

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

LARISSA BARBOSA CARDOSO

**Essays on economics of obesity and food prices:
Theory and empirical evidences for brazil**

Porto Alegre

2015

LARISSA BARBOSA CARDOSO

**ESSAYS ON ECONOMICS OF OBESITY AND FOOD PRICES:
THEORY AND EVIDENCES FOR BRAZIL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Economia, com ênfase em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Giacomino Balbinotto Neto

Porto Alegre

2015

CIP - Catalogação na Publicação

Barbosa Cardoso, Larissa
Essays on economics of obesity and food prices:
theory and empirical evidences for Brazil / Larissa
Barbosa Cardoso. -- 2015.
135 f.

Orientador: Giacomó Balbinotto Neto .

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas,
Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre,
BR-RS, 2015.

1. Obesidade. 2. Índice de massa corporal. 3.
Preços de alimentos. 4. Impostos sobre refrigerantes.
5. Elasticidade preço. I. Balbinotto Neto , Giacomó ,
orient. II. Título.

LARISSA BARBOSA CARDOSO

**ESSAYS ON ECONOMICS OF OBESITY AND FOOD PRICES: THEORY AND
EVIDENCES FOR BRAZIL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Economia, com ênfase em Economia Aplicada.

Aprovada em: Porto Alegre, 04 de Agosto de 2015.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Giacomino Balbinotto Neto (Orientador)
UFRGS

Prof. Dr. Sérgio Pinheiro Firpo
FGV-SP

Prof. Dr. Edson Paulo Domingues
UFMG

Prof. Dr. Everton Nunes da Silva
UNB

Prof. Dr. Ricardo Letizia Garcia
UERGS

Dedico esse trabalho aos meus avós: Carmem e João, Raimundo e Tercília (ambos em memória).

AGRADECIMENTOS

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho” (Abraham Lincoln). O êxito tão almejado que agora se torna real não seria possível sem a ajuda que obtive para dizimar as dificuldades que apareceram ao longo da caminhada. Por isso, gostaria de agradecer e dedicar a todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a concretização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço aos meus orientadores Giácomo Balbinotto Neto e Lisa Powell. Sem a ajuda de vocês, com certeza teria sido muito mais difícil desenvolver este trabalho. Ao Giácomo, agradeço pela confiança depositada em mim, pelas discussões e contribuições sempre pertinentes que foram muito importantes para o aprimoramento deste trabalho. Não posso esquecer-me dos incentivos constantes em empreender novos horizontes na minha trajetória acadêmica. À Lisa sou grata pela recepção na Universidade de Illinois em Chicago, às brilhantes orientações metodológicas dispensadas ao meu trabalho. Regressões após regressões e a paciência em analisar cada detalhe era a mesma. A vocês, é pouco dizer muito obrigada!!

Não posso deixar de agradecer à Flava que tanto me ajudou concretizar os resultados deste trabalho. Desde as lições de como trabalhar com a POF e com os modelos de equilíbrio geral, até a paciência de me aguentar reclamando das dificuldades que foram surgindo. Inesquecível o fatídico dia na Illini Union em Urbana-Champaign quando tudo parecia impossível, eu reclamando e você ali rindo de mim e me tranquilizando. Você estava certa... ia dar certo.. e deu.

Meus sinceros agradecimentos também aos Professores Rafael Claro (UFMG) e Augusto Monteiro (USP) que gentilmente disponibilizaram o Aquinut e seus respectivos documentos de conversão nutricional, importantíssimo para que eu pudesse categorizar corretamente os alimentos descritos na POF em grupos de acordo com os critérios da Nutrição. Gostaria de agradecer também ao Roy Wada do IHRP pelo auxílio prestado na elaboração da rotina de estimação do *two-part model*.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada por compartilharem o conhecimento e me prepararem para o desafio de elaborar este trabalho.

Agradeço em especial ao Prof. Flávio Feijó pela disposição de compartilhar seus conhecimentos engrandecendo este trabalho e pela soluções acertadas aos problemas enfrentados no modelo de insumo-produto; e ao Prof. Hudson Torrent cujas exímias aulas me abriam caminhos e mitigaram muitas dificuldades.

Aos meus colegas de doutorado Pilar, Vivian e Helton pelo companheirismo que nunca deixou de existir durante essa dura jornada. Compartilhamos angústias, alegrias, dificuldades, desafios, os quais nos aproximaram e nos impulsionaram. Vocês fazem parte da construção deste trabalho. E aos demais colegas, Gabrielito, Júlio Cesar, Rodrigo, Paulo pela troca de conhecimento, pelo apoio mútuo, pelas conversas nos corredores e pelas risadas nos momentos difíceis e não tão difíceis.

À Capes pelo auxílio financeiro e ao *Institute for Health and Research Police* da Universidade de Illinois em Chicago (UIC) por ceder a estrutura necessária para desenvolver parte deste trabalho. Às funcionárias da secretaria do PPGE, Iara, Raquel, Lourdes e Cláudia, pela presteza e gentileza. À bibliotecária Lilian pelas orientações e auxílios na formatação e adequação da tese às normas da ABNT.

A minha família. Mami, Papi, Lauri, Jason e Lauren, amo muito vocês e agradeço por ajudarem a me tornar quem sou hoje, pelo apoio incondicional e por renovar a cada dia as minhas energias para seguir em frente. A toda família Buscapé que abraçou o meu doutorado (inicialmente uma loucura, dada a distância e o desconhecido), me encorajou e torceu para que tudo desse certo. Em especial, agradeço às minhas primas Gatinha e Reja's pelo apoio e incentivo a seguir em frente, mesmo nos momentos de desânimo.

Às amigas de república Barbret, Debrina e Nina pelos momentos de descontração. Agradeço especialmente à Adriana que me amparou e propiciou a tranquilidade necessária para que eu seguir em frente quando tudo parecia obscuro. Aos amigos do IHRP, em especial, Ramona, Tanken, Pavel, Adam, Maryam e Dave, pela acolhida e pelo intercâmbio de conhecimento econômico e cultural. Agradeço a Lívia pela sua amizade que ajudou a tornar os momentos em Chicago mais fáceis e pela torcida por minha vitória. Aos amigos que, em muitos momentos de conversas ao telefone, me impulsionaram e me fizeram sentir forte e capaz de concretizar o meu objetivo. Aos colegas do Sesi-RS pelas palavras de incentivo e apoio.

Por fim, e não por isso menos importante, agradeço a Deus por me acompanhar em todos os momentos e por conceder a mim a inteligência e a capacidade necessária para concretizar este trabalho, e por me dar dia após dia a esperança de dias melhores...

...dias melhores para sempre!!

Sugar, rum, and tobacco are commodities which are nowhere necessities of life, which are become objects of almost universal consumption, and which are therefore extremely proper subjects of taxation.

— Adam Smith, *The Wealth of Nations*, 1776

RESUMO

O objetivo desta tese é analisar a influência do preço dos alimentos sobre o crescimento da obesidade no Brasil e avaliar os efeitos de uma política baseada no preço como instrumento de prevenção da obesidade. Essas questões foram analisadas em três ensaios que utilizam da estrutura econômica, baseada no princípio de racionalidade econômica, para compreender as escolhas individuais quanto à ingestão e gasto calóricos e a dinâmica do ganho de peso dos brasileiros. O ensaio 1 identifica as principais mudanças no índice de massa corporal (IMC) dos brasileiros e estima a contribuição dos preços dos alimentos a partir dos métodos de distribuição relativa e de decomposição contrafactual. Verificou-se que, concomitante ao aumento da obesidade, um deslocamento para a direita da distribuição do IMC revelando: *a*) uma maior densidade de indivíduos nas regiões de sobrepeso e obesidade; e *b*) um aumento do IMC mediano uma maior dispersão em torno deste. Os resultados indicaram que o aumento de preço observado entre 2002 e 2009 foi importante para conter o avanço da obesidade. Contudo, o efeito dessa variação (efeito nível) foi inferior àquele verificado para a mudança do impacto dos alimentos sobre o IMC (efeito estrutura). Os preços de alimentos como refrigerantes, carne e leite integral mostraram-se bastante significativos. Por outro lado, a renda e os anos de estudo contribuíram positivamente para o aumento do IMC no período analisado. Considerando os efeitos obtidos para o preço de refrigerantes sobre o IMC, bem como sua associação positiva do consumo desta bebida com obesidade, os ensaios 2 e 3 avaliaram os efeitos individuais e agregados, respectivamente, da adoção uma política de saúde baseada no aumento de impostos sobre bebidas açucaradas. No ensaio 2, adotou-se o modelo de duas partes para estimar as elasticidades preço demanda, as quais indicaram que o aumento do preço de bebidas açucaradas (refrigerantes e sucos) reduz o consumo, especialmente dos grupos que mais consomem destas bebidas. O resultado sobre o peso apresentou magnitude modesta, porém esta medida mostrou-se relevante na prevenção da obesidade, dado que maiores perdas de peso foram observadas na faixa próxima ao IMC correspondente à obesidade. Os efeitos em termos agregados foram simulados a partir do modelo de preços derivado da matriz de insumo produto, e os resultados mostram que uma política tributária sobre refrigerantes tende a gerar poucos efeitos adversos para a economia, com redução da produção do referido setor e daqueles diretamente inter-relacionados sendo compensada pelo aumento na produção de outros setores. O mesmo foi observado para o emprego, que apresentou variação positiva. No que se refere ao consumo, dado que em termos individuais o aumento tributário de 10% contribui para reduzir o consumo em 6,1%, a

despesa de consumo agregado das famílias sofreria redução de 2,1%, com maior redução verificada na faixa de renda intermediária. Diante disso, conclui-se que a redução no preço dos alimentos mais calóricos observada nos últimos anos teve impacto sobre o peso dos brasileiros, e portanto, poderia ser levada em consideração na estruturação de políticas públicas para o combate à obesidade.

Palavras-chave: Obesidade. Índice de massa corporal. Preços de alimentos. Impostos sobre refrigerantes. Elasticidade preço.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to analyze the influence of the price of food on the growth of obesity in Brazil and to assess the effects of a policy based on price as a prevention instrument against obesity. These issues were analyzed in three essays that make use of the economic structure, based on the principle of economic rationality, in order to understand individual choices about calorie intake and expenditure and the dynamics of weight gain of Brazilians. Essay 1 identifies the main changes in Body Mass Index (BMI) of Brazilians and estimates the contribution of food prices from the relative distribution method and of counterfactual decomposition. It was verified that, concomitant to the increase in obesity, there is a shift towards the right of the BMI distribution revealing: *a*) a greater density of individuals in the regions of overweight and obesity; and *b*) an increase of the medium BMI a major dispersion around this. The results indicated that the price increases observed between 2002 and 2009 were important to contain the advance of obesity. However, the effect of that variation (level effect) was lower than that observed for the change of the impact of food on BMI (structure effect). The prices of foods such as soft drinks, meat and whole milk showed to be quite significant. On the other hand, income and years of study contributed positively for the increase of the BMI in the analyzed period. Considering the effect obtained for the price of soft drinks on BMI, as well as the positive association of consumption of this type of beverage with obesity, essays 2 and 3 evaluated the individual and aggregate effects, respectively, of the adoption of a health policy based on the increase of taxes on sugary drinks. In essay 2, the two part model was adopted in order to estimate the price-demand elasticity, which indicated that the price increase of sugary drinks (soft drinks and juices) reduce the consumption, especially of the groups that most consume these beverages. The result on weight presented a modest magnitude; however this measure showed to be relevant in the prevention of obesity, since the greater weight losses were observed in the group nearest to the BMI corresponding to obesity. The effects in aggregate terms were simulated parting from the price model derived from the product input matrix, and the results show that a tax policy on soft drinks tends to generate few adverse effects for the economy, with a production reduction of that sector and those directly interrelated being offset by increased production in other sectors. The same was observed for employment, which presented a positive variation. Regarding consumption, since in individual terms the 10% tributary increase contributed to reduce consumption in 6,1%, the aggregate consumption expenditure of households would suffer a reduction of 2.1%, with greater reductions observed in the middle-income range. Therefore, it

is concluded that the reduction in the price of high-calorie foods observed in recent years has had an impact on the weight of Brazilians, and therefore, could be taken into account in the structuring of public policies for the fight against obesity.

Key words: Obesity. Body mass index. Food price. Sugar-sweetened beverage tax. SSB elasticity price.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Proporção da população com excesso de peso e obesidade no Brasil, por faixa etária	20
Figura 1.2 – Distribuição do IMC dos brasileiros em 2002/03 e 2008/09	22
Figura 1.3- Ingestão calórica total per capita no Brasil.....	23
Figura 1.4 - Evolução do índice de preços dos alimentos no Brasil, 1990 a 2012.....	25
Figura 1.5- Variação no preço dos alimentos no Brasil, entre 1995-2011	25
Figura 2.1- Distribuição de Probabilidade do Índice de Massa Corporal no Brasil 2002-2009 – (a) total, (b) homens e (c) mulheres.....	46
Figura 2.2- Distribuição Relativa de Decomposição dos Efeitos Estrutura e Nível do IMC, Brasil, 2002 a 2009 – (a) distribuição relativa; (b) efeito nível; (c) efeito estrutura	48
Figura 2.3 – Efeito composição do preço sobre o IMC para os homens e mulheres	55
Figure 3.1 – SSB consumption in Brazil 2000-2010.....	75
Figure 3.2 – Distribution of BMI before and after 1-year 20% soda and fruit drink tax	87
Figura 4.1 – Comportamento do índice de preços de refrigerantes, frutas e hortaliças e verduras	101
Figura 4.2 – Relações fundamentais do insumo-produto	107
Figura 4.3 – Representação Da Matriz Insumo-Produto	116
Figura 4.4 – Classificação dos setores segundo os índices de ligação para trás e para frente	117
Figura 4.5 – Variação compensatória do consumo decorrente do aumento tributário sobre bebidas açucaradas	117
Figura 4.6 – Efeito de um aumento de 10% sobre a produção de bebidas açucaradas	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Prevalência dos principais indicadores alimentares e de atividade física no Brasil – 2011	23
Tabela 1.2 - Custos de hospitalização, ambulatorial, total e atribuídos à obesidade e sobrepeso (em US\$ milhões).....	27
Tabela 2.1 – Estatísticas descritivas para o IMC, Brasil, 2002 a 2009	43
Tabela 2.2– Estatísticas descritivas das variáveis, Brasil, 2002 a 2009	44
Tabela 2.3– Decis da distribuição do IMC, Brasil, 2002 a 2009.....	49
Tabela 2.4 - Índices de entropia e polarização do IMC, Brasil, 2002 a 2009	49
Tabela 2.5– Decomposição das mudanças do IMC, na média e nos decis da distribuição, homens, 2002-2009	52
Tabela 2.6– Decomposição das mudanças do IMC, na média e nos decis da distribuição, mulheres, 2002-2009	53
Tabela 2.7 – Contribuição dos componentes na decomposição da variação do IMC na média	54
Table 3.1 – Demographic and SSB Variables Summary Statistics	82
Table 3.2 – Regular soda and fruit drink consumption patterns, full sample and by subpopulations 2002-2009.....	83
Table 3.3- Determinants of regular soda and fruit drinks consumption (g)	84
Table 3.4 - Elasticity of consumption, full sample and subgroups.....	85
Table 3.5 – Predicted per-person mean weight-loss, full sample and subgroups.....	86
Tabela 4.1 – Síntese das evidências sobre o efeito da tributação sobre refrigerantes no consumo e no	103
Tabela 4.2 – Síntese dos efeitos do aumento de 10% no preço de refrigerantes.....	120

LISTA DE TABELAS

Quadro 4.1 – Intervenções políticas para controle da obesidade	100
Quadro 4.2 – Evidências empíricas da aplicação de impostos sobre refrigerantes e bebidas açucaradas.....	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIDS	– <i>Almost Ideal Demand System</i>
AQUINUT	– Conversor de Aquisições de Alimento em Energia e Nutrientes
CONFINS	– Contribuição para o Financiamento da Seguridade
FAO	– Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
HBS	– <i>Household Budget Survey</i>
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPT	– Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação
IMC	– Índice de Massa Corporal
IPCA	– Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPi	– Imposto sobre Produção Industrial
IRPH	– <i>Institute Research for Policy and Health</i>
ITC	– <i>International Tobacco Control</i>
LRP	– <i>Low Relative Polarization Index</i>
MDR	– Método da Distribuição Relativa
MPR	– <i>Median Relative Polarization Index</i>
OMS	– Organização Mundial da Saúde
PIA	– Pesquisa Industrial Anual
PIS	– Programa de Integração Social
POF	– Pesquisa de Orçamento Familiar
PNS	– Pesquisa Nacional de Saúde
PSU	– <i>Primary Strata Unity</i>
RIF	– Função de Influência Recentralizada
S. D.	– <i>Standard Deviation</i>
SSB	– <i>Sugar Sweetend Beverages</i>
TPM	– <i>Two-part Model</i>
UIC	– <i>University of Illinois at Chicago</i>
URP	– <i>Upper Relative Polarization Index</i>
USA	– <i>United States of America</i>
VIGITEL	– Vigilância de Fatores de Risco Proteção Para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico
WHO	– <i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Fato 1 - A obesidade atinge um número cada vez maior de brasileiros	20
1.2	Fato 2 – As mudanças no peso dos brasileiros alterou a distribuição do índice de massa corporal	21
1.3	Fato 3 - A maioria dos brasileiros ainda não adotam hábitos saudáveis capazes de prevenir a obesidade	22
1.4	Fato 4 - O preço dos alimentos reduziu-se nas últimas décadas, sobretudo os mais calóricos	24
1.5	Fato 5 – A obesidade impõe um elevado custo à sociedade	26
2	MUDANÇA INTERTEMPORAL DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL NO BRASIL: QUAL É O EFEITO DO PREÇO DOS ALIMENTOS?	28
2.1	Introdução	28
2.2	A Relação entre preços dos alimentos e obesidade: teorias e evidências	31
2.3	Estratégia empírica	35
2.3.1	Método da distribuição relativa.....	35
2.3.2	Método de decomposição contrafactual.....	38
2.3.3	Dados	41
2.4	Análise de resultados e discussão	44
2.4.1	Distribuição relativa da obesidade: 2002-2009.....	45
2.4.2	Decomposição contrafactual: 2002-2009.....	50
2.5	Considerações Finais	59
	Referências	61
	Anexo A – Decomposição Contrafactual do IMC, na Média e Decis, 2002-2009, por Tipo de Alimento e Gênero	67
3	SUGAR-SWEETENED BEVERAGES CONSUMPTION AND PRICE SENSITIVITY AMONG BRAZILIAN ADULTS: IMPLICATIONS FOR OBESITY POLICIES	74
3.1	Introduction	74
3.2	Empirical Strategy	78
3.2.1	Data and construction of variables.....	80

3.3 Results and discussion	82
3.4 Conclusion.....	88
References.....	90
Annex A – Evidence on Price effects on consumption	94
4 OBESIDADE E TRIBUTAÇÃO SOBRE BEBIDAS AÇUCARADAS: SIMULAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS A PARTIR DA ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO	96
4.1 Introdução.....	96
4.2 Obesidade, consumo de refrigerantes e políticas públicas	98
4.2.1 Taxação de bebidas açucaradas: impactos e aplicações.....	101
4.3 Estratégia Empírica	106
4.3.1 Modelo de Insumo-Produto	106
4.3.2 Modelo de preços	111
4.3.3 Fonte e tratamento dos dados	113
4.4 Resultados	114
4.5 Considerações Finais.....	120
Referências	122
Anexo A – Resultados dos índices de ligações, setores-chave, multiplicadores do produto e emprego e efeitos sobre a produção para o Brasil	122
5 CONCLUSÃO	129
REFERÊNCIAS	133

1 INTRODUÇÃO

O objetivo desta tese é apresentar três ensaios sobre economia da obesidade, baseando-se no argumento de que os incentivos econômicos (especialmente os preços), com os quais os indivíduos se deparam, constituem fatores fundamentais para compreender o recente avanço da prevalência¹ da obesidade na população brasileira.

Esta abordagem diferenciada sobre o tema acompanha a lógica adotada pela Economia da Obesidade, que considera o peso corporal dos indivíduos como reflexo de suas escolhas feitas com base no pressuposto de racionalidade individual (MAZZOCCHI et al., 2009; PHILIPSON; POSNER, 1999). A economia da obesidade ajuda a prever e entender as decisões individuais referentes à alimentação e alocação de tempo, suas consequências para os indivíduos e sociedade, bem como os custos e benefícios de tratamentos e prevenções para este agravo no estado de saúde dos indivíduos (LAKDAWALLA; PHILIPSON, 2002). A visão econômica da obesidade fornece uma descrição positiva da obesidade, oferece uma estrutura de compreensão das escolhas individuais e oferece racionalidades claramente definidas para intervenção política (CAWLEY, 2011; MAZZOCCHI et al., 2009; PHILIPSON, 2001).

A obesidade pode ser definida como o grau de armazenamento de gordura no organismo, associado a riscos para a saúde, devido a sua relação com várias complicações metabólicas (WHO, 2000). É causada pelo desequilíbrio entre a ingestão e gasto calórico do indivíduo, no qual o consumo de calorias supera o gasto e provoca um acúmulo de gordura corporal (REILLY, 2003). Sua identificação e classificação geralmente são baseados no índice massa corporal (IMC)², calculado como o peso em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros (kg/m^2). Um indivíduo é dito estar com obeso quando seu IMC é maior ou igual a 30, sendo classificado como: obesidade moderada (se $30 \leq \text{IMC} \leq 34,9$);

¹ A prevalência se refere à quantidade total de casos de um agravo específico existente em um determinado período. Essa medida remete à ideia de acúmulo (estoque) e indica a força com que a doença subsiste na população. É calculada como o número de pessoas que manifestam a doença naquele período, dividido pelo número de pessoas na população (YANG, 2013).

² O IMC é medida mais utilizada para medir a obesidade, e fornece a uma medida bastante útil de obesidade ao nível populacional. Outras medidas mais seletivas, tais como a circunferência abdominal, medida de pregas cutâneas também podem ser utilizadas para fornecer informação adicional em vez de informação primária. Considerando a natureza robusta do IMC, o mesmo pode ser usado para estimar a prevalência deste agravo em uma população e os riscos associados a ela. Contudo, este índice ainda é uma medida imperfeita do excesso de adiposidade pois não distingue entre excesso de gordura e massa magra. Maiores detalhes sobre esse indicador ver (Prentice; Jebb, 2001; Rosin, 2008; WHO, 2000). IMC não mede o nível de gordura corporal diretamente mas é considerada como um *proxy* razoável para o total de gordura corporal para a maioria dos adultos.

obesidade severa (*se* $35 \leq IMC \leq 39,9$) e obesidade extrema (*se* $IMC \geq 40$).

A Organização Mundial da Saúde qualifica a obesidade como uma doença epidêmica, que eleva o risco de surgimento, desenvolvimento e agravamento de outras doenças crônicas. Estudos clínicos e epidemiológicos mostram a existência de associação entre obesidade e diversas doenças crônicas, tais como: diabete tipo 2, doenças cardiovasculares, hipertensão, hipercolesterolemia, certos tipos de câncer (principalmente cólon, mama, endométrio, fígado, esôfago e rins), asma, apneia do sono, doenças multiesqueléticas - artrite e problemas crônicos de coluna (GUH et al., 2009; ROSIN, 2008)

Como uma condição multifatorial, a obesidade é consequência de fatores metabólicos, dietéticos, ambientais, psicossociais e de estilo de vida (BRASIL, 2006). O fato de que menos de 1% dos casos de obesidade advêm de doenças endocrinológicas ou síndromes genéticas corrobora o entendimento de que outros fatores afetam a prevalência da obesidade (PEDROSO; OLIVEIRA, 2007). Ademais, este agravo se apresenta como um problema decorrente das escolhas individuais, sobre o que e quanto comer, exercitar-se muito ou pouco, assim como a prioridade dada às questões de saúde. Ou seja, o indivíduo diante de suas preferências pode optar por uma dieta calórica e não fazer atividade física (e assim se tornar obeso), pois este estilo de vida maximiza o seu nível de satisfação (MAZZOCCHI et al., 2009). Sob este ponto de vista, existem muitos fatores que contribuem para alterar as escolhas dos indivíduos e afetar seu peso corporal (a saber, alimentação e prática de atividade física)³.

Embora os indivíduos possa fazer escolhas racionais que os levem a um bem estar máximo, a economia comportamental aponta que os indivíduos podem ter racionalidade limitada, podendo cometer erros e fazer escolhas que conflitam com seus próprios interesses. Esses vieses de escolhas incluem os cognitivos, que impedem as pessoas a buscar alternativas que melhoram o seu bem estar, e problemas de autocontrole persistente, também conhecido como taxa de desconto hiperbólica (JUST; PAYNE, 2009). Neste contexto, as políticas públicas de saúde e combate à obesidade aparecem como uma alternativa para direcionar as escolhas dos indivíduos para hábitos mais saudáveis.

Esta tese destaca o papel dos preços relativos dos alimentos sobre as escolhas individuais, e considera que uma mudança nos mesmos pode induzir escolhas de hábitos pouco saudáveis que levam ao aumento de peso. Neste sentido, a adoção de políticas públicas baseadas em preços poderia ser uma alternativa para controlar o avanço da obesidade.

³ Para maiores detalhes sobre os determinantes econômicos da obesidade ver Cawley (2011), Finkelstein e Zuckerman (2010) e Philipson e Posner (1999).

Apesar da crescente atenção que a obesidade vem recebendo, ainda existem importantes questões acerca deste problema que podem ser respondidas usando análises empíricas e a abordagem econômica. Por exemplo, no Brasil, sabe-se que a prevalência da obesidade vem aumentando a cada ano⁴, porém, pouco se sabe sobre a contribuição dos fatores econômicos para esse aumento. O desconhecimento de tais fatores originários, de certa forma, limita a capacidade de se adotar medidas de políticas públicas direcionadas ao combate deste problema (FLEGAL et al., 2003).

Deste modo, a proposta de pesquisa deste trabalho busca investigar as seguintes questões básicas:

- a) quais são os efeitos e implicações dos incentivos econômicos, especificamente os preços dos alimentos, sobre a prevalência da obesidade no Brasil?; e
- b) em que medida os preços podem auxiliar no controle da obesidade?

Além destas questões fundamentais, outras igualmente importantes deverão ser respondidas ao longo do trabalho, a fim de realizar uma investigação mais profunda do problema em estudo. Assim, no Ensaio 1 as questões que se colocam são as seguintes:

- a) quais são as principais mudanças no IMC entre 2002-2009 no Brasil?;
- b) qual o efeito dos preços dos alimentos na mudança do IMC no Brasil no período?;
- c) esse efeito se altera ao longo do tempo? E em que sentido?

Para lidar com tais questões são utilizados os métodos de distribuição relativa e de decomposição contrafactual.

O Ensaio 2 foca na tríade preço, demanda e obesidade, e trata desta relação para o consumo de bebidas com adição de açúcar. Estas são frequentemente consumidas pelos brasileiros e estão associadas com maior ingestão calórica, maior peso corporal e pior *status* de saúde (VARTANIAN; SCHWARTZ; BROWNELL, 2007). As questões a serem respondidas neste ensaio são as seguintes:

- a) qual o efeito dos preços dos alimentos selecionados sobre a sua demanda?;
- b) a sensibilidade ao preço difere entre os distintos grupos de indivíduos?;
- c) em que medida uma mudança dos preços destes alimentos podem contribuir para reduzir a obesidade?

⁴ Para maiores detalhes sobre estatísticas de obesidade no Brasil ver IBGE (2010).

A estratégia empírica adotada a fim de obter as evidências necessárias para responder para tais perguntas serão obtidas utilizando o modelo de duas partes na estimação da elasticidade preço consumo.

Por fim, o Ensaio 3 busca avaliar as possíveis implicações macroeconômicas e setoriais de uma política de redução da obesidade baseada em tributação adicional de 10% sobre bebidas com adição de açúcar. Deste modo, as questões que se colocam são as seguintes:

- a) quais são as consequências macroeconômicas e setoriais de um aumento no preço, via taxaço de bebidas com adição de açúcar?;
- b) qual o efeito de tais medidas sobre o bem estar das famílias, emprego e receita tributária do governo?

A abordagem utilizada para responder estas questões baseia-se em uma simulação fundamentada no modelo de preços derivado da matriz de insumo-produto.

A escolha por identificar os efeitos das bebidas com adição de açúcar sobre o peso corporal, bem como a implicação de políticas voltadas para estes alimentos, baseia primeiramente na variação de preços desses bens observada nos últimos anos (Figura 1.5). Ademais, o consumo de refrigerantes e bebidas com adição de açúcar no Brasil vem aumentando consideravelmente, tornando-se responsável por boa parte da ingestão calórica diária de muitos brasileiros (BRASIL, 2011; CLARO; MONTEIRO, 2010).

Deste modo, a tese busca contribuir para o entendimento dos seguintes aspectos acerca da obesidade no Brasil:

- a) A extensão pela a qual os preços dos alimentos estão associados com o índice de massa corporal dos indivíduos. Assume-se aqui que existe uma relação bem estabelecida entre preços dos alimentos e escolhas individuais. No que diz respeito às escolhas de alimentos, especificamente, os preços podem determinar que tipo e quais quantidades de alimentos são consumidos pelos indivíduos, cujos efeitos podem ser verificados sobre o peso corporal. Ainda são escassas as evidências dessa relação para o caso brasileiro.
- b) A magnitude de influência dos preços sobre a demanda de alimentos calóricos, e o efeito deste consumo sobre o peso corporal (consequentemente sobre a obesidade). Frente às mudanças no preço de diferentes tipos de alimentos, ao menor custo relativo dos alimentos calóricos, o indivíduo pode alterar as suas escolhas as quais afetam sua saúde em direção ao aumento de peso.

- c) O papel dos preços dos alimentos no controle e prevenção da obesidade no Brasil. Diferentemente do que já acontece em outros países (apesar de ser ainda incipiente), este tipo de medida não tem sido utilizada no Brasil como alternativa para conter o avanço da obesidade. Assim, este e os demais pontos contribuirão com implicações para a formulação de políticas públicas de saúde consistentes baseadas nos preços dos alimentos para lidar com o problema da obesidade no Brasil.

Com isso, busca-se obter uma melhor compreensão da obesidade no Brasil, principalmente no que diz respeito ao entendimento da relação existente entre obesidade e incentivos gerados pelo sistema de preços. Ao mesmo tempo, pretende-se analisar a influência das mudanças desses incentivos na expansão da prevalência da obesidade no país.

Os aspectos destacados nesta pesquisa inovam ao tratar o problema da obesidade no Brasil sobre a perspectiva da racionalidade econômica individual⁵ e ao considerar questões econômicas como fatores indutores da obesidade, além das metodologias utilizadas para mensurar seus efeitos. As abordagens utilizadas são adequadas para a compreensão dos problemas e proporcionam implicações teóricas, empíricas e de políticas públicas relacionadas à adoção de medidas para o controle do avanço da obesidade no país.

A contribuição original da tese consiste na apresentação de forma explícita do efeito dos incentivos de preços sobre a obesidade, usando os pressupostos de racionalidade econômica e alternativas metodológicas distintas daquelas comumente empregadas para tratar do problema da obesidade.

