	2.45	-110.81	-101.22
<b>Faixa etária</b>				
Adolescente	(referência)			
Adulto	31.50 ***	3.16	25.30	37.70
Idoso	-25.71 ***	5.00	-35.51	-15.91

<b>Categorias de IMC</b>				
Eutrófico	(referência)			
Sobrepeso	-2.04 *	2.98	-7.88	3.81
Obeso	-0.44	4.17	-8.61	7.72
<b>Quartos de renda familiar per capita</b>				
1°.	(referência)			
2°.	1.10	5.76	-10.19	12.40
3°.	0.55	5.73	-10.69	11.78
4°.	-25.44 ***	5.74	-36.69	-14.19
<b>Quartos de renda familiar per capita x Componente intra-indivíduo da bebida adoçada (interação)</b>				
1°.	(referência)			
2°.	0.09	0.08	-0.07	0.26
3°.	0.19 *	0.08	0.04	0.35
4°.	0.20 **	0.08	0.05	0.35
<b>Intercepto</b>	650.62 ***	54.21	544.37	756.86

<b>Efeitos aleatórios</b>	<b>Estimativa</b>	<b>EP</b>
<b>Variância entre-domicílios</b>	31.877	638
<b>Variância entre-indivíduos</b>	1.134	492
<b>Variância intra-indivíduos</b>	69.374	582


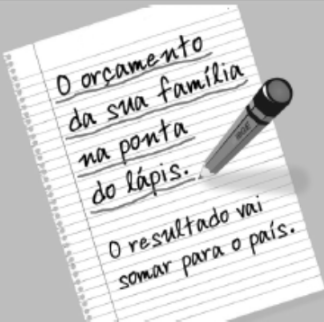
EP = Erro-padrão

IC 95% = Intervalo de confiança 95%

\* p-valor<0,05; \*\* p-valor<0,01; \*\*\* p-valor<0,001

**ANEXO A – Bloco de registro de consumo de alimentos utilizado no Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009**

**Figura 3 – Bloco de registro de consumo de alimentos utilizado no Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.**

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão  Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Diretoria de Pesquisas Coordenação de Trabalho e Rendimento Gerência da Pesquisa de Orçamentos Familiares								
<b>Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 - 2009</b>								
<b>POF 7 - Bloco de Consumo Alimentar Pessoal</b>								
<b>70</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DO QUESTIONÁRIO</b>							
01	IDENTIFICAÇÃO GERAL							
	UF 	MUNICÍPIO 	SUBDIS- TRITO 	SETOR 	Nº DE ORDEM NA LISTAGEM 			
02	IDENTIFICAÇÃO POF							
	UF 	SEQUENCIAL 	DV 	CÓDIGO DO DOMICÍLIO 	PERÍODO TEÓRICO 	PERÍODO REAL 	Nº DA UC 	Nº DO INFORMANTE 
03	NOME DO INFORMANTE _____							
04	TOTAL DE DIAS PESQUISADOS							
05	REGISTROS FEITOS PELO PRÓPRIO INFORMANTE?      1 <input type="checkbox"/> SIM      3 <input type="checkbox"/> NÃO							
<p><b>Prezado(a) senhor(a),</b>          A sua colaboração no preenchimento deste bloco representa uma efetiva contribuição para o sucesso da Pesquisa de Orçamentos Familiares. Recordamos que as informações prestadas serão usadas exclusivamente para fins estatísticos e serão mantidas em sigilo, conforme estabelecido na lei 5.534 de 14/11/1968.          Muito obrigado por sua colaboração.</p>								
								

71	1	DATA: 17 / 06 / 2008	DIA DO POF 3: 1	DIA DA SEMANA: Terça-feira	1ª DIA (CONTINUA)
<b>2 SITUAÇÃO DO QUADRO</b>					
1 <input checked="" type="checkbox"/> PESQUISADO COM REGISTRO      3 <input type="checkbox"/> PESQUISADO SEM REGISTRO      5 <input type="checkbox"/> NÃO-PESQUISADO					
<b>INTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO QUADRO</b>					
1 - Registre a quantidade de todos os alimentos consumidos por você, no domicílio ou fora, conforme exemplo de preenchimento desta página. D - Domicílio: o alimento consumido é proveniente do seu domicílio. F - Fora: o alimento é adquirido e também consumido fora do seu domicílio. 2 - Procure descrever separadamente todos os itens consumidos. Se não for possível, registre junto, conforme o seguinte exemplo: 1 pão francês com manteiga. 3 - Escolha dois dias da semana, com um intervalo de pelo menos um dia entre eles, para registrar seu consumo.					
_____ utiliza com frequência: <input type="checkbox"/> Açúcar <input checked="" type="checkbox"/> Adoçante <input type="checkbox"/> Açúcar e Adoçante <input type="checkbox"/> Não utiliza					
FUNTE DO ALIMENTO	HORÁRIO	DESCRIÇÃO DO ALIMENTO CONSUMIDO			
(3)	(4)	(5)			
D	7h	1 copo médio de café			
D	7h	2 ovos de galinha fritos			
D	7h	3 pontas de faca de manteiga			
D	7h	1 copo grande de leite com sabor			
D	7h	1 pão francês			
F	7h	2 balas			
F	9h	1 laranja			
F	10h	2 bifés de alcatra fritos			
F	13h	1 porção de batata-inglesa cozida			
F	13h	0,5 copo médio de café			
F	13h	1 taça de salada de frutas			
F	13h	3 escumadeiras de arroz			
F	13h	1 copo grande de refrigerante de guaraná			
F	13h	2 fatias de queijo prato			
F	16h	2 rodélias de atacashi			
D	18h	3 conchas de sopa de legumes			
D	20h	1 colher de sopa de azeite de oliva			
D	20h	3 colheres de sopa de doce de abóbora			
F	23h	1 lata de 350 ml de cerveja			