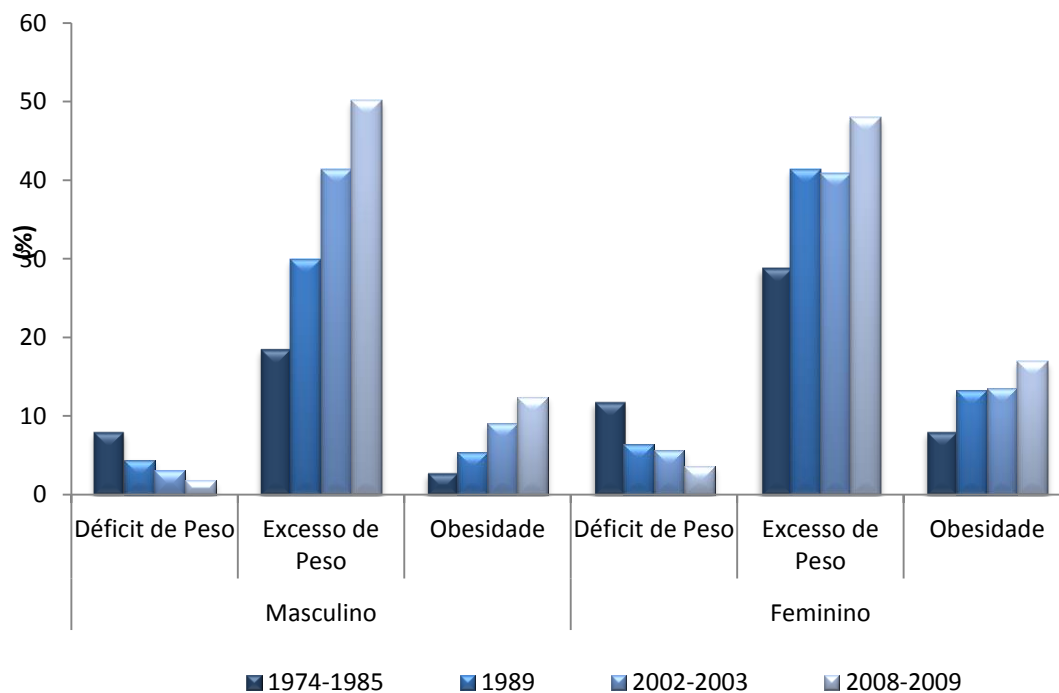
Antes de apresentar as teorias, modelos e evidências empíricas que elucidem as questões propostas na tese, cabe apresentar algumas regularidades empíricas que caracterizam o problema da obesidade no Brasil e contribuem para formulação de algumas explicações referentes ao problema de pesquisa. Então, serão apresentados alguns dos principais fatos estilizados sobre a obesidade que destacam a dimensão e importância desse problema.

⁵ Para maiores detalhes sobre a questão da racionalidade e a abordagem econômica conferir Becker (1976), Mazzocchi et al. (2009), John Cawley (2004) e Philipson e Posner (1999).

1.1 Fato 1 - A obesidade atinge um número cada vez maior de brasileiros.

O peso da população brasileira está aumentando, como mostra a Figura 1.1. O número de pessoas com excesso de peso entre os homens, medido pelo IMC, passou de 3,1% em 1985 para 21,7% em 2009; para as mulheres este aumento foi de 7,6% para 19,4%. De modo semelhante, a prevalência da obesidade avançou significativamente nesse período, crescendo em média 0,72% por ano⁶. Atualmente, metade da população brasileira está acima do peso, e dentre estes 30 milhões são considerados obesos - correspondente a 15% da população adulta (IBGE, 2010).

Figura 1.1 - Proporção da população com excesso de peso e obesidade no Brasil, por faixa etária



Fonte: IBGE (2004, 2010)

A obesidade infantil, por sua vez, quase quadruplicou entre 1989 e 2009, passando de 4,1% em 1989 para 16,6% em 2009. Estudos realizados em algumas cidades brasileiras confirmam essas estimativas e mostram que a obesidade já atinge um percentual significativo

⁶ De acordo com estimativas a partir da Vigitel para os anos de 2006 a 2010.

da população infantil, chegando a 15,8% em Salvador (LEÃO et al., 2003); 18% em Santos (COSTA et al., 2006) e 14,2% em Recife (BALABAN; SILVA, 2001).

Esse panorama de alta prevalência da obesidade nos anos iniciais, bem como entre adolescentes, é preocupante pela sua associação com os diversos resultados sociais e psicológicos e problemas de saúde de curto e longo prazos. Estudos internacionais mostram que metade dos adolescentes com excesso de peso e um terço das crianças com sobrepeso permanecem obesos quando adultos e, portanto, são mais propensos a sofrer de problemas de saúde (POWER et al., 1997; SERDULA et al., 1993).

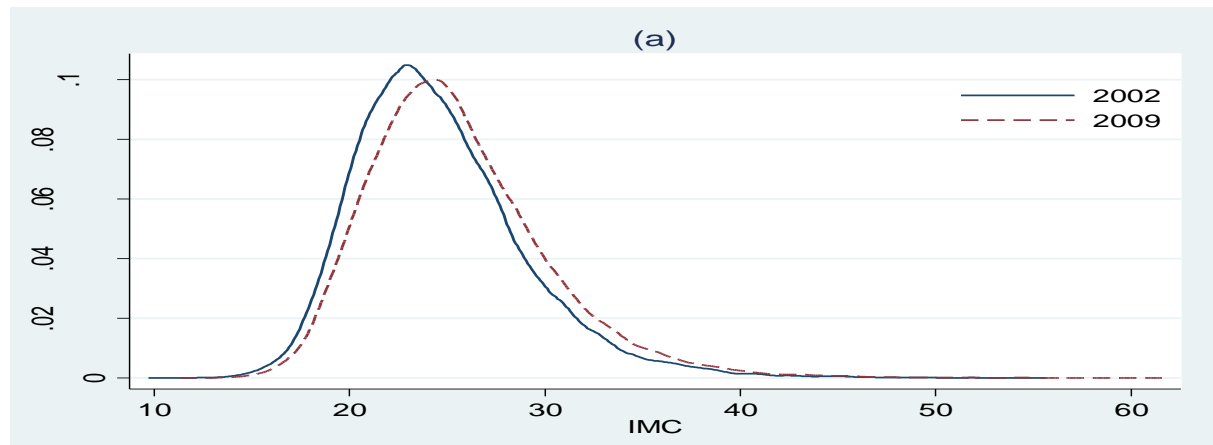
Mantidas esta tendência, as projeções indicam que mais de 20% da população brasileira será obesa em 2025 (WHO, 2000). A constatação desses fatos desencadeou uma série de reflexões e pesquisas acerca do problema da obesidade no Brasil e a implementação de ações estratégicas de saúde pelo Ministério da Saúde, tais como o Programa Academia da Saúde e o Programa Saúde na Escola, cujos resultados ainda são pouco conhecidos.

1.2 Fato 2 – As mudanças no peso dos brasileiros alterou a distribuição do índice de massa corporal.

Além das consequências no *status* de saúde, o aumento de peso dos brasileiros apresenta reflexos sobre distribuição do IMC no país. Como pode ser observado na Figura 1.2, a distribuição do IMC está se deslocando para a direita, como resultado do aumento da densidade de pessoas nos intervalos correspondentes ao sobrepeso e obesidade, e uma redução do baixo peso. Ao mesmo tempo observa-se que a área correspondente ao peso normal está se estreitando. Shetty e James (1993) mostram que, em 1989, 61,9% dos brasileiros eram classificados como peso normal, enquanto 25,1% sobrepeso e 8,3% obesos. Em 2009, essas estimativas mudaram significativamente registrando 33,5%, 49% e 14,8%, respectivamente.

Esta mudança sugere que as políticas públicas em saúde não deveriam ser direcionadas exclusivamente à população classificadas como obesa, mas sim à população como um todo a fim de manter as pessoas na região de peso normal e evitar a migração para cauda superior (ROSE; DAY, 1990).

Figura 1.2 – Distribuição do IMC dos brasileiros em 2002/03 e 2008/09

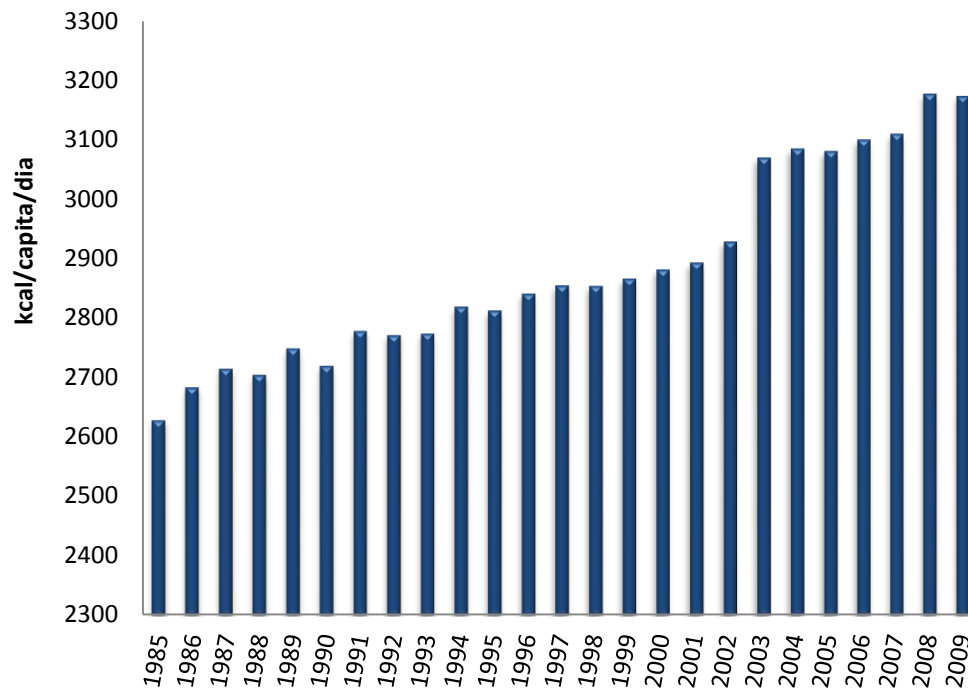


Fonte: Elaborada pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

1.3 Fato 3 - A maioria dos brasileiros ainda não adotam hábitos saudáveis capazes de prevenir a obesidade.

A causa fundamental da obesidade é uma ingestão calórica maior que o gasto, normalmente consequência de um estilo de vida baseado em inatividade física e dieta não saudável. Concomitantemente ao avanço da obesidade, observa-se que o consumo calórico dos brasileiros aumentou 18,2% nas últimas décadas (Figura 1.3). O saldo calórico positivo resultante pode ser evitado quando se adota hábitos de vida mais saudáveis. Embora isso seja amplamente recomendado pela comunidade médica para a obtenção de melhores resultados de saúde, as evidências mostram pouca adesão dos indivíduos a essas atitudes.

A Tabela 1.1 mostra a prevalência dos principais fatores de risco associados à obesidade no Brasil. Nota-se que a frequência da adoção de comportamentos protetores pela população brasileira ainda é baixo, com exceção do consumo de feijão. Hábitos como o consumo de 5 ou mais porções de frutas e hortaliças por dia e prática de atividade física no tempo livre, que auxiliam no controle da obesidade, são adotados por apenas 20,2% e 17% da população, respectivamente.

Figura 1.3- Ingestão calórica total per capita no Brasil

Fonte: Food and Agricultural Organization (2012)

Tabela 1.1 - Prevalência dos principais indicadores alimentares e de atividade física no Brasil – 2011

Fator de risco ou proteção	%
Proteção	
Consumo regular de frutas e hortaliças	30,9
Consumo recomendado de frutas e hortaliças	20,2
Consumo regular de feijão	69,1
Atividade física no tempo livre*	30,3
Atividade física no deslocamento	17,0
Risco	
Consumo de carnes com excesso de gordura	34,6
Consumo de leite integral	56,9
Consumo regular de refrigerantes	29,8
Inatividade física**	14,0
Televisão 3 horas ou mais por dia	27,1

Fonte: Brasil (2011)

Notas: * 150 min. semanais de atividade física de intensidade leve ou moderada ou 75 min. de atividade física vigorosa.

** Não realiza esforços físicos intensos no trabalho, no deslocamento para o trabalho, nas atividades domésticas, na realização de atividade física

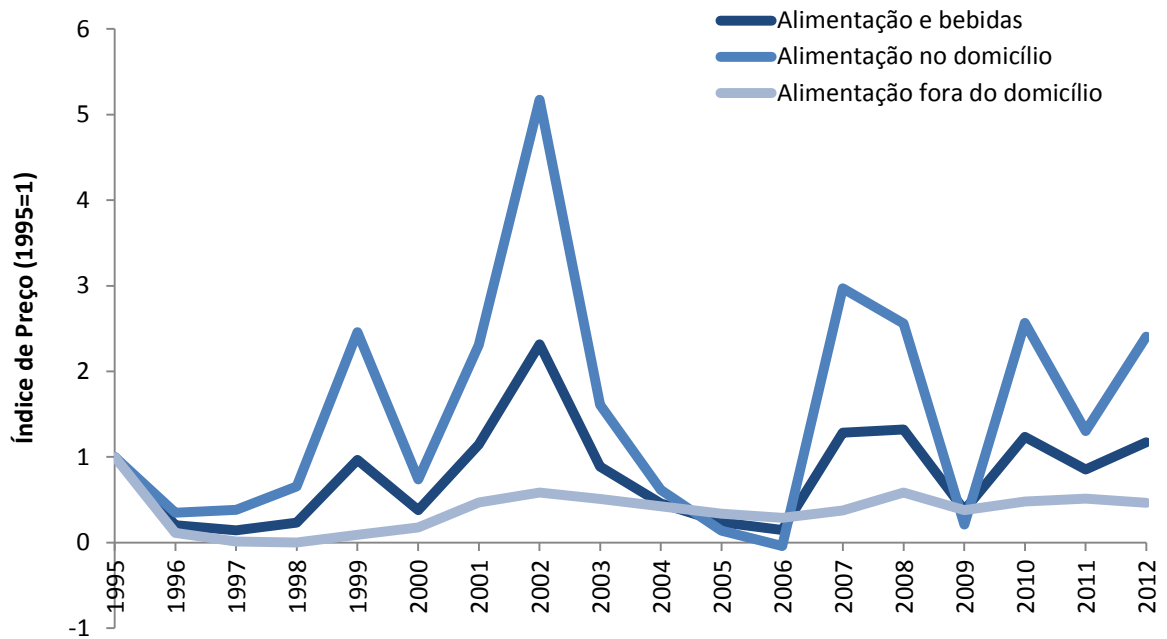
Por outro lado, verifica-se que a prática de hábitos pouco saudáveis é mais frequente do que aqueles que contribuem para uma boa saúde. Por exemplo, o consumo de refrigerantes é maior que a ingestão regular de frutas e verduras⁷. Crianças e adolescentes com idade entre 11-17 anos figuram entre os principais consumidores de refrigerantes e outras bebidas açucaradas, os quais consomem uma quantidade média de 289,98 kcal /dia desta bebida - o correspondente a 15% da energia diária recomendada para esta faixa etária (FEFERBAUM et al., 2012).

1.4 Fato 4 - O preço dos alimentos reduziu-se nas últimas décadas, sobretudo os mais calóricos.

Entre 1990 e 2011 constatou-se uma redução no preço de diversos tipos de alimentos, como mostra a Figura 1.4. Entre 1994 e 2006, nota-se uma redução não monotônica dos preços dos alimentos consumidos em casa e fora de casa em termos reais, com o índice geral atingindo o menor valor neste último ano. A partir de então, o índice de preços retomou uma trajetória crescente, especialmente para a alimentação fora de casa; enquanto, os preços da alimentação no domicílio mantêm-se relativamente estáveis e em nível ainda inferior ao do início da série. Isto significa dizer que, neste período, ficou mais barato consumir calorias, seja no domicílio. A variação no preço dos alimentos processados contribuiu significativamente para a diminuição no custo de uma caloria. Como se nota na Figura 1.5, esses alimentos apresentaram variações negativas de preços, enquanto frutas, legumes e verduras tornaram-se a parte mais cara de uma dieta. Assim, se uma pessoa deseja ingerir mil calorias comendo apenas estes alimentos, precisaria de quinze vezes o valor que gastaria para conseguir a mesma quantidade de calorias ingerindo açúcar (CLARO; MONTEIRO, 2010).

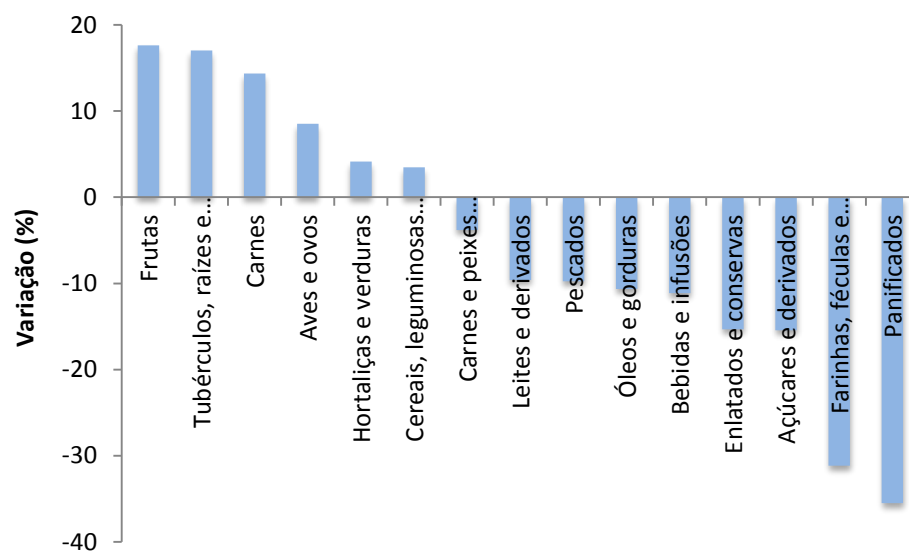
⁷ Qi et al. (2012) mostram que a ingestão de refrigerantes aumenta a predisposição genética à obesidade.

Figura 1.4 - Evolução do índice de preços dos alimentos no Brasil, 1990 a 2012



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do IPCA – IBGE (1990-2012)

Figura 1.5- Variação no preço dos alimentos no Brasil, entre 1995-2011



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do IPCA – IBGE (1995-2011)

De acordo com os pressupostos da teoria econômica, tais mudanças nos preços relativos podem direcionar as escolhas de alimentos dos indivíduos para produtos com maior densidade calórica, contribuindo para o aumento do seu peso. Em consonância com este fato, Monteiro et al., (2011) verificaram que no período de 1996 a 2009, houve uma redução da disponibilidade domiciliar de alimentos como arroz, feijão, frutas, vegetais e leite e, em contraposição, um aumento para pães, biscoitos, refrigerantes, doces, embutidos e outros. Estes últimos representavam 30,4% do total de calorias adquiridas nos domicílios em 2009.

Os fatos apresentados por si só não garantem que o preço dos alimentos explique o aumento progressivo da obesidade; contudo, ele constitui um elemento importante na compreensão da mudança nos hábitos alimentares e o conseqüente o aumento de peso entre os brasileiros no período recente.

1.5 Fato 5 – A obesidade impõe um elevado custo à sociedade.

O amplo impacto epidemiológico e a alta prevalência na população mundial fazem da obesidade uma das principais doenças crônicas, com o desfecho sendo a morte prematura. Segundo Lew e Garfinkel (1979), a taxa de mortalidade duplica entre indivíduos com 50% de peso acima do ideal. Além disso, o aumento do risco de desenvolvimento de outras comorbidades se traduz num elevado ônus para os sistemas de saúde, como mostra a Tabela 1.2. Segundo Bahia et al. (2012), o excesso de peso e a obesidade geram um custo anual de US\$ 200 milhões.

O aspecto preventivo com relação à formulação de políticas públicas para a obesidade torna-se bastante relevante quando inúmeras vidas são salvas, diversas doenças são prevenidas e os altos custos evitados. Assim, torna-se cada vez mais necessária a adoção de políticas preventivas que direcionem para a adoção de um hábito de vida saudável. Contudo, a formulação e implementação efetiva dessas medidas devem levar em conta as especificidades do problema e como os indivíduos reagem aos incentivos que afetam o seu peso corporal.

Deste modo, esta tese busca contribuir para a análise de um dos principais problemas de saúde do país, a obesidade, através de um melhor conhecimento acerca de seus determinantes. Acredita-se que uma parte significativa das respostas obtidas e levantadas sobre este problema, por meio das metodologias selecionadas em cada um dos ensaios que seguem, poderão se traduzir em sugestões de políticas pública em saúde.

Tabela 1.2 - Custos de hospitalização, ambulatorial, total e atribuídos à obesidade e sobrepeso (em US\$ milhões)

Grupo de doenças	Sobrepeso (1)	Obesidade (2)	(1) + (2)
Custos de Hospitalização	777,2	695,5	1.400
Custos ambulatoriais	345,5	333,8	679,3
Custos totais	1.100	1.000	2.100
Custos de hospitalização atribuídos ao fator de risco (%)	12,05	9,99	11,08
Custos ambulatoriais atribuídos ao fator de risco (%)	8,71	8,34	8,53
Custo total atribuído ao fator de risco (%)	11,02	9,45	10,27

Fonte: Bahia et al. (2012)

Além dessa introdução, esta tese está estruturada em mais três ensaios. O Ensaio 1 analisa dos efeitos dos preços dos alimentos sobre a mudança do IMC no Brasil. O Ensaio 2 trata da relação entre preço, demanda e seus efeitos sobre o peso corporal para bebidas com adição de açúcar. Por fim, o Ensaio 3 analisa os efeitos macroeconômicos de políticas de saúde baseada em aumento de preços via taxaço sobre bebidas com adição de açúcar. Com estes ensaios, pretende-se contribuir para literatura em economia da obesidade no Brasil avançando no conhecimento de fatores econômicos e seus efeitos sobre o comportamento obesogênico.

2 MUDANÇA INTERTEMPORAL DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL NO BRASIL: QUAL É O EFEITO DO PREÇO DOS ALIMENTOS?

Este ensaio analisa a tendência de aumento de peso dos brasileiro a partir das mudanças no índice de massa corporal, discute e estima o efeito da mudança dos preços dos alimentos sobre este índice, e identifica os principais alimentos que contribuíram para essa alteração.

2.1 Introdução

O objetivo deste ensaio é identificar as principais mudanças no índice de massa corporal (IMC) dos brasileiros entre os anos de 2002 e 2009 e verificar como as alterações nos preços dos alimentos contribuem para estas alterações.

A obesidade tem sido reconhecida como um fator de risco para diversas doenças que atinge um número cada vez maior de indivíduos em todo o mundo. No Brasil, de acordo com dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) realizada em 2008-2009 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a prevalência da obesidade (definida como índice de massa corporal – IMC maior que 30) é de 14,8% entre indivíduos adultos. A pesquisa também revela que 14,3% das crianças de 5 a 9 anos estão obesas, assim como 4,9% daquele com idade entre 10 e 19 anos.

Os reflexos dessa maior prevalência da obesidade podem ser verificados no aumento das taxas de mortalidade, o que faz com que a obesidade seja um dos principais responsáveis pela maioria das mortes e doenças, atrás somente do fumo (FLEGAL et al., 2004; WHO, 2009). A obesidade aumenta os riscos das três principais causas de morte no Brasil: doenças cardiovasculares, problemas vasculares cerebrais e neoplasias, além de favorecer a diabetes, a quinta principal causa de morte no país. Juntas, estas doenças foram responsáveis por 88% das mortes ocorrida em 2010. Esses números são alarmantes e coloca a obesidade como um dos principais desafios de saúde pública atualmente (FINUCANE et al., 2011; LEHNERT et al., 2013; LIM et al., 2012; MALIK et al., 2013).

Esse aumento epidêmico da obesidade, dos riscos de saúde e custos associados suscitam a questão do uso de impostos ou subsídios sobre alimentos como um instrumento de política de controle deste aumento epidêmico da obesidade (CARAHER; COWBURN, 2005; KUCHLER et al., 2005; LEICESTER; WINDMEIJER, 2004; POWELL; CHALOUPIKA,

2009). Em alguns países, como Dinamarca, França, Hungria e México, políticas de alteração no preço para promover o comportamento saudável já são efetivamente utilizadas⁸.

Esse tipo de medida baseia-se na ideia de que a redução dos preços verificada nos últimos anos é um fator importante para explicar o aumento do consumo de calorias e, conseqüentemente, da obesidade (LAKDAWALLA; PHILIPSON, 2002; PHILIPSON; POSNER, 1999). Os dados de índices de preço para os EUA revelam que o preço dos alimentos reduziu-se em relação ao preço de outros bens e serviços, e que os alimentos mais calóricos tornaram-se mais baratos que as alternativas saudáveis (FINKELSTEIN; ZUCKERMAN, 2010). Assim, os indivíduos alteram seu consumo optando por alimentos mais acessíveis e mais calóricos (POPKIN, 2008).

De fato, como mostra Andreyeva et al. (2010), a mudança no consumo de comidas e bebidas dada uma alteração de preço é relativamente alta (entre 0,27 e 0,81); este efeito é ainda mais elevado para alimentação fora de casa, refrigerantes e sucos. Além disso, uma diminuição no preço relativo de alguns alimentos pode gerar uma substituição entre alimentos menos e mais calóricos e contribuir para aumentar a ingestão calórica e, consecutivamente, do peso. Powell et al. (2007) constatam que maiores preços para alimentos calóricos e menores preços para frutas, vegetais e outros alimentos saudáveis implica menor peso e menor chance de ser obeso.

Os consumidores, portanto, modificam suas compras em resposta às mudanças nos preços relativos. Nesse sentido, a redução nos preços relativos dos alimentos, especialmente os mais calóricos, impacta positivamente no peso corporal do indivíduo por meio do aumento na quantidade consumida de alimentos. Mas a pergunta que se faz é: as mudanças nos preços relativos têm contribuído para o aumento da obesidade no Brasil? Ou ainda, em que medida as mudanças verificadas no IMC se devem às mudanças nos preços dos alimentos? Diante disso, o objetivo deste ensaio é identificar as principais alterações na distribuição do IMC e estimar a contribuição dos preços relativos para estas mudanças.

Os estudos existentes examinam este efeito calculando a elasticidade preço⁹ do IMC sem considerar o efeito da variação dos preços relativos ao longo de sua distribuição. Este

⁸ Tais propostas são direcionadas principalmente para a criação de impostos sobre bebidas doces, como refrigerantes e sucos, e sobre gorduras saturadas. Na Hungria, os impostos recaem sobre alimentos com nível elevado de gordura, açúcar, sal e cafeína; no caso do refrigerante, o imposto incidente é de €0.016 por litro. Na França, também existe um imposto de €0.036 por litro de bebidas açucaradas. Na Dinamarca, o alvo é a gordura saturada com a incidência de um imposto de € 2,41 por cada quilo utilizado na produção de um determinado alimento (VILLANUEVA, 2011). No México, em 2013 foi aprovado um imposto de 8% sobre o valor de alimentos como doces, frituras e refrigerantes. No Brasil ainda não existem medidas neste sentido.

estudo adota uma estratégia diferente, ao propor uma distinção entre efeito da variação dos preços e da mudança do sobre o IMC ao longo da distribuição deste índice. Dentre as razões de se analisar a distribuição, Contoyannis e Wildman (2007) destaca duas:

- a) a distribuição captura a mudança não discreta do risco existente nos pontos de corte do IMC; e
- b) dado que as taxas de obesidade são relacionadas a uma distribuição, diferentes distribuições podem gerar a mesma taxa de obesidade.

Ademais, uma análise da distribuição do IMC permite identificar efeitos distintos em diferentes pontos da distribuição.

Para a análise da mudança intertemporal, este estudo utiliza o método da distribuição relativa, que é uma transformação de duas distribuições em uma única distribuição que facilita comparações (HANDCOCK; MORRIS, 1998). Adicionalmente, utiliza-se regressões de função influência recentralizada (RIF) para realizar a decomposição contrafactual ao longo de toda distribuição do IMC e obter as estimativas do efeito dos preços relativos dos alimentos na mudança intertemporal do IMC. O uso destes métodos garante a obtenção de estimativas de forma não paramétrica para o impacto dos preços na composição da distribuição, além permitir isolar mudanças ao longo do tempo na distribuição condicional para cada intervalo de condição nutricional (CONTOYANNIS; WILDMAN, 2007; HOULE, 2010).

Este ensaio está estruturado em cinco seções além desta introdução. A seguir, a seção 2 faz uma breve revisão acerca da literatura referente aos preços dos alimentos e obesidade. A seção 3 descreve os métodos de distribuição relativa e de decomposição contrafactual, bem como os dados utilizados na estimação dos resultados. Na seção 4, encontra-se a análise dos resultados empíricos obtidos. Por fim, a seção 5 traz as conclusões do trabalho.

⁹ Elasticidade preço da demanda mede a variação percentual na quantidade demandada de um bem dado uma variação percentual no preço deste bem. Para maiores detalhes ver Mas-Colell et al. (1995).

2.2 A Relação entre preços dos alimentos e obesidade: teorias e evidências

Com o crescimento da prevalência da obesidade mundial nas últimas décadas, as atenções estão voltadas para a influência do contexto econômico nessa epidemia atual. A obesidade tem sido associada ao consumo excessivo de alimentos, especialmente àqueles altamente calóricos e pouco saudáveis, e ao estilo de vida sedentário (CUTLER et al., 2003; MUST; EVANS, 2011).

A abordagem econômica ao problema da obesidade assume que o aumento do peso corporal é fruto das decisões individuais quanto a dieta e atividade física. Estas são determinadas pela maximização da utilidade individual limitadas pelas restrições que os indivíduos enfrentam¹⁰ (CAWLEY, 2004; LAKDAWALLA; PHILIPSON, 2002; PHILIPSON; POSNER, 1999). A utilidade é uma função do peso, saúde, da quantidade e qualidade dos alimentos ingeridos, da quantidade e do tipo de atividade física, da alocação do tempo, além de outros fatores. Os impactos sob a utilidade, neste caso, podem ser diretos e indiretos. Por exemplo, no caso do consumo de alimentos tem impacto positivo sobre a utilidade e ao mesmo tempo tem efeitos sobre o peso. Este, por sua vez, pode implicar efeitos negativos sobre as condições de saúde individual e, conseqüentemente, uma redução da sua utilidade.

Além disso, os indivíduos lidam com várias restrições: orçamentária, a qual considera a renda e os preços; de tempo, que restringe a alocação de tempo entre as diferentes atividades à quantidade de horas diárias; e biológica, que incorpora o efeito da ingestão e gasto calórico sobre o peso. Estas restrições implicam *trade-offs* para os indivíduos, tais como comprar *fast food* e ter mais tempo para realizar outras atividade ou preparar uma refeição saudável e ter menos tempo para outros afazeres? As decisões que equacionam essas questões são aquelas que garantem o maior nível de utilidade ao indivíduo e igualam o custo marginal ao benefícios marginais em saúde (CAWLEY, 2004).

Matematicamente, o problema se apresenta como uma função utilidade de um indivíduo, dada por $U(\cdot)$, que é influenciada por seu peso corporal (W) e consumo de outros bens (C). Seu peso é afetado pelo saldo resultante do consumo de calorias (F) e do gasto em atividade física (E), de modo que W é estritamente crescente em F e decrescente em E ; ou

¹⁰ A aplicação desta abordagem econômica à obesidade é influenciado pelo modelo de Grossman (1972, 2000) no qual a saúde é vista como um bem de capital.

seja, $\frac{\partial W}{\partial F} > 0$ e $\frac{\partial W}{\partial E} < 0$, respectivamente. Deste modo, a função utilidade pode ser escrita como

$$U[W(F, E), F, E, C] \quad (2.1)$$

a qual cresce a taxas decrescentes em F e E e é côncava em relação ao peso. A função utilidade cresce até atingir o ponto identificado como peso ideal (W^*), e decresce em níveis acima deste ponto¹¹.

A maximização da utilidade é limitada pela restrição orçamentária, que permite ao indivíduo consumir uma quantidade de alimentos, outros bens e atividade física adequada à sua renda individual (I). Ou seja,

$$p_F F + p_E E + p_C C = I \quad (2.2)$$

onde p_F , p_E e p_C correspondem ao preço dos alimentos, do exercício e dos outros bens de consumo, respectivamente.

Maximizando (2.1) sujeita a (2.2), com relação ao F, E e C , obtém-se as seguintes condições de primeira ordem:

$$\frac{\partial U}{\partial W} \frac{\partial W}{\partial F} + \frac{\partial U}{\partial F} - \lambda p_F = 0$$

$$\frac{\partial U}{\partial W} \frac{\partial W}{\partial E} + \frac{\partial U}{\partial E} - \lambda p_E = 0 \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial U}{\partial W} \frac{\partial W}{\partial C} + \frac{\partial U}{\partial C} - \lambda p_C = 0$$

$$-p_F F - p_E E - p_C C + I = 0$$

¹¹ O peso ideal, como sugerem Philipson e Posner (1999), pode representar uma medida individual subjetiva, que pode ou não maximizar a saúde ou longevidade. Ou ainda, conforme Crawford e Campbell (1999), considera-se o peso ideal como sendo aquele que garante um IMC entre 18,5 e 24,9.

cujas soluções são os níveis ótimos de consumo de alimentos $F^*(p_F, p_E, p_C, I)$, de exercícios $E^*(p_F, p_E, p_C, I)$ e de consumos de outros bens $C^*(p_F, p_E, p_C, I)$. Disto resulta que o peso ótimo seja dado por:

$$W^* = W^*(F^*(p_F, p_E, p_C, I), E^*(p_F, p_E, p_C, I)) \quad (2.4)$$

que, como salientam Philipson e Posner (1999), pode não necessariamente ser igual ao peso ideal. O peso ideal, proposto pela literatura médica, é uma proposição normativa do peso individual levando-se em conta as suas características física que não considera a questão da maximização do bem estar do indivíduo.

Como se observa em (2.3), o preço dos alimentos afeta o peso ótimo e uma mudança nessa variável pode alterar W^* distanciando ou aproximando-o do peso desejável. Para demonstrar o impacto dessa mudança nos preços dos alimentos, a equação (2.4) deve ser diferenciada com relação a p_F , como segue:

$$\frac{\partial W^*}{\partial p_F} = \underbrace{\frac{\partial W^*}{\partial F} \frac{\partial F}{\partial p_F}}_{< 0} + \underbrace{\frac{\partial W^*}{\partial E} \frac{\partial E}{\partial p_F}}_{\geq 0} \quad (2.5)$$

O sinal de $\partial W^*/\partial p_F$, portanto, depende da elasticidade preço cruzada¹² de F e E . É razoável imaginar que os mesmos não sejam bens substitutos, já que um indivíduo não deixaria de se alimentar em favor de um aumento da prática de atividade física. O que pode ocorrer é essa elasticidade ser igual a zero, se o nível de exercícios permanece inalterado frente às mudanças no preço de alimentos; ou negativa, indicando que F e E são complementares. Sendo assim o impacto final dos preços sobre o peso ótimo é negativo, se $\frac{\partial E}{\partial p_F} = 0$; ou ambíguo se $\frac{\partial E}{\partial p_F} < 0$, e neste caso dependerá da magnitude da mudança no peso propiciada pelo consumo de alimentos e exercícios. Entretanto, com apontam Foster-Schubert et al. (2012), o efeito da dieta alimentar sobre o peso é maior que aquele proporcionado pela prática de atividade física. Assim, o efeito final é uma variação positiva no peso individual.

¹² A elasticidade preço cruzada é uma medida do quanto a demanda da variação percentual na quantidade demandada de um bem dado uma variação percentual no preço de outro bem. Para maiores detalhes ver Mas-Colell et al. (1995).

Consistente com esse modelo, as evidências empíricas mostram uma associação negativa entre preços relativos e o peso (JEFFERY et al., 1994; LU; GOLDMAN, 2010; MANIADAKIS et al., 2013; POWELL et al., 2013; STURM; DATAR, 2008).

Além disso, tem-se observado que a redução no preço relativo dos alimentos não se dá de forma homogênea para todos os tipos de alimentos. À medida que determinados alimentos tornam-se mais baratos, o preço relativo se altera e induz à substituição entre os tipos de alimentos. Dado que os alimentos saudáveis ficaram relativamente mais caros, os indivíduos passaram a consumir menos desse tipo de alimento substituindo-os por outros mais baratos (normalmente, aqueles mais calóricos). Discriminando F em subcategorias, como por exemplo, alimentos saudáveis (F_S) e calóricos (F_C), os resultados do efeito de uma mudança nos preços relativos são mostradas pelas equações:

$$\frac{\partial W^*}{\partial p_{F_S}} = \frac{\partial W^*}{\partial F_S} \frac{\partial F_S}{\partial p_{F_S}} + \frac{\partial W^*}{\partial F_C} \frac{\partial F_C}{\partial p_{F_S}} + \frac{\partial W^*}{\partial E} \frac{\partial E}{\partial p_{F_S}} \quad (2.7)$$

$$\frac{\partial W^*}{\partial p_{F_C}} = \frac{\partial W^*}{\partial F_S} \frac{\partial F_S}{\partial p_{F_C}} + \frac{\partial W^*}{\partial F_C} \frac{\partial F_C}{\partial p_{F_C}} + \frac{\partial W^*}{\partial E} \frac{\partial E}{\partial p_{F_C}}$$

Neste caso, a quantidade de calorias contida nos alimentos substitutos e complementares são de grande importância, com o grau de substituição implicando alguma variação no peso (SCHROETER et al., 2008). Uma redução no preço de frutas e vegetais, por exemplo, diminui o IMC, não porque pessoas comem mais frutas e vegetais, mas sim porque eles deixam de consumir alimentos mais calóricos.

Apesar da consistência do modelo teórico, os resultados empíricos para o efeito dos preços no peso corporal evidenciados na literatura são controversos (MANIADAKIS et al., 2013; POWELL et al., 2013). Goldman et al. (2009) chama atenção para a existência dos efeitos de curto e longo prazo das consequências da mudança de preços dos alimentos sobre o peso corporal. O efeito de curto prazo é modesto, com magnitude semelhante às aquelas existentes na literatura. Entretanto, o efeito de longo prazo é maior, mas leva algum tempo para atingir um valor considerável. Esse argumento sugere que a dinâmica temporal é um elemento importante na estimativa do efeito dos preços sobre a obesidade.

2.3 Estratégia empírica

A metodologia utilizada neste trabalho para identificar as alterações do IMC ao longo do tempo e a contribuição dos preços dos alimentos para tal mudança consistiu de duas partes. Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória dos dados através de um instrumental não-paramétrico de distribuição relativa, o qual permite verificar as características das distribuições do IMC como um todo e a construção de cenários contrafactuais. Em seguida, a contribuição dos preços dos alimentos na mudança do IMC são estimadas a partir da decomposição contrafactual incorporada a regressões de funções de influência. Os métodos empregados são descritos mais detalhadamente nas subseções seguintes.

2.3.1 Método da distribuição relativa

O método da distribuição relativa (MDR) é uma transformação dos dados de duas distribuições (referência e comparação) em uma única distribuição contendo toda a informação necessária para comparações entre elas. Intuitivamente, o MDR consiste em construir cenários contrafactuais em que se compara duas populações em termos da sua distribuição de probabilidades (HANDCOCK; MORRIS, 1998). No caso deste trabalho, o método se aplica para verificar de que maneira a população brasileira estaria alocada dentro da distribuição do IMC, desta mesma população, em um período anterior.

Diferentemente de outros métodos comparativos, a distribuição relativa permite comparações em toda distribuição de forma não paramétrica, e fornece uma estrutura (numérica e gráfica) robusta para analisar as diferenças entre duas distribuições. Ademais, ela é invariante a qualquer transformação monotônica da variável original e tem como unidade básica a população e não o indivíduo (HANDCOCK; MORRIS, 1998). Essas propriedades destacam a distribuição relativa como um método adequado para a análise de desigualdades, que vem sendo aplicado no contexto de diferenciais de renda e gênero¹³. No caso da obesidade, especificamente, Contoyannis e Wildman (2007) usam este método para examinar as diferenças existentes na distribuição do IMC na Inglaterra e no Canadá. Houle (2010) faz uso do método para comparar a distribuição do IMC entre diferentes subgrupos.

¹³ Para maiores detalhes sobre a aplicação deste método ver Handcock e Morris (1998).

Na aplicação empírica deste trabalho a variável resultado é comparada em dois pontos do tempo: o ano de referência t e o ano de comparação s . Considere uma variável aleatória Y , no caso em questão o IMC, medida nos dois períodos de tempo, Y_t e Y_s . Denote a função de densidade de probabilidade dessas variáveis por $f_t(y_t)$ e $f_s(y_s)$, e a função de distribuição acumulada por $F_t(y_t)$ e $F_s(y_s)$. Para obter a distribuição relativa do IMC, realiza-se uma transformação da variável y_s pela função de distribuição acumulada do período t , F_t . Ou seja,

$$R = F_t(y_s) \quad (2.8)$$

Essa transformação origina o que se denomina dado relativo (r), cujos valores se encontram no intervalo $[0,1]$. A medida r pode ser entendida como o percentil que o valor de comparação teria no grupo de referência, ou seja, ela identifica qual a posição, em termos de percentil, que o IMC de um indivíduo medido em s teria na distribuição desta variável no ano t .

Sendo R uma variável aleatória, sua função de distribuição acumulada pode ser expressa por:

$$G(r) = F(F_t^{-1}(r)) \quad (2.9)$$

onde $F_t^{-1}(r)$ é a função quantílica de F_t ; e sua função de densidade probabilidade dada por

$$g(r) = \frac{f_s(F_t^{-1}(r))}{f_t(F_t^{-1}(r))} \quad (2.10)$$

Utilizando a unidade de medida original do IMC, (2.9) pode ser reescrita como

$$g(r) = \frac{f_s(y_r)}{f_t(y_r)} \quad (2.11)$$

onde y_r é o quantil de R medido em (Kg/m^2) .

A distribuição relativa, portanto, sintetiza as diferenças das duas distribuições em uma única, $g(r)$, o que facilita a comparação entre elas. Ademais, Handcock e Morris (1998)

decompõem essa diferença em dois efeitos: *a*) o efeito nível e o efeito distribuição; e *b*) o efeito distribuição indicado na equação (2.12):

$$\frac{f_s(y_r)}{f_t(y_r)} = \frac{f_A(y_r)}{f_t(y_r)} \times \frac{f_s(y_r)}{f_A(y_r)} \quad (2.12)$$

onde f_A representa a distribuição da variável aleatória hipotética $Y_A = Y_t + p$, sendo p é a mediana da variável de interesse no grupo de comparação. Ou seja, Y_A representa um grupo hipotético que tem a mediana do grupo de comparação, porém mantém a estrutura do grupo de referência. O lado esquerdo da equação representa a densidade relativa total, a primeira razão do lado direito corresponde ao efeito nível e a última razão representa o efeito distribuição.

O efeito nível corresponde às alterações na localização dos escores do IMC por meio de mudanças na média da distribuição. No contexto deste estudo, este efeito indicaria que o IMC da população é maior (ou menor) mantendo-se constante a proporção de indivíduos em cada ponto da distribuição. O efeito distribuição, por sua vez, incorpora a mudança na dispersão dos escores e representa um efeito polarização. Ou seja, indica uma mudança dos indivíduos com peso normal para a direita ou esquerda, e um adensamento das caudas sugerindo um aumento nas proporção nas categorias de baixo peso e obesidade (CONTOYANNIS; WILDMAN, 2007).

Os resultados são apresentados graficamente e pelos índices de entropia e polarização (HANDCOCK; MORRIS, 1998). O primeiro mede especificamente a diferença entre as distribuições dos dois anos, a partir da medida de Kullback-Leibler, expressa como:

$$D(F_s; F_t) = \int_{-\infty}^{\infty} \log \left(\frac{f_s(y_r)}{f_t(y_r)} \right) dF(y) = \int_0^1 \log(g(r)) g(r) dr \quad (2.13)$$

Considerando (2.13), os componentes da decomposição total em (2.12) são dados por:

$$D(F_s; F_t) = D(F_A; F_t) + D(F_s; F_A) \quad (2.14)$$

em que $D(F_s; F_t)$ é a diferença total entre as distribuições de Y_t e Y_s ; $D(F_A; F_t)$ é a diferença entre as distribuições decorrente da alteração no nível; $D(F_s; F_A)$ é a diferença derivada de

mudanças na estrutura. Com base nestas medidas, pode-se identificar de forma mais acurada qual o efeito prevaemente nas mudanças no IMC.

O segundo índice, o de polarização, fornece uma ideia da extensão das mudanças isolando o efeito das desigualdades na forma da distribuição (é ajustado à localização). Este índice mede o desvio absoluto mediano da distribuição relativa e é expresso como:

$$MRP(F_s; F_t) = 4 \int_0^1 |r - 1/2| g_A^s(r) dr - 1 \quad (2.15)$$

cujos valores encontram-se entre -1 e 1. No caso em que a estrutura de F_s e F_t são iguais, $\int_0^1 g_A^s(r) dr = 1$, o $MRP(F_s; F_t)$ será igual a zero. Quando este assume valores negativos, isto indica que as densidades convergem para o centro da distribuição relativa, em direção a um IMC referente ao peso normal. Por outro lado, um índice positivo é um indicativo de maior polarização, indicativo de uma maior proporção de indivíduos nas caudas superior e/ou inferior. Ademais, este índice pode ser decomposto nos índices de polarização inferior (LRP) e superior (URP), que possibilitam examinar a direção da polarização, se nas caudas inferior (baixo peso) ou superior (obesidade) da distribuição. Estas decomposições, LRP e URP, são dadas por

$$LRP(F_s; F_t) = 8 \int_0^{1/2} |r - 1/2| g_A^s(r) dr - 1 \quad (2.16)$$

$$URP(F_s; F_t) = 8 \int_{1/2}^1 |r - 1/2| g_A^s(r) dr - 1 \quad (2.17)$$

também variam de -1 a 1 e sua interpretação é similares à do MRP .

2.3.2 Método de decomposição contrafactual

O método de decomposição contrafactual, desenvolvido por Oaxaca (1973) e Blinder (1973), é utilizado para explicar a diferença no resultado médio entre dois grupos. Essa técnica é amplamente utilizada na literatura econômica no mercado de trabalho para analisar mudanças na distribuição ao longo do tempo ou diferenças entre países ou grupos demográfico, e recentemente vem sendo aplicado para analisar as mudanças do IMC (COSTA-FONT et al., 2009; DUNN et al., 2012; DUTTON; MCLAREN, 2011; ETILE, 2008, 2014; JOHNSTON; LEE, 2011; KLINE; TOBIAS, 2013; MADDEN, 2012). Neste

caso, supõe-se que o IMC é observado em dois pontos no tempo, $t = 0$ e $t = 1$, e é definido conforme a seguinte equação:

$$IMC_{i,t} = X_{it}\beta_t + v_{it}, \quad t = 0, 1 \quad (2.16)$$

em que X_{it} é o vetor de características individuais observáveis; β_t é um vetor de coeficientes e v_{it} o termo de erro, tal que $E(v_{i0}|X_{it}) = 0$. A variação no IMC médio entre o período considerados pode ser descrito como

$$\mathbb{E}(IMC_1) - \mathbb{E}(IMC_0) = \mathbb{E}(X_1)\beta_1 - \mathbb{E}(X_0)\beta_0 \quad (2.17)$$

Baseado em (2.17), é possível identificar a contribuição das mudanças nas características X 's dos indivíduos e das mudanças nos coeficientes β 's sobre as mudanças no IMC médio entre dois períodos. Assim, (2.17) pode ser reescrita como

$$\mathbb{E}(IMC_1) - \mathbb{E}(IMC_0) = \underbrace{\{\mathbb{E}(X_1) - \mathbb{E}(X_0)\}}_{\Delta^C} \beta_1 + \underbrace{\mathbb{E}(X_0)\{\beta_1 - \beta_0\}}_{\Delta^S} \quad (2.18)$$

O primeiro termo da equação (2.18), Δ^C , refere-se ao *efeito composição* que mede a parcela da mudança no IMC que é explicada pela diferença na média das características individuais. Em outras palavras, Δ^C explica como as mudanças nas características da população afetam o IMC médio. O segundo termo, identificado por Δ^S , refere-se à contribuição das diferenças nos coeficientes entre os dois pontos no tempo, e pode ser interpretado como *efeito estrutura*. Este efeito capta o impacto de longo prazo das mudanças na oferta e demanda da ingestão e do gasto calórico para as covariadas X (ETILE, 2008).

Como salientado, o método Oaxaca-Blinder decompõe a diferença apenas na média e desconsidera outros momentos da distribuição. Contudo, a média pode ser um indicador pouco informativo sobre as mudanças no IMC se a sua distribuição não for normal. Além disto, este efeito pode ser heterogêneo ao longo da distribuição com implicações para pontos específicos, tal como a parte superior da distribuição.

Firpo et al. (2009) e Fortin et al. (2011) propõem uma extensão do método de Oaxaca-Blinder permitindo seu uso ao longo dos quantis da distribuição. Este método identifica a

contribuição de cada variável na decomposição utilizando um estimador incondicional¹⁴. Firpo et al. (2009) demonstram o efeito marginal de uma covariada sobre uma estatística de interesse (v) por meio de uma função de influência $IF(IMC; v)$. A partir disso, a função de influência recentralizada (RIF) é definida como

$$RIF(IMC; v) = v(F_{IMC}) + IF(IMC; v). \quad (2.19)$$

A vantagem da RIF em relação aos demais métodos que analisam toda a distribuição é que ela possibilita a identificação direta do efeito de mudanças na distribuição do preço sobre a estatística de distribuição do IMC.

Sendo v uma distribuição quantílica, a função de influência é dada por $IF(IMC; q_\tau) = (\tau - \mathbb{I}\{IMC \leq q_\tau\})/f_{IMC}(q_\tau)$, em que $\mathbb{I}\{\cdot\}$ é uma função indicadora, $f_{IMC}(\cdot)$ é a função densidade de probabilidade marginal do IMC e Q_τ é a proporção da população no τ -ésimo quantil da distribuição incondicional do IMC ¹⁵. Como resultado, a equação (2.19) pode ser reescrita como

$$RIF(y; q_\tau) = q_\tau + \frac{\tau - \mathbb{I}\{Y \leq q_\tau\}}{f_Y(q_\tau)} \quad (2.20)$$

Assumindo linearidade de $RIF(y; q_\tau)$ nas variáveis explicativas, isto é, $\mathbb{E}[RIF(Y; q_\tau|X)] = X\gamma + \varepsilon$, os coeficientes em cada quantil para cada período t pode ser estimado da seguinte maneira:

$$\hat{\gamma}_{t,\tau} = (\sum_{i \in T} X_i \cdot X_i')^{-1} \sum_{i \in T} \widehat{RIF}(Y_{ti}; Q_{t,\tau}) \cdot X_i, \quad t = 0,1 \quad (2.21)$$

¹⁴ Machado e Mata (2005) foram os primeiros a propor um método para analisar as mudanças nos quantis da distribuição. Contudo, com este método, a construção de intervalos de confiança para Δ^C e Δ^S não é factível devido ao procedimento de reamostragem ser pesado computacionalmente. Além disso, o método fornece diversas maneiras de dividir os efeitos composição e estrutura na contribuição de cada variável que geram resultados diferentes [para maiores detalhes ver Fortin et al. (2011)]. O método proposto por Firpo et al., (2009) supera estas dificuldades.

¹⁵ O τ -ésimo quantil pode ser estimado por $\hat{q}_\tau = \arg \min_q \sum_{i=1}^n \tau - (\tau - \mathbb{I}\{Y_i \leq q\}) (Y_i - q)$ e a função de densidade de probabilidade de Y pode ser obtida usando um estimador kernel de densidade $f_Y(\hat{q}_\tau) = \frac{1}{N \cdot h} \sum_{i=1}^n K_y\left(\frac{Y_i - \hat{q}_\tau}{h}\right)$, em que $K_y(\cdot)$ é a função kernel e h é a *bandwidth* utilizada no estimador kernel.

Considerando isto, foram calculados os efeitos *composição* e *estrutura* para a distribuição do IMC nos anos de 2002 e 2009, e avaliados o impacto das covariadas, especialmente dos preços dos alimentos. Adicionalmente, a decomposição foi realizada considerando o preço de cada grupo alimentar¹⁶. Foram considerados os seguintes grupos alimentares: vegetais, frutas e carnes. Também foram analisados os efeitos para refrigerantes e leite integral. A escolha de tais alimentos justifica-se pela crescente evidência sobre a associação do consumo destes alimentos com o sobrepeso e obesidade¹⁷ e pelo fato de que, juntos, apresentam uma participação relativa de 21,3% no total de calorias adquiridas pelas famílias em 2009. As estimativas foram obtidas utilizando o programa Stata 11.

2.3.3 Dados

As estimativas empíricas deste trabalho foram obtidas a partir dos microdados da Pesquisa de Orçamento Familiar – POF 2002-2003 e 2008-2009. A POF é uma pesquisa realizada por amostragem estratificada em dois estágios, na qual as unidades primárias de amostragem são os setores censitários e as secundárias são os domicílios. O plano de amostragem adotado nas pesquisas de 2002-2003 e 2008-2009 é basicamente o mesmo, o que permite comparações entre as mesmas. Realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a POF é uma pesquisa representativa da população brasileira que contém informações sobre características de domicílios, famílias, moradores e seus respectivos orçamentos. A pesquisa é realizada durante 12 meses, de modo a contemplar as alterações nas despesas e rendimentos observadas ao longo do ano (IBGE, 2004, 2010a).

A escolha desta base de dados deve-se ao fato de a mesma possuir informações sobre as medidas antropométricas da população brasileira, que permitem o cálculo do IMC. Adicionalmente, possui informações sobre o consumo alimentar familiar dos diversos

¹⁶ A classificação dos alimentos em grupos foi feita com o auxílio do aplicativo Aquinut desenvolvido pelo Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo. Este aplicativo é um conversor dos alimentos adquiridos pelas famílias pesquisadas pela Pesquisa de Orçamentos Familiares-POF em energia e nutrientes. Além disso, o Aquinut também identifica a que grupo (se vegetais, frutas, cereais, etc) cada alimento pertence. Com isto, os alimentos puderam ser classificados adequadamente nos devidos grupos, conforme definições da Nutrição.

¹⁷ Para maiores detalhes ver Ebbeling et al. (2014), Heo et al. (2011), Ledoux et al. (2011), Malik et al. (2006) e Wang e Beydoun (2009). Baseando-se nestas e outras evidências científicas, o Ministério da Saúde considera o consumo destes alimentos como um fator de risco para a obesidade (e outras doenças crônicas) e faz o seu monitoramento anualmente através da pesquisa VIGITEL.

alimentos, assim como, a quantidade e o preço pago e algumas características individuais que afetam o peso corporal, tais como idade, escolaridade, localização do domicílio, dentre outros.

Foram consideradas somente as informações referentes à população adulta, com idade igual ou superior a 20 anos (com exceção de mulheres grávidas e lactantes). A escolha desta subpopulação deve-se, essencialmente, ao fato de que são estes os agentes tomadores de decisão quanto ao que consumir da família e, portanto, o consumo de crianças e adolescentes se encontra de algum modo influenciado por ela (ETILE, 2008). Além disso, essa população apresentou um aumento considerável no número de obesos entre os anos analisados. Considerando isso, os seguintes conjuntos de variáveis foram utilizados nas estimativas: medida antropométrica, características sócio-demográficas e preço dos alimentos.

A medida antropométrica utilizada foi o IMC, calculada com base nas informações de peso e altura aferidos no momento da pesquisa. Vale ressaltar que embora esta medida seja bastante utilizada na literatura, dada sua simplicidade de cálculo, a mesma apresenta algumas limitações que devem ser levadas em consideração. O IMC não faz distinção entre massa gorda e muscular. Por isso, alguns indivíduos podem ser identificados erroneamente como obesos. Para um melhor resultado, esse índice deveria ser combinado com outras medidas tais como circunferência abdominal ou percentual de gordura. Porém, dada a indisponibilidade dessas medidas na POF ou em qualquer outra pesquisa realizada no Brasil, será considerado apenas o IMC. As limitações do IMC, contudo, não comprometem a análise desenvolvida neste estudo, uma vez que este índice é considerado uma medida adequada em nível populacional¹⁸.

A Tabela 2.1 apresenta as estatísticas descritivas do IMC e demonstra claramente o aumento do IMC ao longo do período considerado¹⁹. O IMC médio dos brasileiros apresentou um acréscimo, decorrente do aumento do número de indivíduos como sobrepeso e obesos²⁰. As mulheres, especificamente, representam a maior parte dos obesos e a incidência da obesidade neste grupo foi maior no período em análise.

¹⁸ Apesar destas limitações, ainda assim, o IMC é uma medida geralmente aceita com uma medida válida (WHO, 1998) e como mostram Grossman et al. (2014) os resultados obtidos com as diferentes medidas antropométricas não diferem consideravelmente.

¹⁹ Para o cálculo das medidas descritivas foram considerados o peso amostral.

²⁰ Os fatores que contribuíram para tal fato são analisados na seção 2.4.2.

Tabela 2.1 – Estatísticas descritivas para o IMC, Brasil, 2002 a 2009

	Ano	N	Média*	DP ¹	Decis			
					Decil Inferior	Mediana	Decil Superior	Obeso (%)
Amostra Completa	2002	104.920	24,59	4,35	10,67	24,01	54,70	10,00
	2009	121.069	25,50	4,56	12,24	24,90	60,57	14,31
Homem	2002	51.876	24,54	3,84	12,58	24,16	50,12	7,89
	2009	58.627	25,43	4,04	13,07	25,01	50,18	11,74
Mulher	2002	53.044	24,63	4,80	10,60	23,83	54,70	12,05
	2009	62.442	25,56	4,99	12,24	24,80	60,57	16,72

Fonte: Elaborada pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

Nota: (1) DP abreviação para desvio padrão

* Diferença das médias entre os anos foi estatisticamente significativa a um nível 5%, conforme teste de médias realizado para a amostra completa e subgrupos amostrais.

Dentre as covariadas utilizadas nas estimações da decomposição foram utilizadas as seguintes variáveis: gênero, idade, raça, anos de estudo, renda familiar *per capita*, preços ponderado dos alimentos, variável *dummy* indicativa do *status* de trabalho do indivíduo, variável *dummy* indicando a presença de criança no domicílio, variáveis relativas à estrutura familiar (se é uma família com apenas um adulto ou mais) e de situação do domicílio (capital, rural, urbana e demais regiões do estado). As estatísticas descritivas das variáveis selecionadas para a análise são apresentadas na Tabela 2.2. Nota-se que os alimentos sofreram aumentos de preços que foram superiores ao da média geral, com exceção de verduras e alimentos processados.

O preço ponderado dos alimentos, expresso em R\$/1.000 kcal, foi obtido a partir do preço implícito para cada domicílio calculado como a razão entre a despesa total com cada item do grupo de alimento (k) e a quantidade de calorias adquiridas por adulto-equivalente (AE) multiplicada por mil²¹. Considerando isto, o preço ponderado foi calculado como

$$P_{ki} = (P_{k1i} / \bar{P}_{k1}) W_{k1} + (P_{k2i} / \bar{P}_{k2}) W_{k2} + \dots + (P_{kji} / \bar{P}_{kj}) W_{kj} \quad (2.22)$$

onde P_{ki} é o preço do grupo de alimento k no setor censitário i , P_{kji} é o preço do item j no grupo k no setor censitário i , \bar{P}_{kj} é o preço médio do item j no grupo k entre todos os setores

²¹ A quantidade calorias adquirida foi obtida com o uso do aplicativo AQUINUT que converte a quantidade total de cada alimento em energia (kcal). Para expressar este valor em termos de adulto-equivalente dividiu-se a soma das calorias pelo total de unidades AE no domicílio e pelo número de dias de registro (sete).

de cada estado e W_{k1} é o gasto ponderado do item j no grupo k no setor censitário i onde $\sum_{kj} W = 1$ para cada k . Este preço ponderado é preferível ao preço implícito, pois elimina o ruído de localização dos preços e resolve o problema de diferentes unidades de medida entre os itens comprados (CHEN; HUFFMAN, 2009). Os preços do ano de 2008 foram deflacionados a partir do Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA, e, apresentaram uma variação positiva e foram, em média, 35,9% mais caros quando comparado com os preços de 2002.

Tabela 2.2– Estatísticas descritivas das variáveis, Brasil, 2002 a 2009

Variáveis	2002		2009	
	Média	DP ¹	Média	DP ¹
Idade	41,254	15,86	42,78	16,21
Raça (%)				
Branco	53,55	0,50	49,36	0,50
Negro	7,52	0,26	8,26	0,28
Pardo	37,74	0,48	40,95	0,49
Anos de estudo	6,32	4,55	7,41	4,60
Renda familiar p.c	0,60	1,05	0,98	1,61
Índice preço (R\$)				
Refrigerante	1,01	0,39	1,46	0,31
Carne	4,95	1,25	7,92	1,69
Frutas	1,65	0,74	2,31	0,98
Verduras	3,05	1,15	3,45	1,07
Leite (integral)	2,73	2,37	3,68	3,24
Alimentos processados	6,87	2,04	8,41	1,65
Média dos preços	3,87	0,88	5,23	0,89

Fonte: Elaborada pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

Nota: (1) DP abreviação para desvio padrão

2.4 Análise de resultados e discussão

A presente seção tem por objetivo analisar o diferencial do IMC entre os anos selecionados. Pretende-se avaliar como estas diferenças se comportam ao longo da distribuição do IMC, aplicando-se o modelo descrito na seção anterior. Os resultados mostram as mudanças na distribuição do IMC e qual parcela dessa diferença que pode ser atribuída aos preços dos alimentos e às demais variáveis .

2.4.1 Distribuição relativa da obesidade: 2002-2009

Para aplicação do método de distribuição relativa, inicialmente foram estimadas as densidades de probabilidade *kernel* em cada período para toda a amostra e separadamente por gênero (Figura 2.1). Em cada um delas, foram adicionadas três linhas de referências para o IMC: a primeira, a linha cinza, indica a proporção de adultos com baixo peso (IMC menor ou igual a 18,5); entre as linhas cinza e azul está a proporção de indivíduos com peso normal (maior que 18,5 e menor que 25); a área entre as linhas azul e verde (maior que 25 e menor que 30) indica a proporção de adultos com sobrepeso; por fim, à direita da linha verde (maior que 30) está a proporção de adultos obesos.