PESQUISA DE ORÇAMENTOS FAMILIARES 2008-2009			
Anexo auxiliar do POF 7 - Bloco de Consumo Alimentar Pessoal			
Para facilitar o preenchimento deste instrumento de coleta, utilize os exemplos abaixo.			
MEDIDAS			
Asa	Copo de cafezinho	Como	Prato de sobremesa
Bago	Copo de requeijão	Gramas	Prato fundo
Banda	Copo grande	Lata de ___ ml	Prato raso
Barra	Copo médio	Litro	Quilo
Bife	Copo tulipa	Maço	Ramo
Bisnaga	Costela	Metade	Rodela
Bola	Coxa	Mililitros	Sachê
Cacho	Cumbuca	Pacote	Saco
Caneca	Dose	Pedaço	Sobrecoxa
Caneco	Escumadeira	Pegador	Tablete
Casquinha	Espetinho	Peito	Taça
Colher de arroz / servir	Espeto	Pescoço	Tigela
Colher de café	Espiga	Pires	Unidade
Colher de chá	Fatia	Ponta de faca	Unidade pequena
Colher de sobremesa	Filé	Porção	Xícara de café
Colher de sopa	Folha	Punhado	Xícara de chá
Concha	Garfada	Posta	
Copo americano	Garrafa de ___ ml	Pote	
PREPARAÇÕES			
Cru(a)	Empanado(a)/à milanesa	Com manteiga/óleo	
Cozido(a)	Refogado(a)	Ao vinagrete	
Grelhado(a)/brasa/churrasco	Molho vermelho	Ensopado(a)	
Assado(a)	Molho branco	Mingau	
Frito(a)	Ao alho e óleo	Sopa	

## ANEXO B – Bebidas adoçadas consideradas no presente estudo

**Quadro 3 – Código e descrição das bebidas adoçadas consideradas no presente estudo, da Tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil.**

<b>Código item</b>	<b>Descrição do alimento</b>	<b>Descrição na referência</b>
8200101	Refrigerante de cola tradicional	Soda pop or soft drink, Coke
8200102	Coca cola tradicional	Soda pop or soft drink, Coke
8200202	Fanta laranja tradicional	Soda pop or soft drink, Fruit flavored, regular, caffeine free
8200208	Sukita tradicional	Soda pop or soft drink, Fruit flavored, regular, caffeine free
8200301	Refrigerante de guaraná tradicional	Refrigerante, tipo guaraná
8200302	Guaraná tradicional	Refrigerante, tipo guaraná
8200407	Sprit refrigerante tradicional	Soda pop or soft drink, lemon-lime or lemon sour, regular
8200505	Fanta uva tradicional	Soda pop or soft drink, Fruit flavored, regular, caffeine free
8201104	Mate tradicional	Tea, Yerba mate
8201802	Tubaína tradicional	Refrigerante, tipo guaraná
8202402	Q-suco	Juice or flavored drink, dry mix, unprepared, fruit flavored drink, presweetened, sugar
8202403	Q-refresko	Juice or flavored drink, dry mix, unprepared, fruit flavored drink, presweetened, sugar
8203501	Refrigerante não especificado	Soda pop or soft drink, Coke
8204902	Água tônica tradicional	Tonic water, regular
8205402	Paraguai refrigerante tradicional	Refrigerante, tipo guaraná
8500401	Suco	Juice or flavored drink, orange, juice, fresh