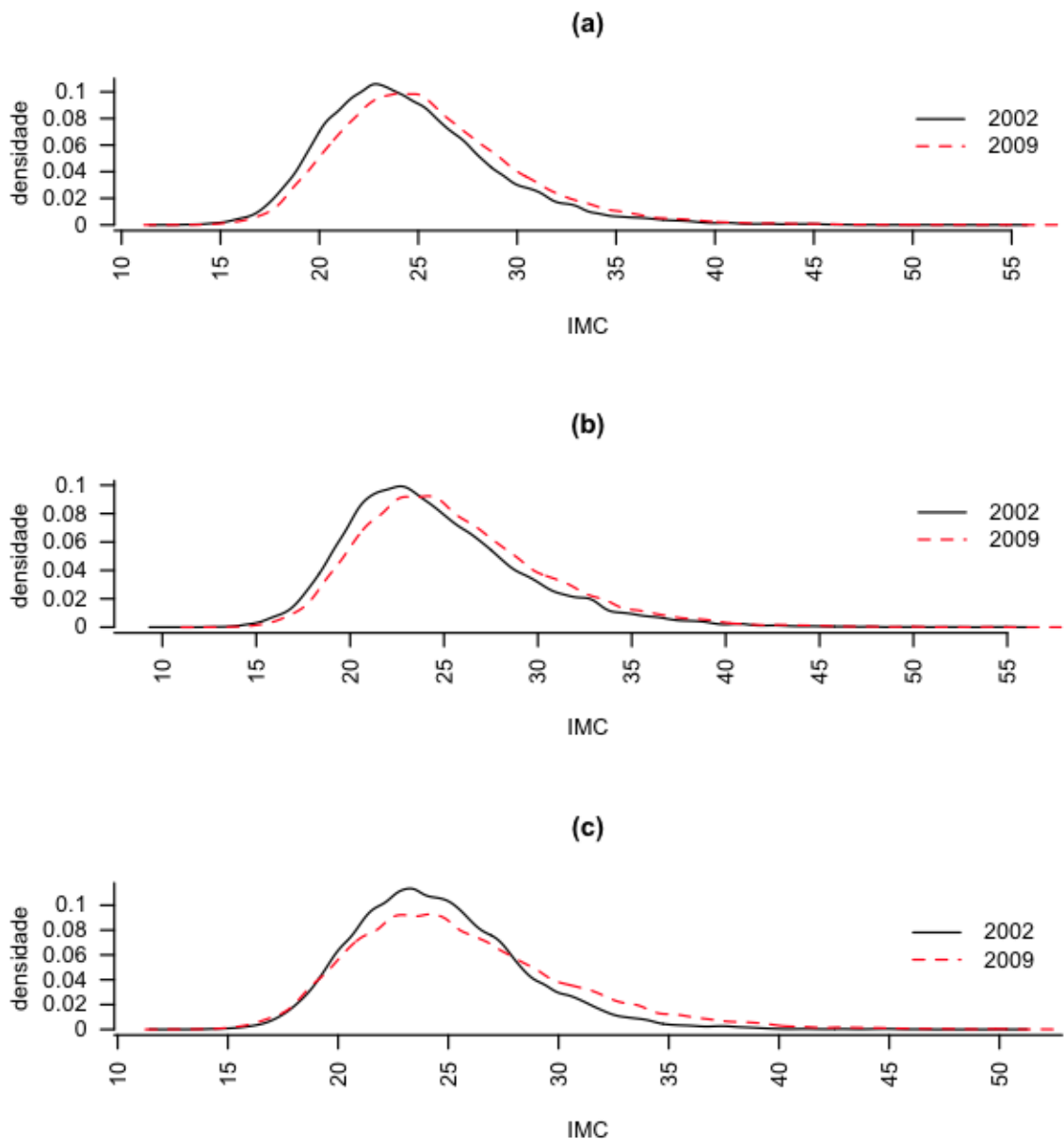
Comparando-se as curvas de densidade probabilidade, é possível observar alguns aspectos da mudança da distribuição do IMC ao longo do tempo. O primeiro deles é o deslocamento para a direita destas curvas, o que indica que o IMC mediano do brasileiro aumentou. Em 2002, esse valor correspondia a um IMC de peso normal e, em 2009, esse valor passa para aproximadamente 25, o limite inferior indicativo de sobrepeso. Concomitante a este deslocamento, verifica-se uma redução na densidade de valores medianos do IMC no período em análise. Além disso, é possível observar um adensamento da cauda superior e um estreitamento da cauda inferior, o que evidencia um aumento na quantidade de adultos com sobrepeso e obesos e uma redução do número de adultos subnutridos, respectivamente.

Analisando as mudanças por gênero, é possível verificar que estas não diferem consideravelmente entre homens e mulheres, como mostram as figuras (b) e (c). Ambos os grupos apresentam um deslocamento da mediana e um aumento da densidade do IMC nas áreas de sobrepeso e obesidade. Contudo, esse deslocamento é maior para os homens, cujo IMC mediano em 2009 situa-se bem próximo do limite de sobrepeso. Ademais, nota-se que a redução da densidade em torno da mediana foi mais expressiva para as mulheres do que para os homens. Outro aspecto que chama atenção na Figura 2.1 é o estreitamento da distribuição na área de peso normal, o que sugere que o peso dos brasileiros se distancia cada vez mais daquele considerado ideal para manter uma boa saúde.

De modo geral, tais resultados indicam mudanças na média incondicional do IMC e um aumento da variância decorrente do adensamento da cauda à direita, especialmente entre as mulheres. Apesar de permitem uma análise mais robusta da distribuição do IMC no Brasil, esses resultados não possibilitam comparações que respondam perguntas como: quanto da diferença é capturado por um deslocamento da distribuição? Existe evidência de polarização?

As mudanças da distribuição nas caudas inferiores e superiores são similares? As respostas para tais questões são obtidas a partir dos resultados estimados pelo método de distribuição relativa. Conforme visto na seção 2.3.1, a análise das distribuições a partir da razão de densidades permite verificar de que maneira o IMC de 2009 se situaria na escala de IMC de 2002.

Figura 2.1- Distribuição de Probabilidade do Índice de Massa Corporal no Brasil 2002-2009 – (a) total, (b) homens e (c) mulheres



Fonte: Elaborado pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

Nota: O parâmetro de suavização adotado foi obtido pelo critério de *plug-in*²².

²² Para maiores detalhes sobre o critério de *plug in* ver Pagan e Ullah (1999).

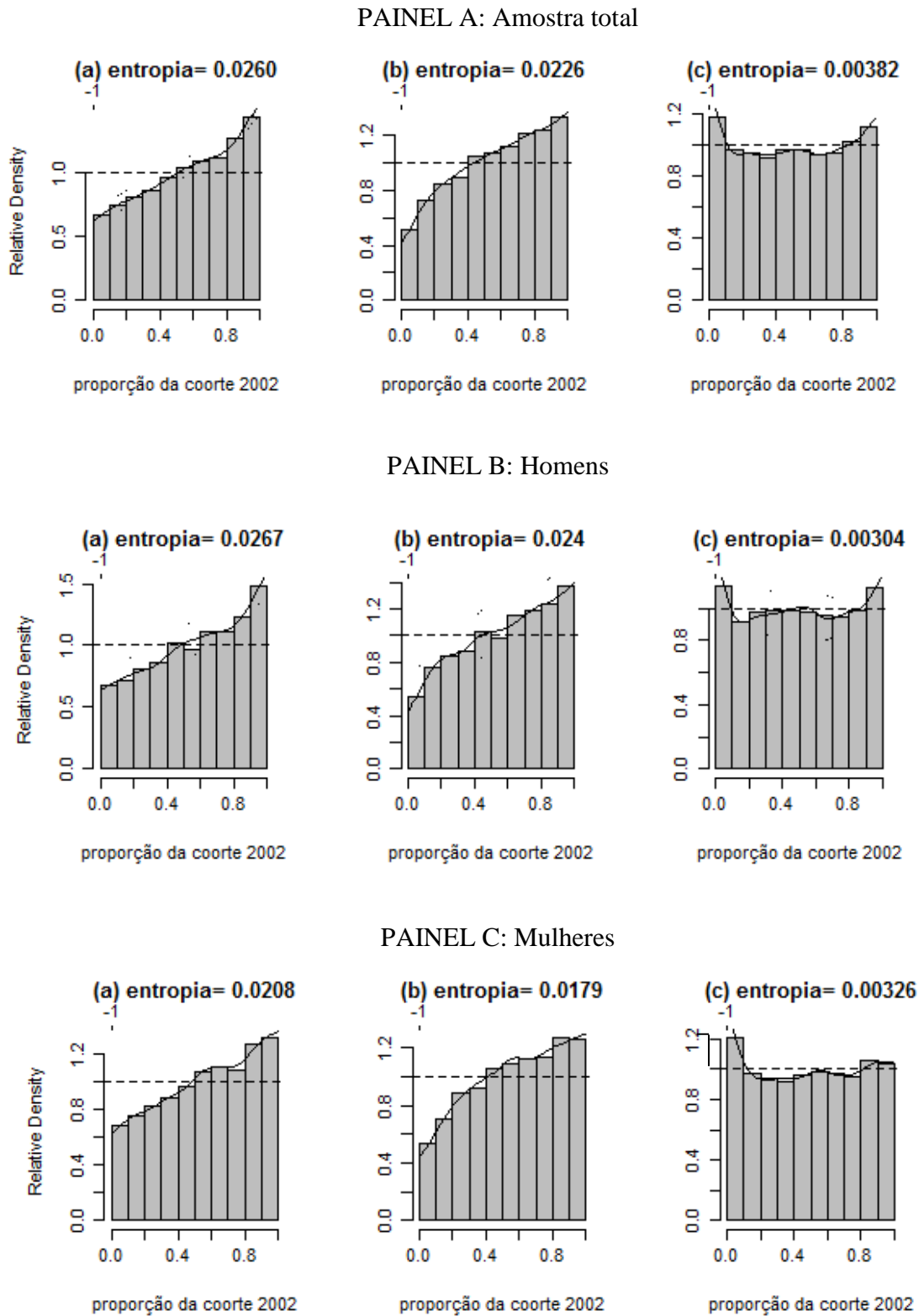
A Figura 2.2 apresenta a distribuição relativa total e gênero específica para os anos de 2002 e 2009. Nestas, o eixo das abcissas representa a distribuição crescente do IMC de 2002 em décimos de sua distribuição (mostrados na Tabela 2.3); o eixo das ordenadas representa a densidade relativa do IMC observado no ano de 2009 em relação a 2002; as barras identificam a densidade observada da distribuição de 2009 caso ela tivesse a mesma distribuição do índice de massa corporal de 2002; e a curva sob o gráfico corresponde à suavização das barras de forma não paramétrica, enquanto a linha horizontal tracejada indica o valor da densidade relativa igual a 1. Se a curva sob o gráfico intercepta essa reta, isso significa que naquele ponto as duas distribuições (2002 e 2009) se igualam.

Cada um dos gráficos mostrados fornece uma informação distinta: o gráfico (a) mostra a densidade relativa global do grupo de referência na escala de comparação, isto é, como a distribuição do IMC se modificou no período considerado; o gráfico (b) mostra a densidade ajustada para mudanças na mediana; e o gráfico (c) informa a densidade relativa que expressa as mudanças na estrutura da distribuição ao longo do período. O índice de entropia, informado nos gráficos é a medida de dissimilaridade das distribuições descrita na seção 2.3.1.

De modo geral, as principais mudanças verificadas nas distribuições são o aumento da densidade de indivíduos obesos e a redução na densidade de indivíduos com baixo peso, demonstrado pelo primeiro gráfico do painel A. No primeiro decil, a densidade relativa $g(r) \cong 0,7$ indica que em 2009 houve 30% a menos de indivíduos com um IMC compatível com aquele verificado no primeiro decil de 2002. Em outras palavras, pode-se dizer que houve uma redução de 30% de indivíduos com $IMC < 19,71$ (ver Tabela 2.3). A mesma tendência, porém com decréscimos menores, pode ser verificada nos decis seguintes da distribuição do IMC, que correspondem à região de peso normal²³. A partir do 6º decil da distribuição até o 9º decil, que equivalem ao sobrepeso e obesidade, a densidade relativa apresenta-se superior a um ($g(r) > 1$). Isto significa que, comparativamente à população de indivíduos de 2002, houve um aumento na densidade de indivíduos nesses decis. No último decil da distribuição, por exemplo, a densidade relativa atinge um valor próximo a 1,5, que indica que houve quase 50% a mais de indivíduos com IMC acima de 30,22 (nível correspondente ao último decil da distribuição de 2002).

²³ É importante salientar que os decis equivalentes às regiões de peso normal, sobrepeso e obesidade não são fixos, e variam conforme o respectivo quantil da distribuição no ano de 2002 para cada amostra. Sendo assim, estes décimos são diferentes para a amostra completa, homens e mulheres.

Figura 2.2- Distribuição Relativa de Decomposição dos Efeitos Estrutura e Nível do IMC, Brasil, 2002 a 2009 – (a) distribuição relativa; (b) efeito nível; (c) efeito estrutura



Fonte: Elaborado pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

Ao decompor as diferenças totais em efeitos nível e distribuição (Figuras (b) e (c) do painel A, respectivamente) é possível identificar qual desses efeitos explica melhor as mudanças do IMC no período em análise. O efeito nível identificado pelo gráfico (b) explica 87% das diferenças totais do IMC entre 2002 e 2009, o que significa dizer que a diferença observada entre 2002 e 2009 é predominantemente um produto da mudança na mediana e resultado de um aumento do IMC ao longo de toda distribuição.

Tabela 2.3– Decis da distribuição do IMC, Brasil, 2002 a 2009

Pontos de corte nos decis	Amostra completa		Homem		Mulher	
	2002	2009	2002	2009	2002	2009
1°	19,71	20,31	20,06	20,67	19,38	20,01
2°	20,99	21,75	21,31	22,08	20,70	21,42
3°	22,06	22,88	22,34	23,16	21,78	22,60
4°	23,03	23,91	23,24	24,08	22,77	23,70
5°	24,01	24,90	24,16	25,01	23,83	24,80
6°	25,04	25,96	25,07	25,94	25,00	25,98
7°	26,23	27,23	26,12	27,04	26,41	27,44
8°	27,74	28,86	27,43	28,46	28,13	29,26
9°	30,22	31,37	29,41	30,61	31,04	32,15

Fonte: Elaborada pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

No que diz respeito ao efeito distribuição, constata-se uma polarização positiva (formato de U na curva das densidades relativas no gráfico (c)), que indica uma dispersão dos indivíduos do centro para as caudas da distribuição do IMC, confirmado pelo índice de polarização na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Índices de entropia e polarização do IMC, Brasil, 2002 a 2009

	Amostra completa	Homens	Mulheres
Efeito total	0,026	0,027	0,021
Efeito nível	0,023	0,024	0,018
Efeito distribuição	0,003	0,003	0,003
% nível	88,46	89,89	86,06
% estrutura	11,54	11,24	15,87
Polarização Mediana*	0,036 (0,000)	0,023 (0,000)	0,030 (0,000)
Polarização Cauda inferior*	0,040 (0,000)	0,021 (0,002)	0,046 (0,000)
Polarização Cauda superior*	0,031 (0,000)	0,025 (0,000)	0,014 (0,021)

Fonte: Elaborada pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

Nota: (*) P-valor entre parênteses

Os painéis B e C apresentam a decomposição gênero específicas que sugerem um padrão semelhante ao discutido para a amostra total. Contudo, vale destacar que a divergência entre as distribuições de 2002 e 2009 é maior para os homens do que para as mulheres (conforme índices de entropia na Tabela 2.4).

Os homens mostraram uma densidade relativa mais elevada nos últimos decis da distribuição, o que sugere que o aumento no peso foi maior para este grupo. As evidências sobre o efeito da mudança na mediana mostram que ambos, homens e mulheres, experimentaram um aumento no IMC mediano ao longo do período. Contudo, para os homens este efeito é maior e mais nítido (entropia do efeito nível igual 0,024 e 0,017 para homens e mulheres, respectivamente).

O efeito distribuição mostra que existe evidência de polarização em ambos os casos, mas este é um pouco superior para as mulheres. Isto aponta para um aumento na proporção de indivíduos nas caudas inferior e superior da distribuição em 2009. Este efeito, contudo, é mais proeminente na cauda inferior da distribuição.

Com isso, é possível depreender que os brasileiros estão cada vez mais pesados. Como consequência disto, houve um incremento no IMC mediano do brasileiro, o qual foi significativo para explicar as mudanças observadas entre 2002 e 2009 para homens e mulheres. Ademais, houve um aumento expressivo na proporção de casos com elevados IMC (sobrepeso e obesidade), que foi superior à redução observada entre os indivíduos abaixo do peso.

Dados estes resultados, deve-se ressaltar que a análise anterior compara as distribuições do IMC nos diferentes anos sem considerar as características observadas dos indivíduos e outros fatores de interesse, tais como o preço dos alimentos. A decomposição contrafactual inclui tais fatores comparando em termos dos indivíduos igualmente semelhantes, e os resultados obtidos são apresentados na seção seguinte.

2.4.2 Decomposição contrafactual: 2002-2009

Na análise da evolução do índice de massa corporal apresentada na seção anterior, constatou-se um aumento do excesso de peso e da obesidade entre os brasileiros, devido principalmente ao efeito nível. Contudo, não foi possível até então mensurar o efeito das diversas variáveis, tal como a mudança nos preços dos alimentos, que possam ter contribuído

para este aumento. Esta seção contempla tais questões e apresenta o resultado da decomposição contrafactual para homens e mulheres.

Os efeitos sobre a mudança na distribuição do IMC são capturados em seis estatísticas: média, primeiro (Q10) e terceiro decil (Q30), mediana (Q50), sétimo (Q70) e último decil (Q90)²⁴. As Tabelas 2.5 e 2.6 apresentam os resultados das decomposições para o preço de todos os alimentos conjuntamente e evidencia o sinal e a magnitude dos efeitos composição e estrutura. Na parte superior de ambas tabelas, verifica-se que houve um aumento no IMC médio de 0,9 pontos para os homens e mulheres, e parte significativa deste incremento é observada na cauda superior da distribuição (1,16 e 1,22 no último decil e 0,67 e 0,63 no primeiro decil, para homens e mulheres respectivamente).

Estes resultados reforçam aqueles discutidos na seção 2.4.1 e inovam ao incorporar a contribuição do efeito composição e estrutura na média e ao longo de toda a distribuição. Nota-se que a alteração das características individuais e do preço dos alimentos (efeito composição) colaborou para aumentar o IMC entre os homens e reduzi-lo entre as mulheres e foi responsável por 22,56% e -35,86% da diferença total no IMC médio. Destacam-se neste período o efeito positivo das variáveis renda, idade e educação que juntas explicam 15,66% do diferencial das médias os homens; já entre as mulheres, o preço dos alimentos mostrou-se como um fator importante que contribui com -41,60% (ver Tabela 2.7).

Isso posto, pode-se dizer que: *i*) as mudanças temporais das características médias individuais, bem como do preço dos alimentos, apresentaram importância relativamente pequena para a variação do IMC entre 2002 e 2009, sobretudo entre os homens; *ii*) homens e mulheres apresentam comportamento diferente quanto ao efeito composição do IMC. As mudanças nas características das mulheres contribuíram para conter o avanço do peso, enquanto nos homens esta alteração induziu o aumento do índice.

O entendimento de tais diferenças perpassa pela análise da contribuição de cada variável no efeito composição. O efeito dos preços agregados não se mostrou significativo entre os homens. Por outro lado, este efeito é negativo e inteiramente consistente para as mulheres na média e ao longo da distribuição, o que indica que as mudanças os preços dos alimentos, de certa forma, contiveram o aumento de peso entre as mulheres. Vale destacar que a magnitude deste efeito é crescente à medida que se desloca para a cauda superior da distribuição. Ou seja, as mulheres com excesso de peso e obesas mostraram-se mais sensíveis

²⁴ A significância do estimador é identificada por um, dois ou três asteriscos que correspondem aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 2.5– Decomposição das mudanças do IMC, na média e nos decis da distribuição, homens, 2002-2009

	Média	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação ($s = 2009$)	25,454***	20,69***	23,17***	25,03***	27,10***	30,66***
B: IMC médio do ano de referência ($t = 2002$)	24,540***	20,02***	22,31***	24,14***	26,13***	29,50***
Diferença total	0,913***	0,665***	0,859***	0,889***	0,970***	1,160***
<i>Efeito Composição</i> [$\{\mathbb{E}(X_1) - \mathbb{E}(X_0)\}\beta_1$]	0,206**	-0,055	0,289**	0,195*	0,248*	0,359
Preço alimentos	0,001	-0,170	0,061	-0,062	0,001	0,164
Idade	0,065***	0,040***	0,075***	0,084***	0,086***	0,065***
Educação	0,065***	0,074***	0,087***	0,084***	0,065***	0,047**
Renda	0,078***	0,074***	0,063***	0,069***	0,083***	0,112**
Raça	-0,013***	-0,012**	-0,013***	-0,012**	-0,012**	-0,010
Demais variáveis de controle	0,010	-0,061*	-0,016	0,032	0,024	-0,019
<i>Efeito Estrutura</i> [$\mathbb{E}(X_0)\{\beta_1 - \beta_0\}$]	0,708***	0,720***	0,570***	0,694***	0,722***	0,801***
Preço alimentos	0,281	0,253	-0,230	0,833*	0,087	0,048
Idade	-0,085	-0,170	-0,402***	-0,306*	-0,189	0,305
Educação	0,072	-0,070	0,023	0,034	0,093	0,131
Renda	-0,088**	-0,143***	-0,066	-0,085	-0,095	-0,159
Raça	-0,005	0,034	0,016	-0,042	-0,062	0,007
Demais variáveis de controle	0,601	0,312	0,0811	0,834	0,970	-0,830
Intercepto	-0,07	0,503	0,419	-0,573	-0,860	1,300

Fonte: Elaborada pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

Tabela 2.6– Decomposição das mudanças do IMC, na média e nos decis da distribuição, mulheres, 2002-2009

	Média	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação ($s = 2009$)	25,578***	20,01***	22,61***	24,80***	27,43***	32,20***
B: IMC médio do ano de referência ($t = 2002$)	24,656***	19,37***	21,75***	23,87***	26,44***	30,98***
Diferença total	0,923***	0,634***	0,866***	0,930***	0,992***	1,227***
<i>Efeito Composição</i> [$\{\mathbb{E}(X_1) - \mathbb{E}(X_0)\}\beta_1$]	-0,331***	-0,111	-0,198*	-0,281**	-0,485***	-0,526**
Preço alimentos	-0,384**	-0,268	-0,256**	-0,307**	-0,543***	-0,533**
Idade	0,071***	0,053***	0,075***	0,087***	0,087***	0,071***
Educação	-0,080***	-0,014	-0,070***	-0,101***	-0,118***	-0,111***
Renda	0,011	0,051***	0,013	-0,003	-0,001	-0,025
Raça	0,000	-0,005	-0,002	0,001	0,002	-0,0003
Demais variáveis de controle	0,050*	0,071**	0,042	0,042	0,087**	0,071
<i>Efeito Estrutura</i> [$\mathbb{E}(X_0)\{\beta_1 - \beta_0\}$]	1,254***	0,745***	1,064***	1,211***	1,477***	1,753***
Preço alimentos	0,025	0,226	-0,366**	-0,164	0,404	0,772
Idade	-0,062	-0,523**	-0,372	-0,157	0,165	0,238
Educação	-0,004	0,026	0,158	0,121	0,069	-0,360
Renda	-0,036	-0,086*	-0,032	0,011	-0,015	0,012
Raça	-0,018	-0,001	-0,020	-0,042	-0,046	0,042
Demais variáveis de controle	-0,151	-0,005	-0,092	-0,165	-0,220	-0,361
Intercepto	1,278***	1,108**	1,788***	1,607***	1,120	1,410

Fonte: Elaborada pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

Tabela 2.7 – Contribuição dos componentes na decomposição da variação do IMC na média

	Homens		Mulheres	
	A: IMC médio do ano de comparação ($s = 2009$)		B: IMC médio do ano de referência ($t = 2002$)	
	25,454		25,578	
	24,540		24,656	
	coef.	(%)	coef.	(%)
Diferença total	0,913 ▲	100	0,923 ▲	100
Efeito Composição $[\{E(X_1) - E(X_0)\}\beta_1]$	0,206 ▲	22,56	-0,331 ▼	-35,86
Preço alimentos	0,001	▲ 0,11	-0,384	▼ -41,60
Idade	0,065	▲ 7,12	0,071	▼ 7,69
Educação	0,065	▲ 7,12	-0,080	▼ -8,67
Renda	0,078	▲ 8,54	0,011	▲ 1,19
Groupdem	-0,013	▼ -1,42	0,000	▲ 0,04
Demais variáveis de controle	0,010	▲ 1,10	0,050	▲ 5,42
Efeito Estrutura $[E(X_0)\{\beta_1 - \beta_0\}]$	0,708 ▲	77,55	1,254 ▲	135,86
Preço alimentos	0,281	▲ 30,78	0,025	▲ 2,68
Idade	-0,085	▼ -9,31	-0,062	▼ -6,72
Educação	0,072	▲ 7,89	-0,004	▼ -0,43
Renda	-0,088	▼ -9,64	-0,036	▼ -3,90
Groupdem	-0,005	▼ -0,55	-0,018	▼ -1,95
Demais variáveis de controle	0,601	▲ 65,83	-0,151	▼ -16,36
Intercepto	-0,07	▼ -7,67	1,278	▲ 138,46

Fonte: Elaborada pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

Notas: 1) os valores em % indicam a contribuição de cada um dos componentes para a diferença total do IMC entre os períodos.

2) a diferença é calculada subtraindo-se do desempenho médio do ano de comparação o desempenho médio do ano de referência.

3) o símbolo ▲ indica que o componente contribuiu para aumentar o desempenho médio no ano de comparação e, portanto, para reduzir o diferencial de médias.

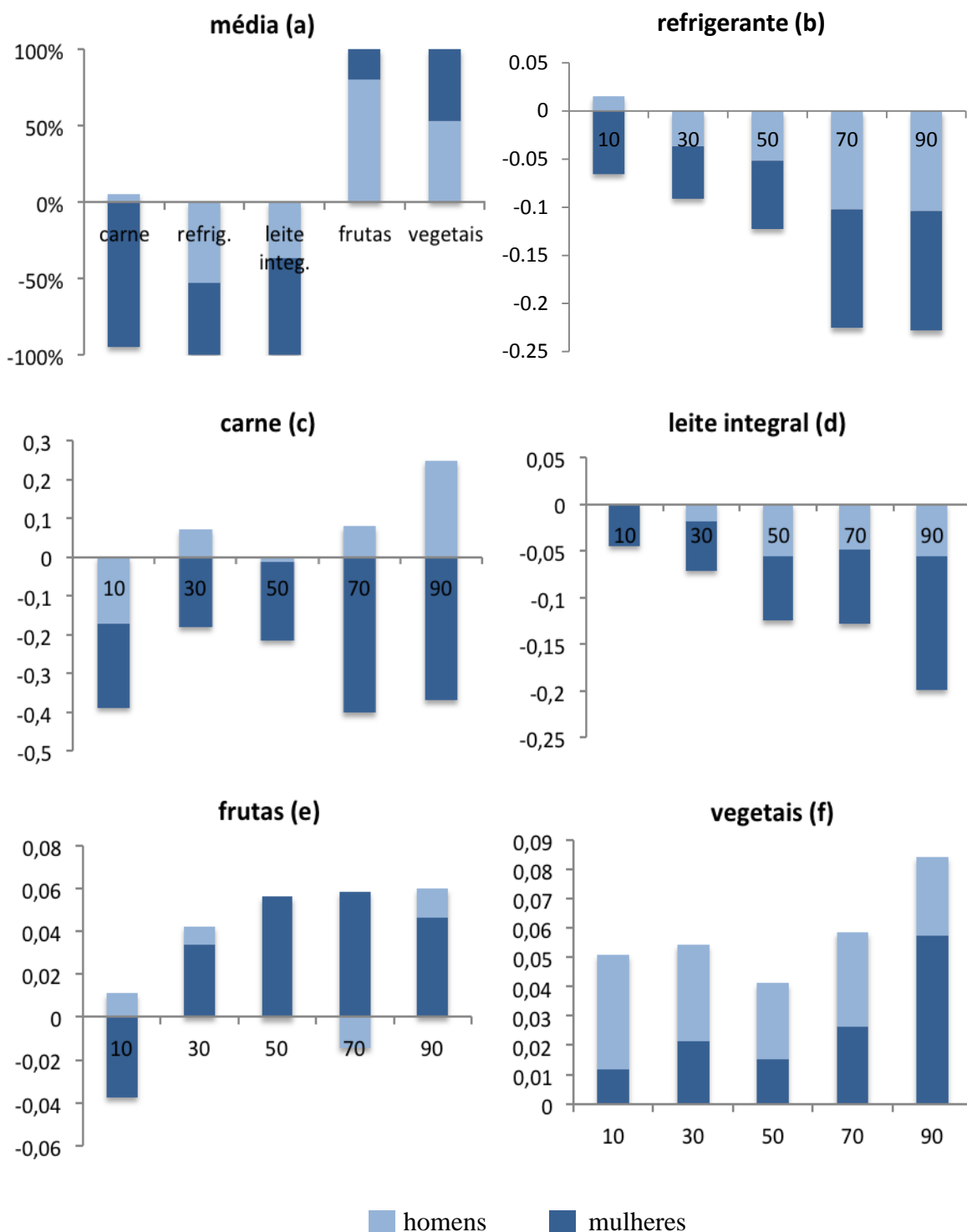
4) o símbolo ▼ indica que o componente contribuiu para reduzir o desempenho médio do ano de comparação e, portanto, para aumentar o diferencial de médias.

às mudanças positivas no preço, o que contribuiu para reduzir o IMC em aproximadamente 0,53 pontos nos últimos decis da distribuição.

Quando se faz a distinção por grupos alimentares, verifica-se que os efeitos dos preços dos alimentos são relativamente pequenos, o que é esperado quando se considera um período de tempo curto, conforme sugerido por Goldman et al. (2009)²⁵.

²⁵ Deve-se considerar ainda que os resultados não consideram as variações de preço observadas o longo do período em análise, mas apenas a variação ocorrida entre os anos de 2002 e 2009. É possível que em algum momento o comportamento dos preços foi diferente daquele apresentado, porém os dados disponíveis não permitem verificar este movimento.

Figura 2.3 – Efeito composição do preço sobre o IMC para os homens e mulheres²⁶



Fonte: Elaborada pela autora com base em IBGE (2004b; 2010b)

²⁶ Os resultados detalhados podem ser vistos no Anexo A.

Como se verifica na Figura 2.3 (a), o preço das carnes, refrigerantes e leite integral foram os alimentos que mais contribuíram para conter o aumento do IMC. A exceção fica para o do preço da carne entre os homens, o qual apresentou um incremento de 0,02 que não foi significativo. Para as mulheres, por outro lado, o IMC seria maior em 0,30 se os preços da carne tivessem se mantido tal como os de 2002. De maneira distinta, a mudança no preço de refrigerantes e do leite integral tem efeito negativo com magnitude aproximada para homens e mulheres.

No caso do refrigerante, se o seu preço não tivesse aumentado, o IMC dos homens sido maior em 0,08 pontos e das mulheres em 0,07 pontos. Quanto ao leite integral, o efeito foi de -0,04 para os homens e -0,07 para as mulheres. Por outro lado, o aumento do preço de frutas e vegetais contribuiu para elevar o índice em média 0,02. À medida que frutas e vegetais tornam-se mais caros, a participação relativa de frutas e vegetais no total de alimentos adquiridos pelas famílias se reduz (CLARO; MONTEIRO, 2010) e o resultado disto se traduz no aumento do peso corporal²⁷.

O efeito composição dos preços de cada alimento selecionado sobre a distribuição do IMC é heterogêneo e de maneira geral a magnitude deste efeito é maior nos últimos decis, como mostram as Figuras 2.3 (b)-(f). Em se tratando de refrigerante, observa-se que ao longo de toda a distribuição o efeito é semelhante entre homens e mulheres, com exceção do primeiro decil que é positivo e não significativo para os homens, porém este efeito é superior para as mulheres. O efeito da variação de preço deste item sobre o IMC atinge o valor de -0,10 e -0,12 os últimos decis para homens e mulheres, respectivamente.

Resultado similar pode ser verificado para o leite integral, cujo efeito também é negativo indicando que o aumento de preço observado neste item entre 2002 e 2009 contribuiu para reduzir o IMC, especialmente entre as mulheres. Tal semelhança nestes resultados advém do fato de ambas as bebidas apresentarem um teor calórico elevado devido à adição de açúcares no caso dos refrigerantes e à significativa concentração de gorduras do leite²⁸, muito embora o leite apresente um teor nutricional superior ao do refrigerante.

²⁷ Os resultados detalhados da decomposição para os diferentes grupos de alimentos são apresentados no Anexo A.

²⁸ Deve-se considerar ainda que os resultados não levam em consideração as variações de preço observadas o longo do período em análise, mas apenas a variação ocorrida entre os anos de 2002 e 2009. É possível que em algum momento o comportamento dos preços foi diferente daquele apresentado, porém os dados disponí-

Além destes, o preço das carnes apresentou um efeito significativo e negativo ao longo da distribuição do IMC apenas para as mulheres como mostra a Figura (c). Para os homens na maioria dos decis esta variável não esteve associada com uma redução do IMC como esperado; contudo, a mesma não se mostrou estatisticamente significativa em nenhum segmento da distribuição. Os resultados obtidos para as mulheres podem ser um indicativo que, ao longo do tempo, as mulheres têm substituído o consumo de carnes vermelhas por carnes brancas (peixe e aves), que são mais benéficas à saúde e têm um menor impacto sobre o peso corporal. Coelho, Aguiar e Fernandes (2009) mostram que domicílios cujos responsáveis são do gênero feminino apresentam uma menor probabilidade de consumo de carnes vermelhas. Contudo, deve-se salientar que os dados de consumo de carne analisados neste trabalho agregam todos os tipos de carnes (bovina, aves, suína e peixe) e não faz distinção por categoria, tal como as carnes brancas e vermelhas ou gordurosas e magras²⁹.

No que se refere a frutas e vegetais, o aumento do preço contribuiu para diminuir o consumo destes alimentos, resultando em uma elevação do peso corporal; contudo, os resultados obtidos para frutas não foi significativo para as mulheres em nenhum decil. Entre os homens, verifica-se que a mudança de preço foi significativa na mediana e no sétimo decil, elevando o IMC em 0,6 pontos. Por outro lado, o efeito dos preços de vegetais é consistente para toda a distribuição do IMC tanto para homens quanto para mulheres; este impacto foi mais significativo nas caudas superior para os homens e para as mulheres mostrou-se igualmente expressivo na cauda inferior. Deste modo, pode-se inferir que o aumento preço dos vegetais contribuiu significativamente para fomentar a obesidade entre os brasileiros no período analisado.

Quando se observa o efeito das variáveis socioeconômicas, verifica-se que estas também tiveram uma importante contribuição na mudança do IMC e de maneira distinta entre os gêneros (Tabelas 2.5 e 2.6). A hipótese de que um maior nível educacional implica uma melhor habilidade do indivíduo para selecionar uma dieta saudável e evitar hábitos de risco em saúde não foi constatada entre os homens. Para eles a educação mostrou-se como

veis não permitem verificar este movimento.

²⁹ A opção por tratar os dados de consumo de carnes de forma agregada deveu-se ao fato de que quando se separa o consumo por categorias haverá muitos zeros na amostra, pois nem todas as famílias consumiram aquele item na semana da pesquisa. O método empregado na análise faz a estimativa por OLS que não leva em consideração tais fatores podendo gerar resultados viesados.

um fator agravante da obesidade, contribuindo para elevar o IMC em 0,07 pontos. Por outro lado, o aumento nos anos de estudo foi importante na redução do IMC entre as mulheres (-0,08 pontos na média) sendo mais proeminente nos decis mais elevados da distribuição do índice de massa corporal (-0,11 pontos)³⁰.

No que diz respeito à renda, um maior poder aquisitivo resultou em um maior IMC em ambos os gêneros. Contudo, este efeito foi mais expressivo para os homens do que para as mulheres (0,77 e 0,10 pontos, respectivamente). Cabe ressaltar, ainda, que este efeito é positivo e crescente em toda distribuição do IMC para os homens; para as mulheres, nos decis superiores uma renda mais elevada resultou em uma redução no IMC. Este efeito indica que os homens mostram-se menos preocupados com as questões diestéticas do que as mulheres, as quais tendem a alocar qualquer aumento de renda para melhorar a alimentação.

De modo semelhante, a idade apresentou um efeito positivo e significativo e para ambos (0,07), estando em consonância com estudos epidemiológicos que associam uma redução da atividade metabólica com o passar dos anos (Fukagawa et al., 1990; St-Onge e Gallagher, 2010).

Além do efeito composição, é importante considerar os resultados do efeito estrutura mostrados nas Tabelas 2.5, 2.6 e 2.7. Este diz respeito às variações da sensibilidade do IMC às características observáveis incluídas no modelo de regressão, ou seja, à alteração da magnitude dos coeficientes do modelo. Tais mudanças tiveram um papel importante para a modificação do IMC, visto que contribuíram com cerca de 70% para o diferencial médio dos homens e explica todo o diferencial positivo das mulheres.

Ao desagregar o efeito estrutura em cada variável que o compõe, o efeito associado à ocupação (36,8% e -42,1% para homens e mulheres, respectivamente) sobressai na explicação do comportamento do efeito total, além do preço dos alimentos (30,78%) no caso dos homens. Tomando este último como exemplo, seu efeito estrutura sugere um aumento na sensibilidade do IMC ao preço, contribuindo para alterar o IMC médio de homens e mulheres em 0,28 e 0,02 pontos, respectivamente. Isto significa que em termos

³⁰ Yoon et al. (2006) obtiveram resultados semelhante ao analisar a relação da educação e obesidade para adultos coreanos, evidenciando que o resultado da variável educação tem maior efeito entre as mulheres. Diferentemente, Etile (2014) encontra efeito positivo para mulheres e negativo para os homens na França.

da função de produção do índice de massa corporal, o incremento do coeficiente do preço dos alimentos indica que o mesmo preço passou a produzir um maior IMC.

Nota-se também que o efeito estrutura é positivo e crescente ao longo de toda distribuição do IMC para ambos os gêneros. Isto significa que as mudanças na magnitude dos coeficientes contribuíram para elevar o IMC, especialmente nos últimos segmentos entre indivíduos com excesso de peso e obesos. No caso do preço dos alimentos, especificamente, a magnitude deste efeito é menos substancial na cauda superior da distribuição.

2.5 Considerações Finais

Este ensaio analisou as mudanças do índice de massa corporal (IMC) dos adultos brasileiros no período de 2002-2009. Para mensurá-lo utilizou-se a metodologia Distribuição Relativa de Handcock e Morris (1998). Além disso, esse ensaio também identificou o efeito da variação dos preços dos alimentos sobre essa mudança. Para tanto, foi utilizado o método de decomposição contrafactual não paramétrica baseada em regressões de função influência recentralizada (RIF), proposto por Firpo et al. (2009). Destaca-se que ambos os procedimentos foram estimados para amostra de homens e mulheres separadamente, dadas as diferenças genéticas existentes entre eles que afetam a forma como as calorias são transformadas pelo organismo.

Os resultados obtidos com a técnica da densidade relativa do IMC no Brasil estão em consonância com os resultados obtidos na literatura recente e apontam para um deslocamento da distribuição em direção ao excesso de peso e obesidade. Verificou-se, através do efeito nível, que o aumento na proporção de indivíduos com IMC elevado foi expressivo e superior àqueles observados nas demais faixas do índice, o que contribuiu para uma elevação do IMC mediano dos brasileiros. Este efeito explica grande parte das alterações do IMC em toda amostra, bem como entre homens e mulheres. Além disso, foi possível constatar um crescimento da participação relativa nos dois extremos da distribuição, evidenciado pela polarização positiva, que sugere uma dispersão dos indivíduos da faixa de peso normal em direção às caudas da distribuição.

Estas constatações foram reforçadas pelos resultados obtidos na decomposição contrafactual, que identificou a contribuição de cada variável na mudança do IMC. Os

principais resultados obtidos com essa técnica mostraram que, o preço dos alimentos **não** foi a variável direcionadora do aumento do IMC no Brasil no período de 2002-2009. Embora o preço dos alimentos tenha decaído nas últimas décadas, a maioria dos alimentos ficou mais cara no intervalo de tempo analisado. Tal fato contribuiu para que o preço dos alimentos desempenhasse o papel importante de conter o avanço da obesidade. Vale ressaltar que a análise considera apenas a variação dos preços ocorrida entre 2002 e 2009, e não abrange as variações produzidas ao longo deste período, que de alguma maneira afetaram o IMC dos indivíduos. Supõe-se que o efeito dos preços pode ter sido compensado pela expansão da renda, que se mostrou significativa para impulsionar o aumento do peso do brasileiro. Tal suposição, entretanto, necessita de maior investigação.

Dentre os alimentos selecionados, observou-se que a variação do preço de carnes, refrigerante e leite integral foi menor do que a de frutas e verduras, porém o efeito sobre o IMC foi maior para o primeiro grupo de alimentos. Uma implicação que surge das constatações deste trabalho é que desestimular o consumo destes alimentos pode ser mais efetivo para conter o avanço do peso, do que incentivar o consumo frutas e verduras tornando-as mais baratas. Observou-se, ainda, que o preço dos alimentos afetou de maneira mais significativa os últimos decis da distribuição do IMC, o que sugere que políticas baseadas neste critério pode ser uma alternativa para a contenção ou redução da obesidade.

Ademais, ficou evidente que o IMC de homens e mulheres responde de forma distinta às variações dos preços. O efeito composição mostrou que o preço foi relevante para conter o aumento do peso entre as mulheres e explicar a diferença de IMC no período analisado; entre os homens, as variáveis socioeconômicas foram mais significativas. Em síntese, o aumento observado no preço foi relevante para explicar a mudança no IMC médio feminino, enquanto a variação na magnitude do coeficiente desta variável foi mais importante para explicar esta alteração para os homens.

A partir dos resultados obtidos, importantes implicações de políticas públicas podem ser derivadas visando induzir um comportamento alimentar saudável e minimizar os riscos à saúde. A análise do efeito dos preços sobre a mudança do índice de massa corporal proposta neste ensaio pode indicar a conveniência de políticas baseadas no preço dos alimentos no combate à obesidade. Vale ressaltar, porém, que os efeitos observados por meio dos efeitos composição e estrutura não contemplam toda mudança do IMC, dado que existem variáveis não incluídas no modelo que potencialmente afetam o peso dos

indivíduos (preferência temporal, preferências alimentares, fatores genéticos, etc). Identificar possíveis *proxies* e incluí-las no modelos é uma sugestão para desenvolvimento de trabalhos futuros.

Por fim, este estudo mostra a contribuição dos métodos de decomposição no entendimento da associação existente entre a tendência do IMC e os fatores socioeconômicos. O efeito composição explica uma parte significativa da mudança do IMC ao longo do tempo. Este conhecimento é de suma importância para as implicações destes fatores na saúde da população, bem como na alocação de recursos públicos.

Referências

- ANDREYEVA, T.; LONG, M. W.; BROWNELL, K. D. The impact of food prices on consumption: a systematic review of research on the price elasticity of demand for food. *American Journal of Public Health*, New York, v. 100, n. 2, p. 216-222, 2010.
- BLINDER, A. S. Wage discrimination: reduced form and structural estimates. *The Journal of Human Resources*, Madison, v. 8, p. 436–455, 1973.
- CARAHER, M.; COWBURN, G. Taxing food: implications for public health nutrition. *Public Health Nutrition*, Wallingford, v. 8, p. 1242–1249, 2005.
- CAWLEY, J. An economic framework for understanding physical activity and eating behaviors. *American Journal of Preventive Medicine*, New York, v. 27, n. 3, p. 117–125, 10 Oct. 2004. Suppl.
- CHEN, Y.; HUFFMAN, W. E. *An economic analysis of the impact of food prices and other factors on adult lifestyles: choices of physical activity and healthy weight*. 2009. Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association 2009, AAEA & ACCI Joint Annual Meeting, Milwaukee, Wisconsin, July 26-29, 2009. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/ags/aaea09/49291.html>> Acesso em: 21 jul. 2013.
- CLARO, R. M.; MONTEIRO, C. A. Renda familiar, preço de alimentos e aquisição domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 44, n. 6, p. 1014-1020, 2010.
- CONTOYANNIS, P.; WILDMAN, J. Using relative distributions to investigate the body mass index in England and Canada. *Health Economics*, Chichester, v. 16, n. 9, p. 929–944, Sept. 2007.
- COSTA-FONT, J.; FABBRI, D.; GIL, J. Decomposing body mass index gaps between Mediterranean countries: a counterfactual quantile regression analysis. *Economics and Human Biology*, Amsterdam v. 7, n. 3, p. 351–365, Dec. 2009.
- CRAWFORD, D.; CAMPBELL, K. Lay definitions of ideal weight and overweight. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, London, v. 23, n.7, p.

738–745, 1999.

CUTLER, D. M.; GLAESER, E. L.; SHAPIRO, J. M. why have americans become more obese? *Journal of Economic Perspectives*, Nashville, v. 17, n. 3, p. 93–118, Sept. 2003.

DUNN, R. A.; TAN, A. K. G.; NAYGA, R. M. Obesity inequality in Malaysia: decomposing differences by gender and ethnicity using quantile regression. *Ethnicity & Health*, v. 17, n. 5, p. 493–511, 2 Jan. 2012.

DUTTON, D. J.; MCLAREN, L. Explained and unexplained regional variation in Canadian obesity prevalence. *Obesity*, Silver Spring, v. 19, n. 7, p. 1460–1468, Jul. 2011.

EBBELING, C. B. *et al.* A randomized trial of sugar-sweetened beverages and adolescent body weight. *The New England Journal of Medicine*, Boston, v. 367, n. 15, p. 1407-1416, 2012.

ETILE, F. Education policies and health inequalities: Evidence from changes in the distribution of Body Mass Index in France, 1981-2003. *Economics and Human Biology*, Amsterdam , v. 13, p. 46–65, 2014.

ETILE, F. *Food price policies and the distribution of body mass index: theory and empirical evidence from France*. 10 Oct., 2008. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=1287094>>. Acesso em: 12 jun. 2013.

FINKELSTEIN, E. A.; ZUCKERMAN, L. *The fattening of America: how the economy makes us fat, if it matters, and what to do about it*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

FINUCANE, M. M. *et al.* National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9·1 million participants. *The Lancet*, London, v. 377, n. 9765, p. 557–567, Feb. 2011.

FIRPO, S.; FORTIN, N. M.; LEMIEUX, T. Unconditional quantile regressions. *Econometrica*, Chicago, v. 77, n. 3, p. 953–973, 2009.

FLEGAL, K. M. *et al.* Estimating deaths attributable to obesity in the United States. *American Journal of Public Health*, New York, v.94, n.9, p. 1486-1489, Sept. 2004.

FORTIN, N. M.; LEMIEUX, T.; FIRPO, S. Decomposition methods in economics. In: *HANDBOOK of Labor Economics*. San Diego: North-Holland, 2011. v. 4A.

FOSTER-SCHUBERT, K. E. *et al.* Effect of diet and exercise, alone or combined, on weight and body composition in overweight-to-obese postmenopausal women. *Obesity*, Silver Spring, v. 20, n. 8, p. 1628–1638, Aug. 2012.

FUKAGAWA, N. K.; BANDINI, L. G.; YOUNG, J. B. Effect of age on body composition and resting metabolic rate. *The American Journal of Physiology*, Bethesda, v. 259, p. E233–E238, 1990.

GOLDMAN, D.; LAKDAWALLA, D.; ZHENG, Y. *Food prices and the dynamics of body weight*. Massachusetts: NBER, 2009. (National Bureau of Economic Research Working Paper Series, n. 15096).

- GROSSMAN, M. On the concept of health capital and the demand for health. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 80, n. 2, p. 223-255, 1972.
- GROSSMAN, M. The human capital model. In. CULYER, A. J.; NEWHOUSE, J. P. *Handbook of Health Economics*. Oxford: North-Holland, 2000. v. 1B, p. 347-408.
- GROSSMAN, M.; TEKIN, E.; WADA, R. Food prices and body fatness among youths. *Economics and Human Biology*, Amsterdam, v. 12, p. 4-19, 2014.
- HANDCOCK, M. S.; MORRIS, M. Relative distribution methods. *Sociological Methodology*, Oxford, v. 28, p. 53-97, 1998.
- HEO, M. et al. Inverse association between fruit and vegetable intake and BMI even after controlling for demographic, socioeconomic and lifestyle factors. *Obesity Facts*, Freiburg, v. 4, p. 449-455, 2011.
- HOULE, B. C. Measuring distributional inequality: relative body mass index distributions by gender, race/ethnicity, and education, United States (1999-2006). *Journal of Obesity*, [New York], 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2002-2003: Primeiros resultados - Brasil e Grandes Regiões*. Rio de Janeiro, 2004a. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2002/pof2002.pdf>>. Acesso em: 05 de julho de 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares: Microdados*. Rio de Janeiro, 2004b. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2002/microdados.shtm>>. Acesso em: 14 de novembro de 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil*. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aval_nutricional/pof20082009_aval_iacao.pdf>. Acesso em: 05 de julho de 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares: Microdados*. Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009/microdados.shtm>. Acesso em: 14 de novembro de 2013.
- JEFFERY, R. W. et al. An environmental intervention to increase fruit and salad purchases in a cafeteria. *Preventive Medicine*, San Diego, v. 23, p. 788-792, 1994.
- JOHNSTON, D. W.; LEE, W.-S. Explaining the female black-white obesity gap: a decomposition analysis of proximal causes. *Demography*, Chicago, v. 48, n. 4, p. 1429-50, Nov. 2011.
- KLINE, B.; TOBIAS, J. L. Explaining trends in body mass index using demographic counterfactuals. *Econometric Reviews*, New York, v. 33, n. 1-4, p. 172-196, Sept. 2013.

- KUCHLER, F.; TEGENE, A.; HARRIS, J. M. Taxing snack foods: manipulating diet quality or financing information programs? *Review of Agricultural Economics*, East Lansing, v. 27, n. 1, p. 4–20, Mar. 2005.
- LAKDAWALLA, D.; PHILIPSON, T. J. The growth of obesity and technological change: A theoretical and empirical examination. *Economics and Human Biology*, Amsterdam, v.7, n.3, p. 283-193, Dec. 2002.
- LEDOUX, T. A.; HINGLE, M. D.; BARANOWSKI, T. Relationship of fruit and vegetable intake with adiposity: A systematic review. *Obesity Reviews*, Oxford, v. 12, 2011.
- LEHNERT, T. et al. Economic costs of overweight and obesity. *Best Practice & Research, Clinical Endocrinology & Metabolism*, [Amsterdam], v. 27, p. 105–115, 2013.
- LEICESTER, A.; WINDMEIJER, F. *The “fat tax”*: economic incentives to reduce obesity. London: IFS, 2004. (Institute for Fiscal Studies Briefing Notes, n. 49).
- 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*, London, v. 380, n. 9859, p. 2224–2260, Dec. 2012.
- LU, Y.; GOLDMAN, D. *The effects of relative food prices on obesity-evidence from China: 1991-2006*. Massachusetts: NBER, 2010. (National Bureau of Economic Research Working Paper Series, n. 15720).
- MACHADO, J. A. F.; MATA, J. Counterfactual decomposition of changes in wage distributions using quantile regression. *Journal of Applied Econometrics*, Chichester, v. 20, p. 445–465, 2005.
- MADDEN, D. A profile of obesity in Ireland, 2002-2007. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, London, v. 175, n. 4, p. 893–914, 21 Oct. 2012.
- MALIK, V. S.; SCHULZE, M. B.; HU, F. B. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: A systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*, Baltimore, v.84, n. 2, p. 274-288, 2006.
- MALIK, V. S.; WILLETT, W. C.; HU, F. B. Global obesity: trends, risk factors and policy implications. *Nature Reviews Endocrinology*, London, v. 9, p. 13–27, 2013.
- MANIADAKIS, N. et al. A systematic review of the effectiveness of taxes on nonalcoholic beverages and high-in-fat foods as a means to prevent obesity trends. *ClinicoEconomics and Outcomes Research*, [Macclesfield], v. 5, p. 519–543, 2013.
- MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. *Microeconomic Theory*. Oxford: Oxford University Press, 1995. v. 21, p. 436 .
- MUST, A.; EVANS, E. W. The Epidemiology of obesity. In: CAWLEY, J. (Org.). *The Oxford Handbook of the Social Science of Obesity*. Oxford: Oxford University Press, 2011. p. 9–34.

OAXACA, R. Male-female wage differentials in urban labor markets. *International Economic Review*, Philadelphia, v. 14, p. 693–709, 1973.

PAGAN, A.; ULLAH, A. *Nonparametric econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

PHILIPSON, T. J.; POSNER, R. A. *The long-run growth in obesity as a function of technological change*. Massachusetts: NBER, 1999. (National Bureau of Economic Research Working Paper Series, n. w7423).

POPKIN, B. M. *The world is fat: the fads, trends, policies, and products that are fattening the human race*. New York: Penguin Group US, 2008. p. 240.

POWELL, L. M. et al. Access to fast food and food prices: relationship with fruit and vegetable consumption and overweight among adolescents. *Advances in Health Economics and Health Services Research*, Amsterdam, v. 17, p. 23–48, 2007.

POWELL, L. M. et al. Assessing the potential effectiveness of food and beverage taxes and subsidies for improving public health: A systematic review of prices, demand and body weight outcomes. *Obesity Reviews*, Oxford, v. 14, p. 110–128, 2013.

POWELL, L. M.; CHALOUPEK, F. J. Food prices and obesity: Evidence and policy implications for taxes and subsidies. *Milbank Quarterly*, New York, v. 87, p. 229–257, 2009.

SCHROETER, C.; LUSK, J.; TYNER, W. Determining the impact of food price and income changes on body weight. *Journal of Health Economics*, Amsterdam, v. 27, p. 45–68, 2008.

ST-ONGE, M. P.; GALLAGHER, D. Body composition changes with aging: The cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition*, Burbank, n. 26, v. 2, p. 152-155, 2010

STURM, R.; DATAR, A. Food prices and weight gain during elementary school: 5-year update. *Public health*, London, v. 122, n. 11, p. 1140–1143, Nov. 2008.

VILLANUEVA, T. European nations launch tax attack on unhealthy foods. *Canadian Medical Association Journal*, Ottawa, v. 183, n. 17, p. E1229–1230, Nov. 2011.

WANG, Y.; BEYDOUN, M. A. Meat consumption is associated with obesity and central obesity among US adults. *International Journal of Obesity*, London, v. 33, p. 621–628, 2009.

WORD HEALTH ORGANIZATION-WHO. *Consultation on Obesity: Preventing and managing the global epidemic*. Geneva: World Health Organization, 1998. v. 894, p. i–xii, 1–253.

WORD HEALTH ORGANIZATION-WHO. *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva: World Health Organization, 2009.

YOON, Y. S.; OH, S. W.; PARK, H. S. Socioeconomic status in relation to obesity and abdominal obesity in Korean adults: a focus on sex differences. *Obesity*, Silver Spring,

Md., v. 14, p. 909–919, 2006.

Anexo A – Decomposição Contrafactual do IMC, na Média e Decis, 2002-2009, por Tipo de Alimento e Gênero

HOMENS - EFEITO NA MÉDIA	refrigerantes	leite integral	carne	frutas	vegetais
A: IMC médio do ano de comparação	25,86*	25,86*	25,86*	25,86*	25,86*
B: IMC médio do ano de referência	24,97*	24,97*	24,97*	24,97*	24,97*
Diferença total	0,89*	0,89*	0,89*	0,89*	0,89*
Efeito composição	0,17*	0,26*	0,28*	0,26*	0,21*
Preço refrigerante	-0,08**				
Preço Leite integral		0,02*			
Preço carne			0,05*		
Preço frutas				0,03*	
Preço vegetais					-0,04*
Idade	0,03*	0,03*	0,03*	0,03*	0,03*
Educação	0,06*	0,06*	0,06*	0,06*	0,06*
Controle	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05
Renda	0,10*	0,10*	0,10*	0,10*	0,10*
Num. crianças	0,01**	0,02**	0,01*	0,02**	0,01**
Efeito estrutura	0,72*	0,63*	0,60*	0,62*	0,68*
Preço refrigerante	0,00				
Preço carne		0,47*			
Preço frutas			-0,08*		
Preço vegetais				-0,11*	
Preço leite integral					0,02*
Idade	-0,10	-0,13	-0,09	-0,09	-0,10
Educação	0,15	0,11	0,15	0,15	0,15
Controle	0,25	0,26	0,24	0,24	0,26
Renda	-0,12*	-0,12*	-0,11*	-0,11*	-0,11*
Num. crianças	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Constante	0,61**	0,12**	0,56**	0,61**	0,53**

MULHERES - EFEITO NA MÉDIA	refrigerantes	leite integral	carne	frutas	vegetais
A: IMC médio do ano de comparação	26,02*	26,02*	26,02*	26,02*	26,02*
B: IMC médio do ano de referência	25,10*	25,10*	25,10*	25,10*	25,10*
Diferença total	0,92*	0,92*	0,92*	0,92*	0,92*
Efeito composição	-0,05	-0,27*	0,02	0,03	-0,04
Preço refrigerante	-0,07				
Preço Leite integral					-0,08 *
Preço carne		-0,31 *			
Preço frutas			0,01		
Preço vegetais				0,03 **	
Idade	0,09*	0,09*	0,09*	0,09*	0,08*
Educação	-0,05*	-0,05*	-0,06*	-0,06*	-0,06*
Controle	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05
Renda	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,01
Num. crianças	-0,04*	-0,04*	-0,04*	-0,04*	-0,04*
Efeito estrutura	0,97*	1,19*	0,90*	0,89*	0,96*
Preço refrigerante	-0,66*				
Preço carne		0,49			
Preço frutas			-0,11		
Preço vegetais				-0,45*	
Preço leite integral					0,14*
Idade	-0,25	-0,29	-0,25	-0,25	-0,26
Educação	-0,06	-0,09	-0,06	-0,05	-0,07
Controle	0,04	0,05	0,02	0,02	0,04
Renda	-0,01	-0,02	0,00	0,01	0,00
Num. crianças	-0,21*	-0,22*	-0,21*	-0,21*	-0,22*
Constante	2,13*	1,25*	1,52*	1,82*	1,33*

HOMENS - REFRIGERANTES	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,69*	23,17*	25,03*	27,10*	30,66*
B: IMC médio do ano de referência	20,02*	22,31*	24,14*	26,13*	29,50*
Diferença total	0,66*	0,86*	0,89*	0,97*	1,16*
Efeito composição	0,13*	0,22*	0,21*	0,16*	0,13*
Preço refrigerante	0,02	-0,04	-0,05	-0,10*	-0,10
Idade	0,04*	0,08*	0,08*	0,09*	0,07*
Educação	0,07*	0,09*	0,09*	0,07*	0,06*
Controle	-0,07*	0,02	0,02	0,01	-0,02
Renda	0,07*	0,07*	0,08*	0,09*	0,13*
Efeito Estrutura	0,54*	0,64*	0,68*	0,81*	1,03*
Preço refrigerante	-0,30	-0,20	0,10	0,00	-0,05
Idade	-0,13	-0,37*	-0,27**	-0,13	0,37
Educação	-0,02	0,05	0,08	0,16	0,18
Controle	0,29	0,85	0,75	0,88	-0,71
Renda	-0,12*	-0,07**	-0,08	-0,09	-0,17
Constante	0,83	0,39	0,10	-0,01	1,41

HOMENS - CARNE	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,69*	23,17 *	25,03 *	27,10 *	30,66*
B: IMC médio do ano de referência	20,02*	22,31 *	24,14 *	26,13 *	29,50*
Diferença total	0,66*	0,86 *	0,89 *	0,97 *	1,16*
Efeito composição	-0,05	0,32 *	0,25 *	0,33 *	0,45*
Preço carne	-0,17	0,07	-0,01	0,08	0,25
Idade	0,04*	0,08 *	0,08 *	0,09 *	0,07*
Educação	0,07*	0,09 *	0,09 *	0,07 *	0,05*
Controle	-0,06**	0,01	0,01	0,01	-0,03
Renda	0,08*	0,07 *	0,07 *	0,09 *	0,12*
Efeito Estrutura	0,71*	0,54 *	0,64 *	0,64 *	0,71*
Preço carne	0,54	0,19	0,43	0,52	0,24
Idade	-0,15	-0,39 *	-0,30 **	-0,17	0,34
Educação	-0,05	0,03	0,05	0,11	0,14
Controle	0,32	0,83	0,76	0,86	-0,75
Renda	-0,14*	-0,07	-0,09 **	-0,09	-0,16
Constante	0,20	-0,04	-0,21	-0,59	0,90

HOMENS - FRUTAS	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,69*	23,17*	25,03*	27,10*	30,66*
B: IMC médio do ano de referência	20,02*	22,31*	24,14*	26,13*	29,50*
Diferença total	0,66*	0,86*	0,89*	0,97*	1,16*
Efeito composição	0,08**	0,28*	0,31*	0,31*	0,26*
Preço frutas	-0,04	0,03	0,06*	0,06**	0,05
Idade	0,04*	0,08*	0,08*	0,09*	0,07*
Educação	0,07*	0,09*	0,09*	0,07*	0,06*
Controle	-0,06**	0,01	0,01	0,00	-0,03
Renda	0,07*	0,07*	0,07*	0,09*	0,12*
Efeito Estrutura	0,58*	0,58*	0,58*	0,66*	0,90*
Preço frutas	0,24*	-0,04	-0,04	-0,13	-0,24
Idade	-0,14	-0,37*	-0,27**	-0,12	0,38
Educação	-0,04	0,05	0,08	0,17	0,20
Controle	0,31	0,82	0,73	0,82	-0,77
Renda	-0,13*	-0,07	-0,08	-0,08	-0,16
_cons	0,35	0,19	0,16	0,00	1,49