<b>Código item</b>	<b>Descrição do alimento</b>	<b>Descrição na referência</b>
<b>8500402</b>	Suco de abacaxi	Juice or flavored drink, pineapple, juice, plain, purchased ready-to-drink
<b>8500403</b>	Suco de acerola	Juice or flavored drink, acerola juice
<b>8500404</b>	Suco de beterraba	Juice or flavored drink, carrot-beet juice
<b>8500405</b>	Suco de cupuaçu	Cupuaçu, cru (50% fruta, 50% água)
<b>8500406</b>	Suco de goiaba	Juice or flavored drink, guava nectar
<b>8500407</b>	Suco de laranja	Juice or flavored drink, orange, juice, fresh
<b>8500408</b>	Suco de laranja com banana	Juice or flavored drink, orange, juice, orange-banana
<b>8500409</b>	Suco de laranja e beterraba	Juice or flavored drink, carrot-beet juice
<b>8500410</b>	Suco de laranja e cenoura	Juice or flavored drink, carrot-beet juice
<b>8500411</b>	Suco de laranja cenoura e beterraba	Juice or flavored drink, carrot-beet juice
<b>8500412</b>	Suco de mamão	Juice or flavored drink, papaya juice
<b>8500413</b>	Suco de manga	Juice or flavored drink, mango nectar
<b>8500414</b>	Suco de maracujá	Juice or flavored drink, passion fruit, juice
<b>8500415</b>	Suco de melão	Juice or flavored drink, watermelon juice
<b>8500416</b>	Suco de morango	Juice or flavored drink, strawberry juice



<b>Código item</b>	<b>Descrição do alimento</b>	<b>Descrição na referência</b>
<b>8500417</b>	Suco de pêsego	Juice or flavored drink, peach juice (sweetened)
<b>8500418</b>	Suco de pêsego em calda	Juice or flavored drink, peach juice (sweetened)
<b>8500601</b>	Refresco	Juice or flavored drink, unknown fruit or flavor, unknown if juice, drink or nectar
<b>8500602</b>	Refresco de caju	Juice or flavored drink, unknown fruit or flavor, unknown if juice, drink or nectar
<b>8500603</b>	Refresco de groselha	Juice or flavored drink, unknown fruit or flavor, unknown if juice, drink or nectar
<b>8500604</b>	Refresco de laranja	Juice or flavored drink, unknown fruit or flavor, unknown if juice, drink or nectar
<b>8500605</b>	Refresco de maracujá	Juice or flavored drink, unknown fruit or flavor, unknown if juice, drink or nectar
<b>8500606</b>	Refresco de limão	Juice or flavored drink, unknown fruit or flavor, unknown if juice, drink or nectar
<b>8507901</b>	Suco orgânico	Juice or flavored drink, orange, juice, fresh
<b>8507902</b>	Suco de abacaxi orgânico	Juice or flavored drink, pineapple, juice, plain, purchased ready-to-drink
<b>8507903</b>	Suco de acerola orgânico	Juice or flavored drink, acerola juice
<b>8507906</b>	Suco de goiaba orgânico	Juice or flavored drink, guava nectar

<b>Código item</b>	<b>Descrição do alimento</b>	<b>Descrição na referência</b>
<b>8507907</b>	Suco de laranja orgânico	Juice or flavored drink, orange, juice, fresh
<b>8507911</b>	Suco de laranja cenoura e beterraba orgânico	Juice or flavored drink, carrot-beet juice
<b>8507913</b>	Suco de manga orgânico	Juice or flavored drink, mango nectar
<b>8507914</b>	Suco de maracujá orgânico	Juice or flavored drink, passion fruit, juice
<b>8507916</b>	Suco de morango orgânico	Juice or flavored drink, strawberry juice
<b>8507917</b>	Suco de pêssego orgânico	Juice or flavored drink, peach juice (sweetened)
<b>8507918</b>	Suco de pêssego em calda orgânico	Juice or flavored drink, peach juice (sweetened)

## ANEXO C – Aprovação do Comitê de Ética

Figura 4 – Aprovação do Comitê de Ética.



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
Instituto de Medicina Social  
Rua São Francisco Xavier, 524 / 7º andar / Bloco D - Maracanã  
CEP: 20550-900 - Rio de Janeiro - BRASIL  
TEL: 55-021-2334-0504 ramal 108  
FAX: 55-021-2334-2152



---

## DECLARAÇÃO

Declaramos que o protocolo do projeto de pesquisa "Consumo alimentar, adequação de consumo de macro e micronutrientes e alimentos mais consumidos fora do domicílio: análise do módulo de consumo individual da pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009, Brasil" (Registro CAAE 0011.0.259.000-11), coordenado por Amanda de Moura Souza, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Medicina Social da UERJ na presente data.

Rio de Janeiro, 19 de julho de 2011



MARIA HELENA COSTA-COUTO  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa  
Instituto de Medicina Social