HOMENS - VEGETAIS	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,69*	23,17*	25,03*	27,10*	30,66*
B: IMC médio do ano de referência	20,02*	22,31*	24,14*	26,13*	29,50*
Diferença total	0,66*	0,86*	0,89*	0,97*	1,16*
Efeito composição	0,12*	0,27*	0,27*	0,27*	0,26*
Preço vegetais	0,01	0,02**	0,02	0,03*	0,06*
Idade	0,04*	0,08*	0,08*	0,09*	0,07*
Educação	0,07*	0,09*	0,09*	0,07*	0,06*
Controle	-0,07*	0,01	0,01	0,00	-0,04
Renda	0,07*	0,07*	0,07*	0,09*	0,12*
Efeito Estrutura	0,54*	0,59*	0,62*	0,70*	0,90*
Preço vegetais	0,08	-0,08	0,10	0,18	-0,21
Idade	-0,14	-0,37*	-0,27**	-0,13	0,38
Educação	-0,03	0,05	0,08	0,15	0,18
Controle	0,28	0,82	0,74	0,84	-0,77
Renda	-0,13*	-0,07	-0,08	-0,09	-0,16
Constante	0,48	0,24	0,06	-0,25	1,48

HOMENS – LEITE INTEGRAL	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,69*	23,17*	25,03*	27,10*	30,66*
B: IMC médio do ano de referência	20,02*	22,31*	24,14*	26,13*	29,50*
Diferença total	0,66*	0,86*	0,89*	0,97*	1,16*
Efeito composição	0,11*	0,24*	0,22*	0,22*	0,18*
Preço leite integral	0,00	-0,02	-0,06*	-0,05*	-0,06*
Idade	0,04*	0,08*	0,08*	0,09*	0,07*
Educação	0,07*	0,09*	0,09*	0,07*	0,05*
Controle	-0,07**	0,02	0,03	0,02	-0,01
Renda	0,07*	0,07*	0,07*	0,09*	0,12*
Efeito Estrutura	0,55*	0,62*	0,67*	0,75*	0,98*
Preço leite integral	-0,02	0,00	0,13*	0,04	-0,10
Idade	-0,14	-0,38*	-0,26**	-0,13	0,34
Educação	-0,03	0,05	0,09	0,16	0,17
Controle	0,28	0,83	0,74	0,84	-0,75
Renda	-0,13*	-0,07	-0,07	-0,08	-0,16
Constante	0,58	0,19	0,06	-0,07	1,48

MULHERES - REFRIGERANTES	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,01*	22,61*	24,80 *	27,43 *	32,20 *
B: IMC médio do ano de referência	19,37*	21,75*	23,87 *	26,44 *	30,98 *
Diferença total	0,63*	0,87*	0,93 *	0,99 *	1,23 *
Efeito composição	0,09	0,00	-0,07	-0,10	-0,14
Preço refrigerante	-0,07	-0,05	-0,07	-0,12 **	-0,12
Idade	0,05*	0,07*	0,09 *	0,09 *	0,07 *
Educação	-0,02	-0,07*	-0,10 *	-0,12 *	-0,11 *
Controle	0,06*	0,03	0,02	0,06	0,04
Renda	0,05*	0,01	0,00	-0,01	-0,02
Efeito estrutura	0,55*	0,87*	1,00 *	1,09 *	1,37 *
Preço refrigerante	-0,19	-0,43*	-0,61 *	-0,68 *	-0,67
Idade	-0,49*	-0,36*	-0,15	0,21	0,32
Educação	0,06	0,17	0,13	0,11	-0,29
Controle	0,00	-0,08	-0,20	-0,28	-0,32
Renda	-0,08**	-0,04	0,01	0,00	0,01
Constante	1,25*	1,60*	1,81 *	1,73 *	2,33 *

MULHERES - CARNE	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,01*	22,61*	24,80*	27,43*	32,20*
B: IMC médio do ano de referência	19,37*	21,75*	23,87*	26,44*	30,98*
Diferença total	0,63*	0,87*	0,93*	0,99*	1,23*
Efeito composição	-0,05	-0,12	-0,18	-0,36*	-0,37**
Preço carne	-0,22	-0,18**	-0,20	-0,40*	-0,37**
Idade	0,05*	0,08*	0,09*	0,09*	0,07*
Educação	-0,01	-0,07*	-0,10*	-0,12*	-0,11*
Controle	0,06*	0,04	0,03	0,07	0,04
Renda	0,06*	0,02	0,00	0,00	-0,01
Efeito Estrutura	0,68*	0,98*	1,11*	1,35*	1,60*
Preço carne	0,64	0,28	0,21	0,82	1,11
Idade	-0,52*	-0,37*	-0,16	0,16	0,25
Educação	0,02	0,16	0,12	0,06	-0,37
Controle	0,01	-0,09	-0,22	-0,28	-0,31
Renda	-0,10*	-0,05	0,00	-0,02	-0,02
Constante	0,63	1,06*	1,16*	0,60	0,92

MULHERES - FRUTAS	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,01 *	22,61*	24,80*	27,43*	32,20*
B: IMC médio do ano de referência	19,37 *	21,75*	23,87*	26,44*	30,98*
Diferença total	0,63 *	0,87*	0,93*	0,99*	1,23*
Efeito composição	0,15 *	0,06	0,00	0,00	-0,02
Preço frutas	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,01
Idade	0,05 *	0,07*	0,09*	0,09*	0,07*
Educação	-0,02	-0,07*	-0,10*	-0,12*	-0,11*
Controle	0,06 **	0,03	0,02	0,06	0,03
Renda	0,05 *	0,01	-0,01	-0,01	-0,02
Efeito Estrutura	0,48 *	0,81*	0,93*	1,00*	1,25*
Preço frutas	0,02	0,01	-0,03	-0,17	-0,42
Idade	-0,49 *	-0,37*	-0,16	0,21	0,33
Educação	0,06	0,16	0,13	0,12	-0,27
Controle	-0,01	-0,10	-0,22	-0,31	-0,36
Renda	-0,08 **	-0,03	0,01	0,01	0,03
Constante	0,98 *	1,14*	1,20*	1,14*	1,94*

MULHERES - VEGETAIS	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,01*	22,61*	24,80*	27,43*	32,20*
B: IMC médio do ano de referência	19,37*	21,75*	23,87*	26,44*	30,98*
Diferença total	0,63*	0,87*	0,93*	0,99*	1,23*
Efeito composição	0,17*	0,07*	0,02	0,03	-0,01
Preço vegetais	0,04*	0,03*	0,03**	0,03**	0,03
Idade	0,05*	0,07*	0,09*	0,09*	0,07*
Educação	-0,02	-0,07*	-0,10*	-0,13*	-0,11*
Controle	0,05**	0,03	0,02	0,05	0,03
Renda	0,05*	0,01	-0,01	-0,01	-0,02
Efeito Estrutura	0,46*	0,79*	0,91*	0,96*	1,24*
Preço vegetais	-0,54*	-0,63*	-0,60*	-0,58*	-0,60**
Idade	-0,48*	-0,35*	-0,14	0,21	0,33
Educação	0,07	0,19**	0,14	0,12	-0,29
Controle	-0,02	-0,11	-0,24	-0,32	-0,37
Renda	-0,07	-0,02	0,02	0,02	0,04
Constante	1,49*	1,73*	1,73*	1,51*	2,13*

MULHERES – LEITE INTEGRAL	P10	P30	P50	P70	P90
A: IMC médio do ano de comparação	20,01*	22,61*	24,80*	27,43*	32,20*
B: IMC médio do ano de referência	19,37*	21,75*	23,87*	26,44*	30,98*
Diferença total	0,63*	0,87*	0,93*	0,99*	1,23*
Efeito composição	0,11*	0,01	-0,06	-0,05	-0,15**
Preço leite integral	-0,04*	-0,05*	-0,07*	-0,08*	-0,14*
Idade	0,05*	0,07*	0,09*	0,09*	0,07*
Educação	-0,02	-0,07*	-0,11*	-0,13*	-0,12*
Controle	0,07*	0,05	0,04	0,08**	0,07
Renda	0,05*	0,01	-0,01	-0,02	-0,03
Efeito Estrutura	0,52*	0,86*	0,99*	1,05*	1,37*
Preço leite integral	0,10	0,17*	0,17*	0,16**	0,20
Idade	-0,48*	-0,35**	-0,14	0,21	0,32
Educação	0,06	0,17	0,13	0,11	-0,30
Controle	-0,01	-0,11	-0,23	-0,31	-0,34
Renda	-0,07	-0,03	0,02	0,02	0,04
Constante	0,93*	1,00*	1,04*	0,87*	1,46*

3 SUGAR-SWEETENED BEVERAGES CONSUMPTION AND PRICE SENSITIVITY AMONG BRAZILIAN ADULTS: IMPLICATIONS FOR OBESITY POLICIES³¹

The selection of food and beverages potentially may be a contributing factor to obesity. This essay focuses on consumption of sugar-sweetened beverages (SSB) as key contributor to the increases on weight and obesity prevalence. Considering that we evaluate the SSB price effect on consumption levels and body weight, and present some implications to fiscal policy for improving public health.

3.1 Introduction

The prevalence of overweight and obesity has reached alarming rates worldwide in the past 30 years. And the biggest rise is in middle income countries and the developing world, where obesity increased from 250 million in 1980 to 904 million in 2008 (KEATS; WIGGINS, 2014). In Brazil, specially, analysis from existing data shows that obesity has almost doubled in the last three decades. Nowadays, 1 in 6 Brazilian adults are obese and this number is projected to reach 33% by 2025 (SCHMIDT et al., 2011). Furthermore, healthcare costs associated to obesity were estimated at R\$ 488 million per year (OLIVEIRA, 2013).

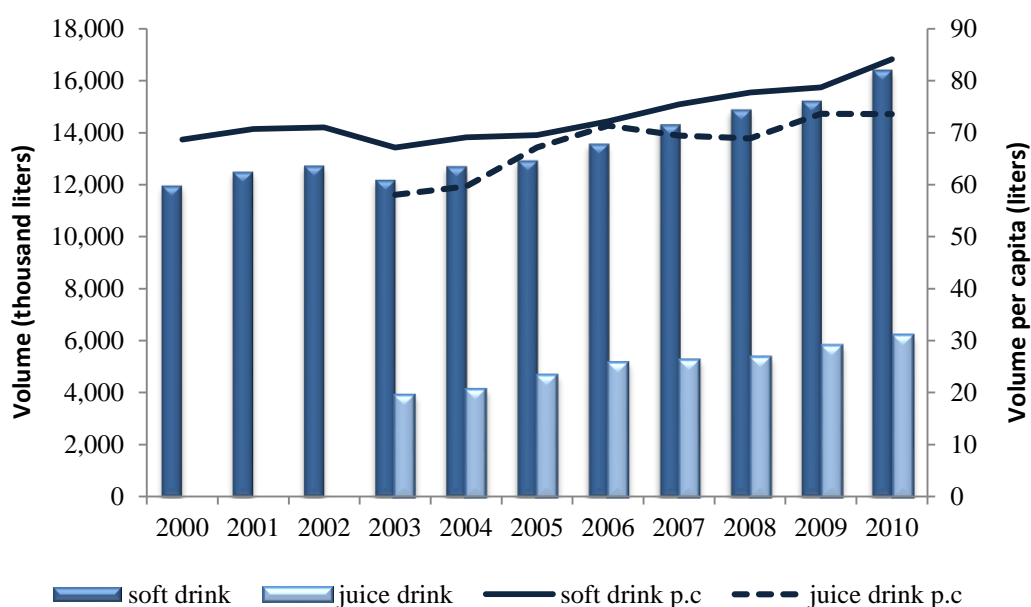
Concomitantly to rising obesity, Brazilians have changed their food consumption patterns, raising substantially the sugar-sweetened beverages³² (SSB) consumption as shown in Figure 1. In 2009 the consumption of soda was more than 15 million liters, which corresponds to 95ml/day according to the IBGE (2010). From 1974 to 2009 the average daily caloric intake share of regular carbonated soda increased from 6.8 kcal to 32.25 kcal

³¹This paper was developed during the sandwich doctorate under the advice of Professor Phd. Lisa Powell at the Institute of Health Research and Policy at the University of Illinois in Chicago. The authors wish to thank the Institute of Health Research and Policy (IHRP) - UIC for their considerable assistance and support to develop this paper. The views expressed herein are solely those of the authors and do not reflect the official views or positions of the IHRP.

³² Sugar-sweetened beverages include soda, fruit punches, sports drinks, energy drinks, sweetened tea, and other carbonated or uncarbonated drinks that are sweetened with sugar, corn syrup, or other caloric sweeteners. In this paper we just consider the consumption of regular soda and fruit drinks for which we have expressive consumption data.

per capita (IBGE, 2004, 2010). Data from Household Budget Survey (2008-2009) shows that one in three Brazilians consume juice beverage and 23% regular carbonated soda. Besides, the frequency of SSB consumption was reported to be rising among adults. In 2006, around 15.4% of adults consumed SSB daily and in 2013 it reached 23,3% (BRASIL, 2006b, 2013). Not surprisingly, SSB have become one of the leading sources of calories and sugar in the Brazilian diet.

Figure 3.1 – SSB consumption in Brazil 2000-2010



Source: Associação Brasileira de Indústrias de Refrigerantes

The association between SSB, increased caloric intake, weight gain and obesity has received great attention in numerous studies recently, and several of them report positive association between intake of SSB and BMI (BACHMAN et al.; JOHNSON et al., 2007; LUDWIG et al., 2001; MALIK et al., 2006). A meta-analysis examining the relationship between soft drink intake and nutrition or health outcomes found that higher intake of soft drinks was associated with greater energy intake, higher body weight, lower intake of other nutrients, and worse health outcomes (VARTANIAN et al., 2007). Another study suggests that regular consumption of SSBs exacerbates the genetic risk of obesity, implying that a genetic predisposition to obesity can be partly offset by healthier beverage choices (QI et

al., 2012). A range of clinical trials and cohort studies provide evidences for the positive association between regular consumption of SSBs and obesity, and consequently reduce the SSB consumption is considered as a key target for public health policies (HU, 2013; MALIK et al., 2006).

Worldwide there are some policies imposing restrictions on the availability of and access to soft drinks by students and concerned about advertising directed to children³³. Additionally, there has been much discussion about implementing fiscal tax policies to improve individual's diet and reduce obesity. The main rationale underpinning the adoption of such taxes is that a price increase of sugar sweetened may fit the consumption towards healthier alternatives, and in this way there may be weight reductions in the long term. Besides the rationality, the standard economic framework provides pricing instruments to alter consumer demand and metrics such as price elasticity demand³⁴ to calculate their effects.

Findings from most empirical studies on price elasticity demand for SSBs show negative estimates, which means that an increase in price was associated with a demand reduction for SSB. Based on the recent literature, the elasticity price for SSB, regular soda and fruit drink was estimated to be -1.21, -1.25 and -1.41, respectively. Another systematic review reported own price-elasticity in middle income countries of -1.08 in Mexico and -0.85 in Brazil. Other recent study showed the response in consumption was proportional to the taxes applied, with reduction on consumption ranging from 5% to 48%. A randomized controlled trial showed that 12% price increase significantly decreased SSB purchases by 0.9 liters/household/week (ESCOBAR et al., 2013; POWELL et al., 2013; THOW et al., 2010; WATERLANDER et al., 2014)

With respect to the extent to which decreasing prices may translate into weight outcomes, previous studies found mixed or small effects. According to the evidences a 20% increase in cost of SSBs would reduce calorie consumption and result in weight loss, ranging from 0.68 to 1.73 kilograms per year for adults. This weight loss should be translated in a reduction from 33 to 30 percent on obesity prevalence (DHARMASENA;

³³ For details see Greves e Rivara (2006), Needlman (2006) e O'Toole et al. (2007).

³⁴ Price elasticity is the percentage change in beverage consumption associated with a one-percent change in beverage's price (MAS-COLELL et al., 1995).

CAPPS, 2012; DUFFEY et al., 2010; FINKELSTEIN et al., 2013; NOVAK; BROWNELL, 2011; POWELL et al., 2013).

Although, the evidences about the effectiveness of SSB tax are still controversial and require further research to identify and understand better this relation, especially in developing countries where obesity rates is increasing faster and the evidence are quite limited.

In Brazil the discussion and evidence about tax policy to improve diet and health status are still incipient. Leifert (2013) analyses the food tax effects on consumption estimating price elasticity for different food groups, but did not include sweetened beverages. Specifically to SSB, Claro et al. (2012) investigated the tax effect on diets of households. They found that a 10% increase in the price of SSBs would lead to an average decrease of 8.5% (10.3% and 6.3% for the low and high income, respectively) in the consumption of these products.

However, Claro et al. (2012) aggregated all SSBs into one category, which masks the differences on price elasticities for each beverage. A richer delineation of SSBs into some categories can produce a sample with several non-SSB consumption cases and in this case ordinary least square (OLS) estimates may be biased (DUAN et al., 1983). As innovation at a methodological level, we allow for the possibility that demand for some beverages is censored at zero, that is not all households consume all beverages. Furthermore, Leifert (2013) e Claro et al. (2012) did not translate the reduction of SSB consumption as result of a tax into changes in body weight and obesity prevalence.

Also, compared to the Leifert (2013) e Claro et al. (2012) our paper is the first in the literature to analyze the SSB tax effect across different populations (by age, race, household structure and income). This is an additional contribution of this study to the literature, along with other aforementioned contributions.

Given this backdrop, the objective of this paper is to estimate the effects of SSB tax in terms of changes in consumption, calorie intake and per capita annual body weight in Brazil. Using data from a nationally representative survey in Brazil and the two-part model (TPM) to deal with censored data, we estimated the SSB price elasticity to selected SSB categories and examined the price sensitivity across different populations in our sample. In addition, we estimated the price effects on weight outcomes and obesity prevalence.

The remainder of this paper is structured as follow: Section 2 introduces the econometric model used to estimate the price elasticity, the data sources and the variables definitions. Some summary statistics are also presented in this section. Section 3 presents the results of SSB tax on consumption, weight loss and overweight and obesity prevalence. Finally, section 4 concludes summarizing the main results and discusses fiscal policy implications to improving diet and body weight for Brazilians.

3.2 Empirical Strategy

The estimated empirical model explains the quantities of SSB demanded as function of its prices and other variables. To have the net effect of price changes, we consider just the expenditure with SSB (regular carbonated soda and juice drink). When we consider such disaggregated purchases, an important factor to take into account is the high percentage of zeros, which can arise in our sample. This may occur because some reasons: not all households purchased these items during the survey time; some individuals may not be SSB drinkers, and so SSB are not a good for them; and even if they are a potential consumers, they may maximize their utility in zero SSB consumption, given the current prices and income - corner solution. These zeros cannot be ignored econometrically and to deal with this data structure we adopted the two-part model (TPM) proposed by Duan et al. (1983). This model account is given by:

$$E[y|X] = \Pr(y > 0|X) \times E(y|y > 0, X) \quad (3.1)$$

where $E[y|X]$ represents the quantity expected of SSB purchased, $\Pr(y > 0|X)$ is the probability of purchasing SSB conditional on vector of SSB price and of control variables, and $E(y|y > 0, X)$ is the expected quantity of SSB purchased when they were purchased. The advantage of the two-part model is that it allows you to estimate separately each component of the right side of the equation (3.1), and include just the exploratory variables that are important for each one (not necessarily the same ones). The probability of buying SSB, $\Pr(y > 0|X)$, was estimated using a Probit model and to estimate the second part we used a conditional OLS.

To predict the price effects on soda demand we estimated separately a two-part model for soda and another for juice drinks, using as key covariate its own index price. As control variables we included age, race/ethnicity, the household structure (single or multiple adults), a dummy variable indicating the presence of children in the household, work status dummy, years of education, per capita household income and dummy variable for the survey year³⁵. And to account for the correlated error terms within household and census tract that could arise, all models were adjusted for clustering on two dimensions: household and census tract.

Considering that, the marginal effect of 10% price increase on expected soda/juice drink expenditure is the sum of two terms:

$$\begin{aligned} \frac{E[y]}{\partial P_{kit}} &= \frac{\partial \Pr(y > 0) \times E(y|y > 0)}{\partial P_{kit}} & (3.2) \\ &= \left(\Pr(y > 0) \times \frac{\partial E(y|y > 0)}{\partial P_{kit}} \right) + \left(E(y|y > 0) \times \frac{\partial \Pr(y > 0)}{\partial P_{kit}} \right) \end{aligned}$$

where $\frac{E[y]}{\partial P_{kit}}$ is the variation SSB consumption derived from an increasing price, $\Pr(y > 0)$ is the probability of consuming SSB and $E(y|y > 0)$ is the average SSB consumption when this consumption is positive. The statistical inference was performed using a bootstrap over 500-repetition and computing both, nonparametric confidence intervals and standard errors.

From the estimated elasticity, we converted the reduction on consumption into weight. To implement this, first of all we transformed the consumption elasticity from grams to kilocalories, assuming that each 100g of soda has 39 kcal and 100g of fruit drink 32.7 kcal³⁶. Then, we applied a frequently used rule, which considers that a reduction of 3,500 calories induces a 0,450 kg loss in body weight, everything else remaining equal (e.g., no shift to physical activity level and the same pattern consumption of other foods

³⁵ We included the household's head characteristics, but the results were not significant. One possible reason for reaching such results is probably the way as the household head is defined. There is not a criterion that enable to identify who is the household head. In each household someone identifies him or herself as the head.

³⁶ This value corresponds to the converted average calories from the types of soda and fruit drink consumed by Brazilian adults in Aquinut.

than beverages) (DUFFEY et al., 2010; SMITH et al., 2010; WHITNEY et al., 2002). Lastly, we predict the obesity prevalence after the price increase at different times and plot the new BMI distribution.

3.2.1 Data and construction of variables

This analysis relies on two national surveys – the 2002-2003 and the 2008-2009 Household Budget Survey (HBS) – carried out by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). This data are the most recent dataset containing the dietary intake, its cost and measures of body weight for which is possible to obtain measures to propose price policies against obesity. The data were collected using a stratified and two-stage cluster sample design that ensures representative coverage of different areas of the federation. The survey adopted the tracts of the 2000 demographic census as the primary sampling units (PSU). To obtain a stratum of households with geographic and socioeconomic homogeneity, sampling was stratified by geographic locations of tracts (region, state, capital city or other, urban or rural) and socioeconomic level of PSU. The number of tracts selected from each stratum was proportional to the total number of households in that stratum, with a minimum of 2 tracts selected per stratum. Subsequently, households were selected by simple random sampling without replacement within the selected PSUs. In order to capture seasonal variability, interviews were distributed uniformly in each selected stratum during the 4 quarters of the year. The 2002/2003 HBS collected information from 3,984 PSUs, totalizing 48,470 households and in the 2008/2009 HBS 55,970 households were interviewed in 4,696 PSUs.

The basic information collected by the HBS is the purchases of food and beverages for household consumption during a period of seven consecutive days. These purchases were recorded daily by the participants and reviewed by trained interviewers, and they include a detailed description of the product, the total purchased and amount paid. Besides that, information on the socio-demographic and anthropometric characteristics of the household members was also collected.

We focused on the records of food purchased for consumption, specifically beverage consumption. Initially, we added the same beverage purchase records for each household, in order to obtain the amount of each product. Then the amounts of each SSBs

purchased were expressed as kilograms per adult equivalent (AE) per week (CLARO; MONTEIRO, 2010). We divided the sum of amount relative to the purchases of each type of beverage by the total number of AE units in the household. Using these quantities purchased and the amount paid, we created a price for each beverage categories (i.e., category expenditure divided by quantity), expressed as Real per kilograms (R\$/kg). To impute missing prices for non-purchasing households, we considered the mean price of SSB census tract where the household is located.

To deal with location noise in the price data and the problem of different units among purchased items, the household individual price data was converted in census tract-level prices. Let k represent the two categories of beverage considered, soda or fruit drink; S_{jkt} denotes the beverage budget share for j in category k at time t , where $\sum_{jkt} S = 1$; and \bar{P}_{jit} represents the average price of consumption beverage j in census tract i in time t . Then the real index price of consumption category k in census tract i is

$$P_{kit} = (S_{1kt} * \bar{P}_{1it}) + (S_{2kt} * \bar{P}_{jit}) + \dots + (S_{jkt} * \bar{P}_{jit}) \quad (3.3)$$

using the consumer price index to adjust price for inflation.

The income per capita was calculated dividing the total household income by the number of persons in the household, and it is expressed as R\$/person/month. The single adult household is a dummy indicating if just one adult or more adults compose the household. Another dummy variable was created to indicate presence of children in households.

The sample was restricted to adults with age above 18 years and excluded pregnant and lactating women and its summary statistics are shown in Table 3.1. Most of our sample is composed by white individuals (52%), followed by mixed race (39%) and black (7.9%) people. Most of the households were composed by multiple adults (78%), with a mean household income of R\$820 and 74% with children. The table also reveals that the average price of fruit drinks is more expensive than soda.

Table 3.2 presents the descriptive statistics related to the pattern consumption of the two beverages considered for full sample and by group. The data shows that regular soda was most prevalent than juice drinks in whole sample and across all groups. Regular soda consumption was most frequent among people who were middle aged, white, high-income,

and live in a household with multiple adults compared to their counterparts. Groups in which the frequency is high, the consumption tends to be high too. Overall, the average consumption of sodas was 728g/per week and considering just those individuals that purchased regular soda this average was three times higher. Table 3.2 also shows that soda purchased from households in low-income quintiles is 398g/per week and this figure steadily increased in high income quintiles (1,188g). When we restrict only to households that consume this type of beverage, the difference expands: purchases from higher income household increase to 2,697g, while it was 1,698g for in the low-income quintile.

Table 3.1 – Demographic and SSB Variables Summary Statistics

	Mean	Std err.
Race (%)		
White	52.0	
Mixed race	39.0	
Black	7.94	
Others	1.03	
Single adult (%)	21.05	
Multiple adult (%)	78.95	
Children (%)	74.22	
Age	45.26	(14.9)
Income (R\$ 1000)	0.82	(1.47)
Education (years)	6.50	(4.58)
Price soda (R\$/kg)	1.28	(0.41)
Price fruit drinks (R\$/kg)	5.27	(4.91)
<i>Sample size</i>	209,558	

Source: Author's construction, data from HBS 2002-2003 and 2008-2009

All analytic procedures were carried out in Stata version 11, taking into consideration the survey's design effect and population sample weights, and the results are presented in the next section.

3.3 Results and discussion

The coefficients for our model were estimated for two subcategories of SSB (ie, regular soda and fruit drinks) using an individual-level probit, conditional OLS and two-part model. The determinants of SSB consumption are presented in Table 3.3. Overall, the results display a smaller frequency and lower consumption with higher prices. The TPM

Table 3.2 – Regular soda and fruit drink consumption patterns, full sample and by subpopulations 2002-2009

	Soda					Juice drink				
	Prevalence	Total Consumption (g)		Conditional Consumption (g)		Prevalence	Total Consumption (g)		Conditional Consumption (g)	
	(%)	Mean	Std. error	Mean	Std. error	(%)	Mean	Std. error	Mean	Std. error
Full sample	33.89	728.06	1751.85	2148.11	2450.40	14.00	39.03	233.19	278.78	567.10
By age¹										
Young	35.91	763.14	1731.21	2125.12	2334.91	15.99	39.67	218.95	248.02	498.08
Middle	36.10	782.45	1819.88	2167.47	2484.48	14.57	42.11	246.85	289.13	589.02
Older	27.12	580.05	1634.97	2138.58	2554.00	10.36	32.37	224.11	312.41	630.33
By race										
White	38.26	892.06	2009.36	2331.75	2682.69	14.68	52.71	285.98	421.47	768.58
Black	30.43	624.83	1729.53	2053.64	2626.47	13.95	28.53	169.17	234.61	483.99
Mixed	30.62	600.54	1484.89	1961.32	2128.89	13.45	28.48	183.70	227.43	495.24
Others	31.15	664.25	1527.22	2132.45	2088.31	12.27	41.53	241.52	520.99	828.26
By presence of adults in household										
Single adult in household	28.48	813.82	2123.41	2857.14	3161.04	12.15	47.13	297.00	388.01	770.74
Multiple adult in household	35.31	705.63	1640.06	1998.44	2243.75	14.48	36.91	213.32	254.81	508.58
By Income										
Low	23.13	392.84	1100.28	1698.65	1736.88	11.67	15.03	126.01	128.73	348.43
Near-low	31.89	611.27	1399.21	1916.89	1907.08	13.71	21.94	132.32	160.03	325.05
Middle	36.73	761.62	1689.74	2073.52	2247.96	14.20	28.96	151.45	204.01	354.78
Near-high	40.91	955.25	2025.13	2335.17	2608.35	14.75	46.55	235.08	315.57	538.31
High	44.05	1188.10	2572.59	2697.57	3309.79	17.45	112.1	460.97	642.29	936.62
By BMI										
Underweight	33.45	599.20	1376.94	1791.07	1879.72	33.45	38.76	215.37	261.07	504.60
Normal weight	36.93	742.00	1634.92	2009.04	2166.07	36.93	45.75	249.59	298.43	575.32
Overweight	40.12	872.92	1792.32	2175.50	2274.28	40.12	50.42	278.71	322.20	639.25
Obese	41.49	1010.52	2380.27	2435.76	3191.48	41.49	58.97	343.11	369.33	789.15

Source: Author's construction, data from HBS 2002-2003 and 2008-2009

¹Young: age<35; middle: 35≤age≤55; older: age>55

model predicts a reduction of 348.3g in weekly soda consumption and 4.5g of fruit drink to each one Real increased price.

The result for age suggests those with more age exhibit smaller soda and fruit drink consumption: one year rise in age lowered the soda and fruit drink consumption by 0.65 and 0.08 grams per week, respectively. Among those who live in single adult households, the average soda and fruit drink consumption was higher by 226 and 19 grams, respectively. Likewise, higher income households were associated with greater SSB consumption. On the other hand, higher levels of education were associated with higher SSB consumption, which suggest that other non-considered educational factors (like non cognitive skills) may affect the consumption patterns and body weight (OECD, 2014).

Table 3.3- Determinants of regular soda and fruit drinks consumption (g)

Soda	Prevalence		Conditional		TPM	
	Estimate	SE	Estimate	SE	Estimate	SE
Own price	-0.0382***	(0.0228)	-692.1***	(32.52)	-348.3***	(85.47)
Age	-0.0001	(0.0005)	-0.912	(0.636)	-0.658***	(1.721)
Black	-0.0594***	(0.0242)	-313.4***	(33.61)	-254.0***	(86.40)
Mixed race	-0.0633***	(0.0146)	-345.3***	(20.71)	-275.0***	(53.08)
Other races	-0.0721***	(0.0693)	-370.5**	(85.36)	-304.5***	(231.3)
Single	-0.0567***	(0.0157)	942.6***	(32.11)	226.1***	(62.29)
Children	0.0877***	(0.0184)	-91.68	(24.96)	165.8***	(68.92)
Work	-0.0200***	(0.0121)	-72.91**	(16.37)	-73.13***	(41.69)
Education	0.0140***	(0.0018)	35.09***	(2.895)	45.32***	(7.375)
Income	0.0023	(0.0058)	120.6***	(12.58)	50.75***	(22.71)
Year Dummy	0.0011	(0.0215)	84.52	(29.94)	34.39**	(75.01)
Fruit drink	Prevalence		Conditional		TPM	
	Estimate	SE	Estimate	SE	Estimate	SE
Own price	-0.0003	(0.0004)	-29.61***	(2.010)	-4.568***	(0.25)
Age	-0.0008***	(0.0001)	1.383*	(0.730)	-0.077	(0.09)
Black	-0.0002	(0.0066)	-78.31***	(27.98)	-11.83***	(3.96)
Mixed race	-0.0080**	(0.0038)	-72.20***	(14.72)	-13.55***	(2.60)
Other races	-0.0058	(0.0228)	47.95	(189.4)	5.255	(46.2)
Single	-0.0088**	(0.0043)	151.2***	(27.07)	19.78***	(1.61)
Children	0.0606***	(0.0048)	-66.57**	(28.46)	10.39	(7.93)
Work	-0.0064*	(0.0034)	5.355	(18.99)	-1.351	(5.46)
Education	0.0047***	(0.0005)	23.20***	(3.280)	5.057***	(0.68)
Income	0.0069***	(0.0013)	70.25***	(19.46)	12.88***	(2.82)
Year Dummy	0.0069	(0.0054)	31.89	(19.77)	7.103	(7.69)

Source: Author's construction, data from HBS 2002-2003 and 2008-2009

Note: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Based on these parameters estimations of the price elasticity were calculated for soda and fruit drink, as displayed in Table 3.4. For all sample estimates, price elasticity is -0.61 for soda and -1.32 for fruit drinks, suggesting that a 20% increase in price was associated with a decline of soda and fruit drink in weekly consumption by 12.2% and 26.4%, respectively. This evidence shows a higher sensitivity to price changes for juice drinks than for soda, in spite of the higher consumption of soda.

Table 3.4 - Elasticity of consumption, full sample and subgroups

	Soda		Fruit drink	
	Estimate	Std err.	Estimate	Std err.
Full sample	-0.61***	(0.06)	-1.32***	(0.05)
By age¹				
Young	-0.51***	(0.05)	-1.20***	(0.28)
Middle	-0.68***	(0.02)	-1.35***	(0.10)
Older	-0.61***	(0.09)	-1.43***	(0.02)
By race				
White	-0.47***	(0.04)	-1.08***	(0.03)
Black	-0.98***	(0.19)	-1.81***	(0.33)
Mixedrace	-0.70***	(0.07)	-1.47***	(0.13)
Others	-0.03	(0.47)	-2.76***	(0.71)
By presence of adults in household				
Single adult household	-0.47***	(0.08)	-1.38***	(0.07)
Multiple adult household	-0.65***	(0.02)	-1.29***	(0.09)
By Income				
Low	-0.66***	(0.09)	-1.33***	(0.02)
Near-low	-0.71***	(0.08)	-1.05***	(0.21)
Middle	-0.57***	(0.13)	-1.77***	(0.09)
Near-high	-0.65***	(0.15)	-1.23***	(0.02)
High	-0.23***	(0.08)	-0.92***	(0.19)

Source: Author's construction, data from HBS 2002-2003 and 2008-2009

Note: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

¹Young: age<35; middle: 35≤age≤55; older: age>55

The results also confirm that groups with higher consumption are more sensitive to higher prices. For instance, middle age people consume in average more soda and fruit drinks than their counterparts and present higher price elasticity. The exception is between income groups, where the consumption was uppermost for higher income and their price elasticity was twice less than their counterparts. We also found that soda consumption for black and mixed race adults was more responsive to increases in price despite the lower

consumption. People who live in a multiple adult household, composed by at least two adults with children, were found to be more price sensitive than their counterparts. These results point to a potential effect of the SSB tax to reduce the consumption by children, who usually consume large amounts of soda per day (FEFERBAUM et al., 2012). For fruit drinks, the elasticity is higher than those for soda in all subgroups, but the differences within subgroups are similar to those for soda.

In addition, these reductions appointed by the elasticity would translate into less sugar and a fewer amount of calorie intake per week, which *ceteris paribus* could cause weight loss. As shown by Finkelstein et al. (2013), a reduced SSB consumption does not necessarily imply in a substitution for other sugary foods, as suggested by the rational addiction theory (BECKER; MURPHY, 1988; CAWLEY, 1999). Based on this, we converted our predicted elasticity into potential weight loss, as shown in Table 3.5.

Table 3.5 – Predicted per-person mean weight-loss, full sample and subgroups

	Obesity prevalence (%)	Estimate	
Full sample	18.77	-0.115	(0.26)
By age¹			
Young	8.07	-0.097	(0.21)
Middle	15.88	-0.131	(0.29)
Older	17.19	-0.102	(0.27)
By race			
White	13.73	-0.109	(0.23)
Black	13.86	-0.156	(0.43)
Mixed	11.84	-0.112	(0.27)
Others	11.12	-0.068	(0.29)
By presence of adults in household			
Single adult in household	14.69	-0.121	(0.31)
Multiple adult in household	12.63	-0.095	(0.22)
By Income			
Low	9.25	-0.066	(0.18)
Near-low	11.67	-0.901	(0.22)
Middle	13.25	-0.114	(0.28)
Near-high	14.91	-0.141	(0.30)
High	15.72	-0.082	(0.17)

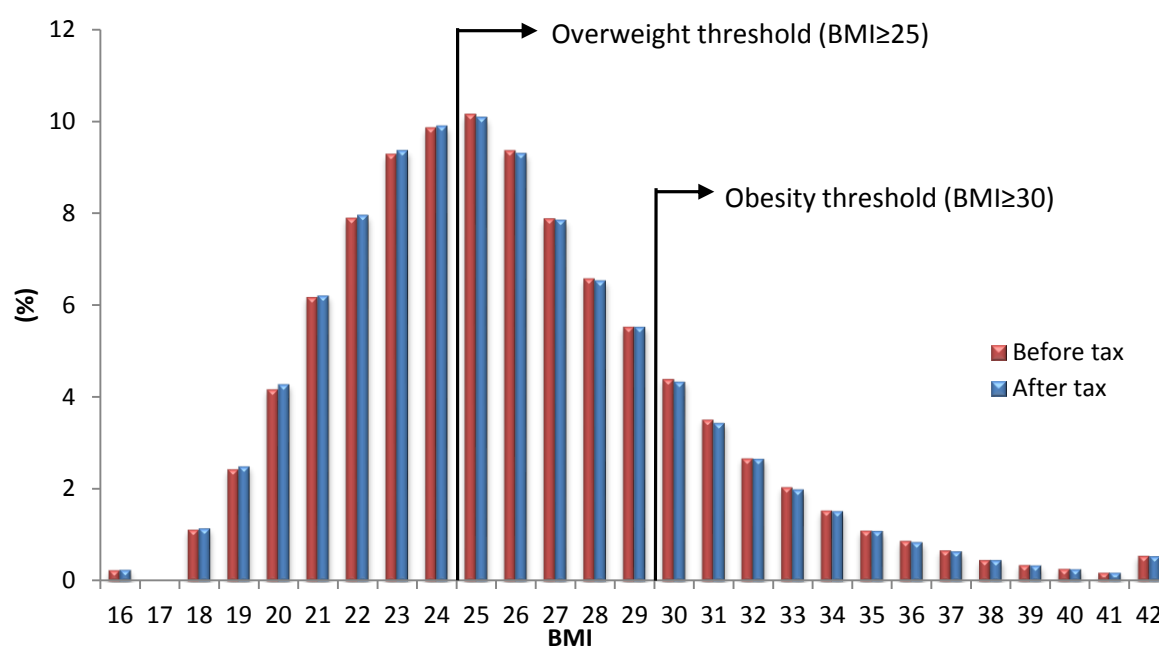
Source: Author's construction, data from HBS 2002-2003 and 2008-2009

Note: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

¹Young: age<35; middle: 35≤age≤55; older: age>55

The estimates appoint to per person weight loss of 0.11kg during the first year due to a 20% tax on soda and fruit drink. In spite of the small estimates on weight, the results reveal that groups with high obesity prevalence rates drive most part of this reduction. Considering that weight reductions, the prevalence of overweight among adults could decline from 48.13 to 47.75 percent and obesity prevalence could be reduce from 18.77 to 18.5 percent in one year. This slight change on weight may be explained by those small elasticity of the tax for some greater consumers. Although, the results along the BMI distribution showed in Figure 3.2 indicate that most part of this reduction occurs above the overweight cutoff.

Figure 3.2 – Distribution of BMI before and after 1-year 20% soda and fruit drink tax



Source: Author's construction, data from HBS 2002-2003 and 2008-2009

Furthermore, a greater reduction resulting from 20% SSB tax is observed on the thresholds to overweight and obesity. So, reducing the consumption helps people that are a few kilograms above the overweight and obesity cutoff to move in the direction to the category below. And besides that, it prevents people that are few kilograms below the cutoff to join the overweight and obesity groups. Despite the small reduction in obesity

prevalence, the SSB tax shows an important role to prevent the increase in obesity rates, which in itself is a good effect of this policy.

3.4 Conclusion

Brazilian people have increasingly consumed food with high amounts of sugar (IBGE, 2004, 2010). In 2009, Brazilian people consume almost five times as much SSB than they drank in 1974, making regular carbonated soda one of the main sources of sugar intake among Brazilians (17% of the total energy consumed). Part of this increasing consumption is related to the fall in prices, as well as to the rising household income. As the results show, when SSBs cost less, people consume them more. SSB consumption is particularly high among people with disproportionately high obesity prevalence: black people and those with less education tended to drink more soda and juice drinks than other consumers.

This has many implications on individual's dietary patterns and has been translated into increasing overweight and obesity prevalence rates among Brazilian adults. This increased prevalence has driven attention to the need for actions to reduce these rates and the health outcomes related. As a result, healthy policies that induce adoption of health eating habits have become focused on obesity prevention efforts, especially those which do so through changes in food prices.

This paper aimed to analyze the effect of SSB prices on consumption of SSB, weight-loss and obesity prevalence in a cohort of Brazilian adults. We applied a two-part model proposed by Duan et al. (1983) to get the price elasticity, which was converted in weight loss. The model used the implicit price of each beverage, and adjustments were made to remove quality effects prior to estimating price elasticity.

Our main findings suggest that tax policy might be an effective tool to reduce the soda and juice drink consumption and body weight. In the first case, our price elasticity of consumption of -0.61 and -1.32 for soda and fruit drink, respectively, showed that an increased price was associated to a reduction in consumption. These results are in the range of the estimates obtained by earlier national and international studies. Claro's estimates of elasticity were -8,5% to overall SSB and systematic review estimations suggest -7,9% for soft drink and -7,6% for juice drinks (POWELL et al., 2013)

We also identified that subgroups that consume higher amounts of SSB are relatively more price sensitive and in these cases pricing policies have an expressive potential in reducing SSB consumption and body weight. In some specific subgroups, like multiple households with children, a tax on SSBs may have higher long-term effect since their higher sensitivity may induce changes in intake patterns during childhood, which might reflect in better health status in adulthood.

Overall, these reductions would help reach the added sugar recommendations of <10% of a person's caloric intake suggested by WHO (2003) with effects on weight. Consistent with previous findings, this study found that lower individual consumption of SSB reduced their subsequent 1-year body weight by 1kg (FINKELSTEIN et al., 2013) calculations estimated 0.72kg for the USA) and a higher impact was found on those individuals who were in the upper tail of BMI. Although its small effect on individual weight, the SSB tax has an important effect at the population level. It helps to reduce the rates in 1p.p in one year, that is higher than other public policies implemented by the Brazilian government in last years. These last ones contributed to keep the obesity rates in the same level, after 3 years. So, a SSB tax could be more effective to move the BMI distribution to the left side and reduce the obesity prevalence.

This study just considers the SSB purchases for home consumption, which represents around 76% of all consumption. But people also consume SSB outside the home and taking this into account that the tax effects on weight could be higher. Moreover, the type of tax strategies, based on volume (e.g., per ounce) or sugar-content (e.g., per gram of added sugar), possibly will influence the results and this distinction should be considered in future studies about this subject.

Despite the limitations, the findings in this paper suggested that limiting intake of SSBs is one simple change that could have a measurable impact on weight control and prevention of other diseases, although it alone is unlikely to solve the obesity epidemic. So, it is important to combine it with other health policies, like health and physical activity campaigns and regulations, in order to direct the consumption toward healthy beverages. It is equally important to consider that tax has a regressive effect on low-income and minority populations and in this case subgroup-specific elasticity estimates have to be considered in future studies about the sociodemographic effect.

References

- BACHMAN, C. M.; BARANOWSKI, T.; NICKLAS, T. A. Is there an association between sweetened beverages and adiposity? *Nutrition Reviews*, New York, v. 64, p. 153–174, 2006.
- BAHIA, L. et al. The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system: cross-sectional study. *BMC Public Health*, London, v. 12, n. 1, p.440, Jan. 2012.
- BARQUERA, S. et al. Energy intake from beverages is increasing among Mexican adolescents and adults. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 138, p. 2454–2461, 2008.
- BASU, S. et al. Averting obesity and type 2 diabetes in India through sugar-sweetened beverage taxation: an economic-epidemiologic modeling study. *PLoS Medicine*, San Francisco, v. 11, n. 1, p. e1001582, 7 Jan. 2014.
- BECKER, G. S., MURPHY K. M. A theory of rational addiction. *The Journal of Political Economy*, Chicago, v. 96, n. 4, 675-700, 1988.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília, 2013.
- BROWN, M. G. Impact of income on price and income responses in the differential demand system. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Auburn, p. 593–608, 2008.
- CABRERA ESCOBAR, M. A *et al.* Evidence that a tax on sugar sweetened beverages reduces the obesity rate: a meta-analysis. *BMC Public Health*, London, v. 13, p. 1072, 2013.
- CAWLEY, J. *Rational addiction, the consumption of calories, and body weight*. 1999. Dissertation (Ph.D. in Economics) - Department of Economics, University of Chicago, 1999.
- CLARO, R. M. et al. Sugar-sweetened beverage Taxes in Brazil. *American Journal of Public Health*, New York, v. 102, n. 1, p. 178–183, 2012.
- CLARO, R. M.; MONTEIRO, C. A. Renda familiar, preço de alimentos e aquisição domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 44, n. 6, p. 1014-1020, 2010.
- DHARMASENA, S.; CAPPS, O. Intended and unintended consequences of a proposed national tax on sugar-sweetened beverages to combat the U.S. obesity problem. *Health Economics*, Chichester, v. 21, n. 6, p. 669–694, 2012.
- DUAN, N. et al. A comparison of for alternative care models for the demand medical. *Journal of Business & Economic Statistics*, Washington, v. 1, n.2, p. 115–126, 1983.

- DUFFEY, K. J. et al. Food price and diet and health outcomes: 20 years of the CARDIA Study. *Archives of Internal Medicine*, Chicago, v. 170, n. 5, p. 420–426, 2010.
- ESCOBAR, M. A. et al. Evidence that a tax on sugar sweetened beverages reduces the obesity rate: a meta-analysis. *BMC Public Health*, London, v. 13, p. 1072, 2013.
- FEFERBAUM, R.; DE ABREU, L. C.; LEONE, C. Fluid intake patterns: an epidemiological study among children and adolescents in Brazil. *BMC Public Health*, London, v. 12, p. 1005, 2012.
- FINKELSTEIN, E. A. et al. Implications of a sugar-sweetened beverage (SSB) tax when substitutions to non-beverage items are considered. *Journal of Health Economics*, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 219–39, Jan. 2013.
- FINKELSTEIN, E. A. et al. Impact of targeted beverage taxes on higher- and lower-income households. *Archives of Internal Medicine*, Chicago, v. 170, n. 22, p. 2028–2034, 2010.
- GREVES, H. M.; RIVARA, F. P. Report card on school snack food policies among the United States' largest school districts in 2004–2005: room for improvement. *The international Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, London, v. 3, p. 1, 2006.
- 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. *Obesity Reviews*, Oxford, v. 14, n.8, p. 606–619, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2002-2003: Primeiros resultados - Brasil e Grandes Regiões*. Rio de Janeiro, 2004a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao%20devida/pof/2002/pof2002.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares: Microdados*. Rio de Janeiro, 2004b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao%20devida/pof/2002/microdados.shtm>>. Acesso em: 14 nov. 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e Estado Nutricional*. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=245419>>. Acesso em: 05 jul. 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares: Microdados*. Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao%20devida/pof/2008_2009/microdados.shtm>. Acesso em: 14 abr. 2013.
- JOHNSON, L. et al. Is sugar-sweetened beverage consumption associated with increased fatness in children? *Nutrition*, Burbank, v. 23, p. 557–563, 2007.

KEATS, S.; WIGGINS, S. *Future diets: Implications for agriculture and food prices*. London: The Overseas Development Institute(ODI), 2014. Disponível em: <<http://www.thehealthwell.info/node/697970>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

LEIFERT, R. M. *Análise dos efeitos de um imposto sobre alimentos engordativos no mercado brasileiro*. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

LIN, B. H. et al. Measuring weight outcomes for obesity intervention strategies: The case of a sugar-sweetened beverage tax. *Economics and Human Biology*, Amsterdam, v. 9, p. 329–341, 2011.

LUDWIG, D. S.; PETERSON, K. E.; GORTMAKER, S. L. Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: A prospective, observational analysis. *The Lancet*, London, v. 357, n. 9255, p. 505–508, 2001.

MALIK, V. S.; SCHULZE, M. B.; HU, F. B. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: A systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*, Baltimore, v. 84, n. 2, 2006.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. *Microeconomic theory*. Oxford: Oxford University Press, 1995.

NEEDLMAN, R. Food Marketing to Children and Youth: Threat or Opportunity? *Journal of Developmental Behavioral Pediatrics*, Hagerstown, v. 30, n. 2, p.177-183, 2009.

NOVAK, N. L.; BROWNELL, K. D. Taxation as prevention and as a treatment for obesity: the case of sugar-sweetened beverages. *Current Pharmaceutical Design*, San Francisco, v. 17, n. 12, p. 1218–1222, 2011.

O'TOOLE, T. P. et al. Nutrition services and foods and beverages available at school: Results from the school health policies and programs study 2006. *Journal of School Health*, Kent, v. 77, n. 8, p. 500–521, 2007.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT-OECD. *Skills for Progress*. Paris, 2014.

OLIVEIRA, M. L. *Estimativa dos custos da obesidade para o Sistema Único de Saúde do Brasil*. 2013. Tese (Doutorado em Nutrição) - Faculdade de Ciências da Saúde. Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

POWELL, L. M. et al. Assessing the potential effectiveness of food and beverage taxes and subsidies for improving public health: A systematic review of prices, demand and body weight outcomes. *Obesity Reviews*, Oxford, v. 14, n.2, p. 110–128, 2013.

QI, Q. et al. Sugar-sweetened beverages and genetic risk of obesity. *The New England Journal of Medicine*, Boston, v. 367, n. 15, p. 1387–1396, 2012.

SCHMIDT, M. I. et al. Chronic non-communicable diseases in Brazil: Burden and current challenges. *The Lancet*, London, v. 377, n. 9781, p. 1949–1961, 2011.

SMITH, T. A.; LIN, B.-H.; LEE, J. Y. *Taxing caloric sweetened beverages: potential effects on beverage consumption, calorie intake, and obesity*. Washington, DC: USDA, Economic Research Service, Jul. 2010. (Economic Research Report, n. 100). Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/media/138598/err100_1_.pdf> Acesso em: 26 set. 2014.

THOW, A. M. *et al.* The effect of fiscal policy on diet, obesity and chronic disease: a systematic review. *Bulletin of the World Health Organization*, Geneva, v. 88, n. 8, p. 609–614, 2010.

VARTANIAN, L. R.; SCHWARTZ, M. B.; BROWNELL, K. D. Effects of soft drink consumption on nutrition and health: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Public Health*, New York, v. 7, n. 4, p. 667-675, Apr. 2007.

WATERLANDER, W. E.; NI MHURCHU, C.; STEENHUIS, I. H. M. Effects of a price increase on purchases of sugar sweetened beverages. Results from a randomized controlled trial. *Appetite*, London, v. 78, p. 32-39, Jul. 2014.

WHITNEY, E. N. *et al.* *Understanding normal and clinical nutrition*. Belmont: Wadsworth, 2002.

ZHEN, C. *et al.* Habit formation and demand for sugar-sweetened beverages. *American Journal of Agricultural Economics*, Worcester, v. 93, p. 175–193, 2011.

ZHEN, C. *et al.* Predicting the effects of sugar-sweetened beverage taxes on food and beverage demand in a large demand system. *American Journal of Agricultural Economics*, Worcester, v. 96, p. 1–25, 2013.

ZHENG, Y.; KAISER, H. M. Advertising and U.S. nonalcoholic beverage demand. *Agricultural and Resource Economics Review*, Newark, v. 37, p. 147–159, 2008a.

ZHENG, Y.; KAISER, H. M. Estimating Asymmetric Advertising Response: An Application to U.S. Nonalcoholic Beverage Demand. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Auburn, v. 40, p. 837–849, 2008b.

ZHENG, Y.; KINNUCAN, H.; KAISER, H. Measuring and testing advertising-induced rotation in the demand curve. *Applied Economics*, London, v. 42, n. 13, p. 1601-1614, 2010.

Annex A – Evidence on Price effects on consumption

Author/year/country	Population	Model	Outcome Variable	Own-price elasticity
Brown (2008),	National sample of retailers	Rotterdam model (two specifications)	Juice drink sales Carbonated soft drink sales	-1.71, -1.52 -1.76, -1.96
Barquera et al. (2008), Mexico	National sample of households	Cross-sectional	Soda	-1.09
Zheng and Kaiser, (2008b), USA	Aggregated US national sample	AIDS	Carbonated soft drink consumption per capita	-0.61
Zheng and Kaiser, (2008a), USA	Aggregated US national sample	AIDS, Rotterdam model	Carbonated soft drink consumption per capita	-0.52, -0.31
Duffey et al. (2010),	Adults aged 18-30 in baseline year	Cross-sectional	Regular carbonated soft drink consumption	-0.71
Finkelstein et al. (2010), USA	National sample of households	Demand system	Carbonated SSB purchases	-0.87
Smith, Lin, and Lee (2010), USA	National sample of households	AIDS	SSB purchases	-1.27
Zheng, Kinnucan, and Kaiser (2010)	Aggregated US national sample	Linear, Semi-log, Rotterdam model and AIDS	Carbonated soft drink consumption per capita	-0.60, -0.37, -0.43, -0.77
Lin et al. (2011), USA	National sample of households	AIDS	SSB purchases	Low income: -0.95 High income: -1.29
Zhen et al. (2011), USA	National sample of households	AIDS	Regular carbonated soft drink purchase Fruit drink purchase	-1.06 to -1.54 -1.44 to -2.65

Author/year/country	Population	Model	Outcome Variable	Own-price elasticity
Claro et al. (2012), Brazil	National sample of households	Cross-sectional	SSB purchases	-0.85
Dharmasena and Capps (2012), USA	National sample of households	AIDS	Regular carbonated soft drink purchase	-2.26
			Fruit drink purchase	-0.69
Finkelstein et al. (2013), USA	Aggregated US national sample	Cross-sectional	SSB purchases per capita	-1.32
Zhen et al. (2013), USA	Aggregated US national sample	AIDS	Carbonated soft drink consumption per capita	-1.035
Basu et al. (2014), India	National sample of households	QAIDS	SSB purchases	-0.94

Source: Powell et al. (2013), Cabrera Escobar et al. (2013)

4 OBESIDADE E TRIBUTAÇÃO SOBRE BEBIDAS AÇUCARADAS: SIMULAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS A PARTIR DA ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO

Dada o crescente interesse pela taxaço de bebidas açucaradas, este ensaio estima e discute os efeitos e implicaçoes desta medida, com enfoque em variáveis macroeconômicas e setoriais, considerando as relações produtivas e as questões distributivas associadas a esta política.

4.1 Introdução

Este ensaio tem por objetivo identificar os efeitos macroeconômicos e setoriais da aplicaço de uma política combate à obesidade baseada em um aumento da tributaço de bebidas açucaradas. Especificamente, busca-se avaliar os efeitos desta política sobre: a produço de refrigerantes e dos demais setores produtivos; o consumo agregado das famílias em diferentes decis de renda; o emprego; e a receita tributária do governo.

A epidemia da obesidade afeta mais de 300 milhões de pessoas em todo o mundo, tornando-se o principal problema de saúde pública a ser enfrentado (JAMES, 2008). Identificada quando uma pessoa possui índice de massa corporal (IMC) igual ou superior a 30, a obesidade é cada vez mais prevalente no Brasil. As estimativas atuais mostram que um em cada três adultos é obeso, e cerca de 14% das crianças entre 5 e 9 anos sofrem de problemas de obesidade no Brasil (IBGE, 2010).

Esse aumento epidêmico deriva das mudanças ocorridas no que se denomina infraestrutura da obesidade (ACS; COTTEN; STANTON, 2009). Esta inclui vários aspectos dos padrões sociais, econômicos e comportamentais, cujas mudanças afetam direta ou indiretamente o padrão alimentar e a prática de atividade física dos indivíduos. Dentre estes, destaca-se: o avanço tecnológico na produço de alimentos, que contribuiu notavelmente para o aumento da oferta de alimentos pouco saudáveis, bem como para torná-los mais baratos; mudança na intensidade física do trabalho para um estilo mais sedentário; estímulo ao consumo decorrente de propagandas (PHILIPSON; POSNER, 2003).

O contínuo estabelecimento destas mudanças torna cada vez mais difícil a adoção de hábitos saudáveis, à medida que o custo de oportunidade das escolhas individuais se altera (CUTLER; GLAESER; SHAPIRO, 2003). A solução deste problema, portanto, perpassa pela identificação dos principais elementos contribuintes dessa infraestrutura para o aumento de peso e pela adoção de medidas efetivas que atuem sobre esses elementos.

Dentre estes, o consumo de bebidas açucaradas vem ganhando destaque na literatura, em decorrência da elevação na quantidade e frequência de consumo, bem como dos resultados em saúde. No Brasil, o consumo deste item está presente na alimentação de 1 em cada 4 brasileiros e vem aumentando sistematicamente, atingindo um consumo diário médio de 94,7 ml/dia (IBGE, 2014; IBGE, 2010). Diante disso, a proposição de políticas orientadas para a redução do consumo de bebidas com elevado teor de açúcar, baseada na cobrança de impostos adicionais, surge como uma alternativa eficaz de contenção do aumento da obesidade (BROWNELL et al., 2009; ESCOBAR et al., 2013; KRISTENSEN et al., 2014; LUSTIG et al., 2012).

Contudo, a aplicação deste tipo de política é pouco verificada empiricamente, dado que as evidências no âmbito individual ainda são inconclusivas. Adiciona-se a isto, a escassez de evidências sobre os efeitos agregados de tal política quanto à sua regressividade (SHARMA et al., 2014). A maior parte das evidências concentram-se em países desenvolvidos e sugerem que a taxação pode ser uma medida efetiva de reduzir a ingestão calórica e, conseqüentemente, poderia levar à redução da obesidade. Em termos agregados, Powell et al. (2013) constataram efeitos modestos desta medida sobre o emprego e considerável capacidade de geração de receitas para aplicação em políticas de saúde. Por outro lado, Nordström e Thunström (2011) sugerem que políticas deste tipo podem ser progressiva e gerar efeitos positivos na economia.

Visando contribuir com a discussão sobre de tributação de bebidas açucaradas e seus impactos, o objetivo deste estudo é avaliar os efeitos macroeconômicos e setoriais desta política no Brasil. A análise considera um aumento de 10% no custo de produção de refrigerantes e bebidas açucaradas decorrente de um aumento tributário.

A principal contribuição deste ensaio diz respeito à avaliação do efeito da taxação sobre bebidas açucaradas sob o arcabouço metodológico do modelo de insumo-produto. Neste modelo, além do efeito preço, são consideradas as relações setoriais da atividade produtiva para identificar o efeito agregado. Especificamente, utiliza-se o modelo de

preços derivado da matriz de insumo-produto incorporado ao vetor de consumo desagregado das famílias. Esta estratégia permite compreender os efeitos desta política numa perspectiva distributiva, o que é extremamente relevante considerando-se as desigualdades existentes no Brasil.

Além desta introdução, o ensaio é composto por mais quatro seções. A segunda seção apresenta a definição de obesidade, as evidências de sua associação com o consumo de refrigerantes e alternativas de políticas públicas para reduzir a obesidade. Na seção 3, tem-se a descrição da metodologia selecionada e sua contextualização ao problema em estudo, e os resultados obtidos são apresentados e descritos na seção 4. Por fim, a seção 5 conclui e aponta as principais implicações do trabalho.

4.2 Obesidade, consumo de refrigerantes e políticas públicas

A obesidade resulta, essencialmente, de um desequilíbrio entre calorias ingeridas e calorias gastas, com superioridade da primeira componente. A mudança em direção a um estilo de vida mais sedentário não explica o *timing* do aumento da obesidade e sobrepeso ao mesmo tempo em que o gasto calórico não tem se alterado significativamente (ACS et al., 2009; PHILIPSON, POSNER, 2003). Disto decorre que a ingestão calórica seria o fator central para explicar o aumento de peso dos indivíduos nos últimos vinte anos. As evidências existentes apontam para um aumento do peso corporal concomitante às mudanças ambientais na alimentação.

O consumo de calorias no Brasil vem crescendo juntamente com o aumento da participação de alimentos que contém açúcares adicionados no consumo alimentar, tais como refrigerantes. Entre 2002 e 2008, o consumo refrigerantes cresceu 400% atingindo o valor de 80 litros/ano per capita em 2010 (LEVY-COSTA et al., 2005; IBGE, 2010). Segundo dados Pesquisa Nacional de Saúde, em 2014, mais de 23% da população afirmou consumir refrigerante pelo menos uma vez ao dia. Adicionalmente, parte significativa da ingestão calórica de crianças e adolescente advêm do consumo de alimentos processados e refrigerantes. Em média, o adolescente brasileiro entre 11 e 17 anos ingere aproximadamente 26 quilos de açúcar por ano apenas por meio das bebidas - como refrigerantes e sucos industrializados (JOHNSON et al., 2009; BARQUERA et al., 2010; IBGE, 2010; COLLINO, 2011).

Woodward-Lopez et al. (2010) ressaltam que o efeito da ingestão de refrigerantes na promoção de ganho de peso é maior do que aquele observado qualquer outro alimento ou bebida. Estudos clínicos sugerem que o consumo desta bebida está associado com aumento da ingestão calórica e significativo ganho de peso em crianças e adultos (CHEN et al., 2009; DE RUYTER et al., 2014; EBBELING et al., 2006; MOZAFFARIAN et al., 2011; VARTANIAN et al., 2007; MALIK et al., 2006; GIBSON, 2008). Além disso, o consumo regular de refrigerantes eleva o risco de diabetes tipo 2, risco de doença arterial coronariana e osteoporose (FUNG et al., 2009; DE KONING et al., 2012; FEFERBAUM et al., 2012). Os refrigerantes, portanto, são um componente importante entre os potenciais fatores social e ambiental que causa resultados negativos à saúde e implica obesidade. Assim, não por acaso, algumas medidas vêm sendo adotada neste sentido em alguns países, a maior parte voltadas para o público infantil.

Nos Estados Unidos, por exemplo, muitos estados têm limitado o acesso a bebidas açucaradas no ambiente escolar, proibindo a venda de refrigerantes; imposição de restrições à disponibilidade e acesso a refrigerantes pelos estudantes, como as do Programa Nacional de Lanche Escolar; limites sobre a propaganda desta bebida direcionada a crianças (POWELL et al., 2009). Além destas, tramitam propostas de lei que obrigam determinadas bebidas a apresentarem um rótulo de advertência da associação com obesidade. No Brasil também existe a aplicação de medidas semelhantes no âmbito escolar em alguns estados, como a proibição da venda de alimentos pouco nutritivos como refrigerantes³⁷.

A literatura sugere diversas abordagens de políticas públicas, informativas ou de intervenção no mercado, que podem ter efeito no consumo de refrigerante (GOSTIN, 2007). Algumas destas estão sintetizadas na Tabela 4.1. Qualquer que seja a política, a sua adoção é fundamentada pela existência de falhas de mercado que fazem com que o preço não reflita os valores sociais associados à obesidade e *status* de saúde³⁸. Dentre estas destaca-se: *externalidades* (gerada quando uma ação impõe custos extras para outras

³⁷ A aprovação de outras medidas tramitam no Congresso, como o projeto de Lei do Senado n.150 que sugere alterações nas embalagens, na publicidade e nas regras de marketing direcionado às crianças de produtos que tenham muito açúcar, gordura saturada, gordura trans, sal e de bebidas de baixo teor nutricional.

³⁸ Esses argumentos, diversas ações políticas para melhorar a saúde da população tem sido implementada: leis cinto de segurança, vacinas, limites de velocidade, fluoração na água, uso de álcool e direção, impostos e regulação sobre o cigarro.

peças e para a sociedade); *assimetria de informação* (ocorre quando um agente detém mais informação que a outra parte); e *ausência de competição*.

Quadro 4.1 – Intervenções políticas para controle da obesidade

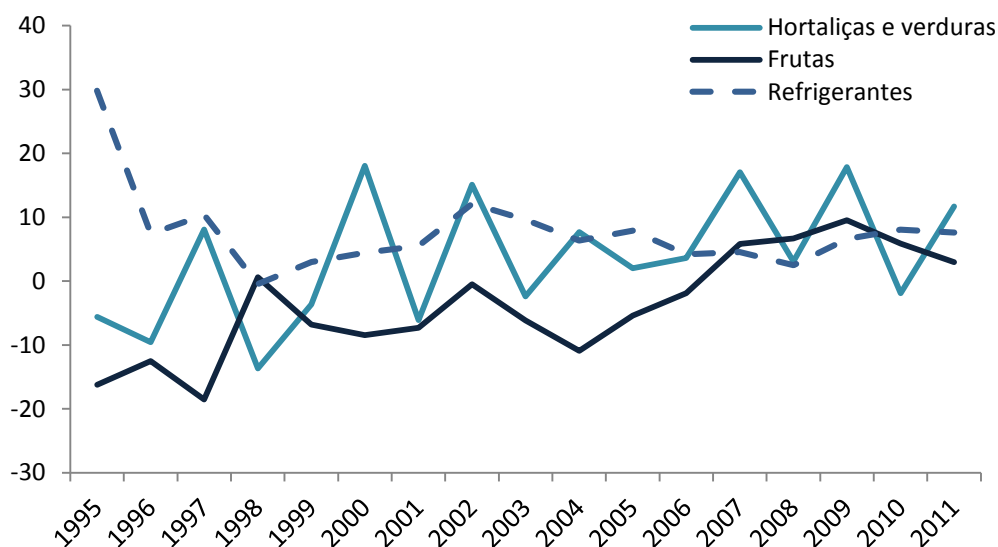
Intervenção	Definição	Benefícios	Prós	Contras
Informação	Fabricantes de alimentos e restaurantes devem informar o conteúdo nutricional dos alimentos	Consumidor informado sobre os benefícios e riscos nutricionais dos alimentos.	Consumidores fazem melhores escolhas	Informação dos rótulos as vezes são difíceis de compreender. Dificuldade de obter informações acuradas especialmente para os restaurantes.
Regulação de propaganda para crianças e adolescentes	Regula mídia, internet, licenciamento de personagens.	Minimiza a influência da propaganda sobre o hábito alimentar e padrões de compra.	Ajuda a proteger crianças (agentes pouco capazes de fazer distinções).	Infringe o direito de liberdade de expressão.
Tributação	Impõe impostos elevados sobre alimentos pobres em nutrientes e calóricos.	Reduz o consumo de alimentos pouco saudáveis. Gera receita para subsidiar alimentos saudáveis e a prática de atividade física.	Efetiva Outros países usam medidas fiscais para influenciar dieta	Imposto tende a ser regressivo. Afeta a liberdade de escolha. Receitas tributárias aplicadas em outros fins.
Intervenções em ambiente escolar e de trabalho	Promove menus mais saudáveis e estimula a prática de atividade física e educação nutricional.	Reduz a oferta e o acesso a alimentos altamente calóricos. Oportuniza o gasto calórico.	Induz a adoção de estilo de vida saudável baseado em alimentação saudável e atividade física.	Elevado custo de implementação. Ineficiente se não houver mudança de hábito dos indivíduos.
Proibições	Eliminação de ingredientes maléficos à saúde por parte da indústria alimentícia	Reduz a oferta de alimentos que contenham tais ingredientes	Melhora na dieta dos consumidores.	Aumento de custos para empresas. Liberdade de escolha limitada.

Fonte: Elaborada pela autora com base em Gostin (2007)

4.2.1 Taxação de bebidas açucaradas: impactos e aplicações

Os determinantes do consumo de refrigerantes são inúmeros, dentre os quais o preço se destaca como o segundo fator de decisão, atrás somente do sabor da bebida. A teoria econômica estabelece que quanto maior preço, menor o consumo. No Brasil, o preço de refrigerantes vem seguindo uma tendência decrescente, enquanto alimentos mais saudáveis, como frutas e verduras ficaram mais caros (Figura 4.1). Parte das políticas em saúde baseia-se no efeito do preço como indutor da adoção de hábitos de vida saudáveis. A experiência da política antitabagismo, que impõe uma elevada carga tributária sobre o cigarro (aumentando o preço), ilustra o potencial desta medida na mudança de comportamento do consumidor³⁹.

Figura 4.1 – Comportamento do índice de preços de refrigerantes, frutas e hortaliças e verduras



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados do IPCA – IBGE (1995-2011)

Tendo isso em vista, a ideia de tributar bebidas açucaradas surge como uma alternativa de combate à obesidade bastante explorada na literatura (MYTTON, CLARKE; RAYNER, 2012). O mecanismo implícito nesta política é simples: os impostos aumentam os preços, que induzem uma redução no consumo e, conseqüentemente, reduz o risco de obesidade, diabetes e outras doenças.

³⁹ Para maiores detalhes ver ITC (2004) e Chaloupka et al. (2011).

Ainda não se tem um consenso quanto à efetividade desta medida, mas algumas evidências empíricas e outras oriundas de simulações se traduzem em argumentos que fundamentam a defesa da adoção desta medida. Thow et al. (2010) examinam o efeito de uma política fiscal sobre dieta e obesidade, evidenciando que o imposto influenciou consumo na direção desejada (redução), e que quanto maior a magnitude do imposto mais significativas são as mudanças no consumo, no peso corporal e na incidência de doenças. Uma revisão de estudos recentes sugere que um aumento de 20% no preço de bebidas açucaradas reduziria o consumo em aproximadamente 15% no Reino Unido (Andreyeva et al., 2010) e 24% nos Estados Unidos (Powell et al., 2013). O Quadro 4.1 sintetiza os principais resultados e conclusões destes estudos e mostra que grande parte dos estudos se aplicam aos países desenvolvidos.

As evidências a partir da aplicação efetiva deste tipo de política são escassas. Ocorre que a tributação sobre refrigerantes já existe em diversos países, mas não é suficiente para reduzir o consumo e conter o avanço da obesidade (CSPI, 20). Entretanto, alguns países (ver Quadro 4.2) passaram a adotar impostos adicionais com a finalidade de melhorar a condição de saúde da população. Em geral, os efeitos são uma redução expressiva no consumo de bebidas açucaradas, e aumento de receita para aplicar no combate à obesidade. Evidências quanto aos efeitos no *status* de saúde nestes casos, contudo, raramente são identificados dada a dificuldade e custo de obtê-las.

Iniciativas semelhantes foram identificadas em diversos estados norte americanos e na cidade de San Francisco, na Romênia e na Holanda, porém, sem êxito. Estas iniciativas apontam para uma convergência no uso de políticas fiscais no combate à obesidade, especialmente aquelas relacionadas a refrigerantes.

Tabela 4.1 – Síntese das evidências sobre o efeito da tributação sobre refrigerantes no consumo e no peso corporal

Autor/ano/país	População	Modelo	Variável Dependente	Elasticidade preço
Brown (2008),	Amostra representativa das famílias	Modelo rotterdam (duas especificações)	Venda de suco e refrigerantes	-1.71, -1.52 -1.76, -1.96
Barquera et al. (2008), Mexico	Amostra representativa das famílias	Cross-section	Refrigerante	-1.09
Zheng and Kaiser, (2008b), USA	Amostra populacional	AIDS	Consumo de refrigerantes per capita	-0.61
Zheng and Kaiser, (2008a), USA	Amostra populacional	AIDS, Modelo rotterdam	Consumo de refrigerantes per capita	-0.52, -0.31
Duffey et al. (2010),	Adultos com idade entre 18-30 anos	Cross-section	Consumo de refrigerantes per capita	-0.71
Finkelstein et al. (2010), USA	Amostra representativa das famílias	Sistema de demanda	Quantidade comprada de bebidas açucaradas	-0.87
Smith, Lin, and Lee (2010), USA	Amostra representativa das famílias	AIDS	Quantidade comprada de bebidas açucaradas	-1.27
Zheng, Kinnucan, and Kaiser (2010)	Amostra populacional	Linear, Semi-log, modelo rotterdam e AIDS	Consumo de refrigerantes per capita	-0.60, -0.37, -0.43, -0.77
Lin et al. (2011), USA	Amostra representativa das famílias	AIDS	Quantidade comprada de bebidas açucaradas	Baixa renda: -0.95 Renda alta: -1.29
Zhen et al. (2011), USA	Amostra representativa das famílias	AIDS	Quantidade comprada por refrigerante Quantidade comprada de suco	-1.06 to -1.54 -1.44 to -2.65

Author/year/country	Population	Model	Outcome Variable	Own-price elasticity
Claro et al. (2012), Brazil	Amostra representativa das famílias	Cross-section	Quantidade comprada de bebidas açucaradas	-0.85
Dharmasena and Capps (2012), USA	Amostra representativa das famílias	AIDS	Quantidade comprada de refrigerante e	-2.26 -0.69
Finkelstein et al. (2013), USA	Amostra populacional	Cross-section	Quantidade comprada de bebidas açucaradas per capita	-1.32
Zhen et al. (2013), USA	Amostra populacional	AIDS	Consumo de refrigerante per capita	-1.035
Basu et al. (2014), India	Amostra representativa das famílias	QAIDS	Quantidade comprada de bebidas açucaradas	-0.94

Fonte: Elaborada pela autora com base em Powell et al. (2013), Cabrera Escobar et al. (2013)

Quadro 4.2 – Evidências empíricas da aplicação de impostos sobre refrigerantes e bebidas açucaradas

País	Tributação
Argélia	Imposto de 0,5% no volume de vendas dos produtores de refrigerantes
Dinamarca	Imposto de 0.34 DKK(£0.04) por litro de bebidas açucaradas. O imposto é baseado no peso ou volume do produto e não na quantidade de açúcar.
Estados Unidos	Do total, 38 estados impõem uma carga tributária que varia de 1-7%. A cidade de Berkeley, em 2014, aprovou um imposto de 1 centavo para cada 30 ml de bebida açucarada.
França	Atualmente, tributa todas as bebidas com adição de açúcar ou adoçantes artificiais em 0.07 EUR (£0,06) e bebidas energéticas em 0,50 EUR (£0,40) por litro.
Irlanda	Impostos foram implementados durante os anos 80 para elevar receitas, com uma alíquota de IR£0,37 por galão.
Hungria	Impôs um imposto de 5 HUF (£0,01) por litro de refrigerantes
Ilhas do Pacífico (Samoa, Nauru e Polinésia Francesa)	Em 2007, Nauru introduziu um imposto de 30% em todos alimentos e bebidas com elevada quantidade de açúcar, a fim de reduzir o consumo devido às doenças crônicas não transmissíveis e elevar a receita. Em 2002, a Polinésia Francesa estabeleceu impostos sobre a produção nacional e importação de bebidas açucaradas, afim de reduzir o consumo e obter receitas para estabelecer o fundo de prevenção de doenças crônicas. Em Samoa o imposto de 0,40T/l em vigor, foi estabelecido em 1984 inicialmente em 20% e elevado para 0,3 em 1998 com o intuito de aumentar receita e, posteriormente, associado à questões de saúde.
México	Recentemente, o México adotou um imposto adicional de oito centavos para cada litro de refrigerante.
Noruega	Atualmente tributa bebidas (não alcólicas) que contenham açúcar em 2,81 NOK (£0,30) por litro

Fonte: Elaborada pela autora com base em Lavin e Timpson (2013) e Snowdon (2014).

No Brasil, há um consenso de que a tributação incidente sobre o setor produtivo é elevada. No caso específico dos refrigerantes, esta chega a 42% em uma lata de refrigerante⁴⁰). Diferentemente do que acontece nos Estados Unidos, no Brasil além dos impostos estaduais e municipais, existem impostos federais sobre a produção e distribuição de refrigerantes (dentre os quais destaca-se PIS, Cofins e IPI, dentre outros). Contudo, esse

⁴⁰ Valores obtidos a partir da matriz de contabilidade social. Por outro lado, se comparado ao impostos incidente sobre cigarro que chega a 75% não seja suficientemente elevado para mudar o padrão de consumo.

esquema tributário visa a geração de receita e não necessariamente a sua aplicação na prevenção e solução do problema de saúde provocados por esta bebida.

A aprovação de aumento de tributos sobre refrigerantes e outras bebidas com esta finalidade vem encontrando muita resistências. O principal argumento é a regressividade e a redução de emprego causados por esta política. Contudo, Powell et al. (2014) mostram que tributação sobre bebidas açucaradas nos estados da Califórnia e Illinois não causariam desemprego; mas ao contrário, gerariam novos postos de trabalho devido à realocação dos gastos dos consumidores para bebidas *diet* ou outros bens.

A literatura mostra, ainda, que em geral o ônus de medidas tributárias sobre alimentos tende a recair sobre a população de renda mais baixa, a qual destina a maior parte da sua renda à compra desses bens. No caso específico dos refrigerantes, não se tem indicações a este respeito.

Diante desse contexto e da falta de evidências concretas e robustas sobre o efeito de um aumento tributário sobre refrigerantes no Brasil, pretende-se contribuir com a literatura existente com estimativas dos efeitos em termos de emprego, consumo e geração de receita decorrentes da aplicação de um aumento tributário no preço de refrigerantes.

4.3 Estratégia Empírica

Esta seção descreve a metodologia utilizada neste trabalho. Inicialmente, apresentam-se os aspectos gerais do modelo de insumo-produto e o método de redes sociais utilizado para visualizar as relações dos setores na matriz. Em seguida, tem-se uma descrição do modelo de preços de Leontief adotado para identificar das mudanças oriundas de uma elevação tributária. Por fim, descreve-se a base de dados e os procedimentos adotados na desagregação do vetor de consumo.

4.3.1 Modelo de Insumo-Produto

O modelo de insumo-produto (MIP) fornece uma visão do funcionamento da economia e da interdependência das atividades produtivas, no que diz respeito aos insumos e produtos utilizados e decorrentes do processo de produção baseando-se na estrutura analítica desenvolvida por Leontief (1936,1941).

Sinteticamente, as relações fundamentais de insumo-produto (Figura 4.2) estabelecem que as vendas dos setores são utilizadas no processo produtivo de outros setores da economia ou são consumidas pelos componentes da demanda final (famílias, governo, investimento, exportações). Por outro lado, a produção requer insumos nacionais e importados e gera receita tributária, valor adicionado (pagamento de salários, remuneração do capital, e da terra agrícola) e empregos (GUILHOTO, 2011).

Tais questões fazem do MIP um instrumento de grande utilidade para analisar os efeitos estruturais de choques na economia (tais como mudanças no preço, alterações em tarifas ambientais, aumentos de salários ou variações cambiais, por exemplo)⁴¹. Mais recentemente, esta teoria vem sendo empregada para avaliar os efeitos de políticas tributárias relacionada à saúde. Ahsan (2007) e Fantazzi (2007) utilizam o MIP para avaliar os impactos do aumento de preços de cigarro sobre o emprego na Indonésia e Grécia, respectivamente. A Associação de Hospitais do estado da Carolina do Sul nos Estados Unidos analisaram o efeito na economia estadual provocado pela destinação de recursos de impostos sobre o cigarro para o Medicaid (SCHA, 2003).

Figura 4.2 – Relações fundamentais do insumo-produto

	Setores Compradores		
Set. Vendas	Insumos Intermediários	Dem. Final	Prod. Final
	Impostos Indiretos (IIL)	(IIL)	
	Importações (M)	(M)	
	Valor Adicionado		
	Produção Total		

Fonte: Guilhoto (2011).

⁴¹ Para compreender a evolução da teoria de insumo-produto ver Hewings, Sonis, e Boyce (eds) (2002), Lahr e Dietzenbacher (eds) (2001).

Em sua forma básica, o modelo de insumo-produto consiste em um sistema de equações lineares que descrevem a distribuição do produto de um setor industrial ao longo dos diversos setores econômicos (Miller e Blair, 2009). Matematicamente, o mesmo pode ser representado por

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + F_i \quad (4.1)$$

onde n é o número de setores da economia, X_i e F_i são o produto total e a demanda final do setor i , respectivamente, X_j representa as vendas inter-setoriais do setor i a todos os setores j e a_{ij} é o coeficiente técnico que mostra o quanto cada atividade consome da produção das demais atividades para produzir uma unidade adicional de seu produto. As relações definidas em (4.1) podem ser expressas na forma matricial

$$X = (I - A)^{-1}F \quad (4.2)$$

onde I é uma matriz identidade, A é a matriz de coeficientes técnicos e $(I - A)^{-1}$ é a matriz inversa de Leontief⁴². Esta matriz é de suma importância no modelo insumo-produto, pois diversos indicadores, tais como os multiplicadores, o índice de ligação para trás e para frente e setor-chave, são derivados de seus elementos.

Os multiplicadores permitem avaliar os impactos diretos e indiretos sobre o sistema econômico resultantes de choques exógenos, notadamente da demanda final (MILLER e BLAIR, 2009). Neste trabalho, consideraram-se os multiplicadores usuais de produção e emprego para identificar as possíveis alterações advindas da adoção de um aumento tributário sobre refrigerantes. O primeiro captura o efeito sobre a produção de todos os setores da economia decorrente de um aumento de uma unidade monetária na demanda final. Em termos formais, o multiplicador de produto simples para o setor j , O_j , será dado por:

$$O_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (4.3)$$

⁴² Pressupostos do modelo IP – função de produção e proporções fixas

onde b_{ij} – são os elementos da matriz inversa de Leontief.

O segundo surge como reflexo do primeiro e mensura os efeitos sobre o emprego (considera-se aqui o emprego como coeficiente fixo na produção). Em termos formais tem-se que:

$$w_{n+1,j} = e_j / X_j \quad (4.4)$$

onde e_j corresponde ao pessoal ocupado no setor j e X_j é o valor bruto da produção do setor j . Para uma economia com n setores:

$$W_R = [w_{n+1,1}, w_{n+1,2}, \dots, w_{n+1,n}] \quad (4.5)$$

para a qual o multiplicador simples de emprego é dado por:

$$E_j = \sum_{i=1}^n w_{n+1,i} b_{ij} \quad (4.6)$$

em que, i corresponde a determinado setor da economia e $w_{n+1,i}$ ao coeficiente de trabalho físico (número de empregos) por unidade monetária produzida. A matriz E_j mostra a capacidade setorial de geração de emprego, por unidade adicional de demanda final.

Por fim, o índice de ligação para trás e para frente identificam os setores chave da economia, isto é, aqueles setores que se destacam acima da média no que tange aos efeitos multiplicadores na compra de insumos (para trás) e na venda de sua produção (para frente). O índice de ligação para trás e para frente são definidos, respectivamente, como:

$$U_j = \frac{1}{n} \sum_i b_{ij} / \frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j b_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4.7)$$

$$U_i = \frac{1}{n} \sum_j b_{ij} / \frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j b_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4.8)$$

Quando $U_j > 1$, tem-se que uma mudança unitária na demanda final do setor j gera um aumento acima da média na economia. Em caso de $U_i > 1$, tem-se o indicativo de que uma mudança unitária na demanda final de todos os setores gera um aumento acima da

média no setor. Valores maiores que 1 em ambos os índices indicam setores com fortes efeitos de encadeamento em termos do fluxo de bens e serviços e contribuem acima da média para o crescimento da economia (setores-chave). A partir disso, é possível dimensionar a relevância do setor na economia e dos impactos de qualquer alteração em sua respectiva produção.

Adicionalmente, foi incorporada a noção de redes sociais proposta por Seeley (1949), a fim de possibilitar a visualização dos valores da matriz de insumo-produto que tipicamente são resumidos em longas tabelas⁴³. Portanto, as ligações produtivas entre os diversos setores que pode ser visualizada por meio de um grafo⁴⁴, que torna possível obter conclusões gerais sobre os resultados antes de analisar em detalhes os valores.

Neste caso, cada setor da atividade econômica constitui um vértice da rede (ver correspondência no Anexo A) e o fluxo monetário entre duas atividades é representado por linhas que representam esta ligação. Os vértices foram identificados por números e o tamanho de cada um representa as ligações de saída (*out-degree* nos termos da *social network*) correspondente à soma da linha na matriz insumo-produto de uma atividade. Quanto maior o nó, maior o número de ligações para frente, que define o setor como fornecedor de insumos. A cor do nó está associada às ligações de entrada (*in-degree*) e quanto mais intensa, maior o número de ligações para trás. O fluxo monetário entre dois setores é representado por uma seta, cuja espessura está diretamente relacionada à magnitude do valor monetário. Assim, quanto maior o vértice e mais intensa a sua cor, melhor a posição estrutural e maior a relevância econômica do setor.

As inter-relações setoriais, identificadas e medidas pela análise de insumo-produto, contribuem para uma melhor compreensão dos efeitos de um aumento de tributação sobre refrigerantes estimados pelo modelo de equilíbrio geral computável descrito na seção seguinte.

⁴³ A análise de redes sociais é amplamente utilizada nas ciências computacionais e vem sendo aplicada a outras áreas de pesquisa (CARDOSO; SILVA JR., 2013).

⁴⁴ Basicamente, um grafo é um conjunto de pontos ligados por um conjunto de pontos ou arestas, amplamente utilizado na análise de social network. Para detalhar ver Cardoso e Silva Júnior (2013).

4.3.2 Modelo de preços

O modelo de preços é utilizado neste trabalho para simular impacto do aumento de preço de refrigerantes na economia brasileira, decorrente de uma elevação tributária. Na literatura, existem duas apresentações tradicionais para o modelo de preços: o modelo de Ghosh (1958) e o modelo de preços de Leontief (1941, 1966)⁴⁵. Neste trabalho, optou-se por utilizar este último, o qual pressupõe que as variações dos custos de produção são convertidas em aumento de preços. O preço é entendido como a soma do custo dos insumos (v) e os componentes do valor adicionado ($i'A\hat{x}$)

$$x' = i'A\hat{x} + v' \quad (4.9)$$

Pós-multiplicando (4.9) por \hat{x}^{-1} em e assumindo $L = (I - A)^{-1}$, $v_c = v'\hat{x}^{-1}$ e $i' = \tilde{p}$, tem-se que o índice de preços do ano base é dado por:

$$\bar{p} = L^{0'} v_c \quad (4.10)$$

No caso da cobrança de um imposto adicional sobre a produção de refrigerantes que implique em aumento de 10% sobre o preço deste item, o vetor de impostos é dado por

$$T = \varphi \hat{x} \quad (4.11)$$

em que φ é a alíquota tributária incidente apenas sobre setor de refrigerantes. Como resultado, o vetor de preços ajustado corresponde a:

$$\tilde{p} = L^{0'} (v + \tau) \bar{p} \quad (4.12)$$

As mudanças na produção setorial resultantes do aumento tributário podem ser estimadas, assumindo-se que os valores monetários da produção permanecem constantes (conforme Gemechu et al., 2002) e dadas por:

⁴⁵ De acordo com Miller e Blair (2009), os resultados obtidos são os mesmos. Para diferentes interpretações do modelo de Ghosh, ver Dietzenbacher (1997), Oosterhaven (1996) e Mesnard (2009).

$$x_j^1 = \frac{\bar{p}x_j^0}{\tilde{p}} \quad (4.13)$$

No que se refere ao impacto da política fiscal sobre o consumo, inicialmente, tem-se que a participação do setor i no consumo do decil k no ano base (c_{ik}^0) é calculada como a normalização deste valor em relação à renda obtida com o trabalho (W_k^0):

$$\theta_{ik} = \frac{\bar{p}c_{ik}^0}{W_k^0} \quad (4.14)$$

Assumindo que as famílias gastam uma proporção fixa da renda em consumo e θ_{ik} se mantém constante, o consumo real após a variação de preços é dado por:

$$c_{ik}^1 = \frac{\theta_{ik}W_k^0}{\tilde{p}} \quad (4.15)$$

Como resultado, a variação real no consumo das famílias em cada decil pode ser obtida por meio da equação (4.10):

$$\Delta c_i = c_{ik}^1 - c_{ik}^0 \quad (4.16)$$

que somado nos diferentes decis ($\Delta c_i = \sum_k (c_{ik}^1 - c_{ik}^0)$) resulta na variação total no consumo. Assim, o impacto na produção dessa variação sobre a economia brasileira pode ser estimado como:

$$\Delta x = (I - A)^{-1} \Delta c_i \quad (4.17)$$

Por fim, o efeito do aumento no imposto no índice de preços (π) e na receita do governos são dados, respectivamente, por:

$$\pi = \sum_{j=1}^{58} \tilde{p}_j a_j \quad (4.18)$$

$$R = \varphi x^1 \quad (4.19)$$

onde x^1 representa a produção após a aplicação do imposto e a_j a parcela que a produção do setor j representa no produto total da economia.

4.3.3 Fonte e tratamento dos dados

A estimação dos resultados deste trabalho baseia-se nos dados oriundos das Tabelas de Recursos e Usos e Oferta e Demanda da Produção do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2009, elaborada conforme metodologia descrita em Guilhoto et al. (2005, 2010). A partir desta matriz, é possível avaliar os requerimentos de produção setoriais necessários para atender à demanda final por bens e serviços e analisar as interações entre os diversos setores de uma determinada economia.

Para identificar as interrelações do setor de refrigerantes na economia e os respectivos índices de ligação e os multiplicadores faz-se necessário obter uma matriz quadrada da qual deriva-se a matriz de coeficientes técnicos (A) em (4.2). Para tanto, a matriz de insumo-produto foi desagregada de modo a compreender os setores e produtos de interesse e, posteriormente, transformada em uma matriz quadrada, adotando-se os seguintes passos:⁴⁶

- a) **Abertura das matrizes de bens e serviços e de oferta e demanda da produção:** em ambas matrizes, o setor de alimentos e bebidas (no qual está inclusa a produção de refrigerantes) foi desagregado em alimentos, outras bebidas e refrigerantes, resultando em uma matrizes (110 x 57). Para tanto, utilizou-se a Pesquisa Industrial Anual (PIA) referente ao ano de 2009, disponibilizada pelo IBGE, a partir da qual calculou-se a participação de Refrigerantes no total de alimentos e bebidas, bem como no total de bebidas.
- b) **Transformação da matriz de oferta e demanda da produção:** A matriz resultante do item 1 foi transformada em uma matriz quadrada, multiplicando-a pela matriz de *market share* transposta. Esta última foi calculada a partir da

⁴⁶ Essa modificação altera a composição da matriz, mas não muda sua estrutura em termos de valor e mantém a consistência da matriz original.

matriz de bens e serviços resultante do item 1 por meio da normalização de seus valores em relação ao total produzido de cada produto.

Para a identificação dos efeitos tributários sobre a atividade econômica, foram utilizadas as matrizes obtidas em 1 com o consumo das famílias desagregado em decis de renda. Este último foi obtido a partir dos dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2008-2009 disponibilizada pelo IBGE. Foram utilizados todos os itens de despesas agregadas nas seguintes categorias:

- a) despesas de consumo (gastos com alimentação, higiene e cuidados vestuário, pessoais, habitação, assistência à saúde, transporte, educação, recreação e cultura, serviços pessoais, fumo e despesas diversas);
- b) outras despesas correntes (pagamentos de impostos, previdência privada, contribuições trabalhistas, serviços bancários, entre outros);
- c) aumento do ativo (aumento do patrimônio familiar); e
- d) diminuição do passivo (pagamentos de débitos com empréstimos pessoais e carnê de mercadorias, dívidas judiciais e prestação de imóvel). A partir dos dados, calculou-se a proporção de gasto obtida para cada produto para cada decil de renda e consumo proporcional para cada estrato de renda.

4.4 Resultados

Essa seção apresenta os resultados obtidos por meio do modelo de insumo-produto e seus indicadores usuais, a fim de identificar o encadeamento do setor de refrigerantes no contexto da economia brasileira. Adicionalmente, discute os resultados do aumento de 10% no custo de produção de refrigerantes decorrente de uma elevação tributária.

Inicialmente, a representação em rede da matriz insumo-produto (Figura 4.3) aponta as atividades importantes da economia brasileira, no que se refere ao número de interações ou conexões diretas que um setor estabelece com os demais. No que tange ao setor de bebidas açucaradas, o vértice correspondente (7) apresenta um tamanho relativamente pequeno, sua cor se mostra pouco acentuada e as conexões existentes são relativamente pouco expressivas, a julgar pela espessura de suas linhas de ligação. Isso é

um indicativo de pouca influência do setor na economia, uma vez que o mesmo possui pouca conexão produtiva com demais setores⁴⁷.

Estas implicações se aproximam daquelas obtidas pelos índices de ligação para frente e para trás, que mede e identifica os setores chaves para a economia. Os resultados dos índices são apresentados na Figura 4.4, onde o eixo horizontal indica os índices de ligação para frente de cada setor e o eixo vertical corresponde ao índice de ligação para trás⁴⁸. Cada quadrante classifica o setor entre: (Q1) setores chave, que apresentam encadeamentos com outros setores à jusante e montante; (Q2) setores com fortes ligações para trás, que se revelam importantes absorvedores de insumos advindos de outros setores; (Q3) setores com ligações para frente acima da média, cujos produtos são utilizados na produção de outros setores; e (Q4) setores com baixo encadeamento para frente e para trás.

Os resultados dos índices mostram que o setor de bebidas açucaradas tem relações intersetoriais fracas e não aparece como um setor chave para a economia brasileira. Esse resultado é coerente uma vez que este setor possui poucos encadeamentos para trás e atende diretamente à demanda final (consumo das famílias e do governo)⁴⁹.

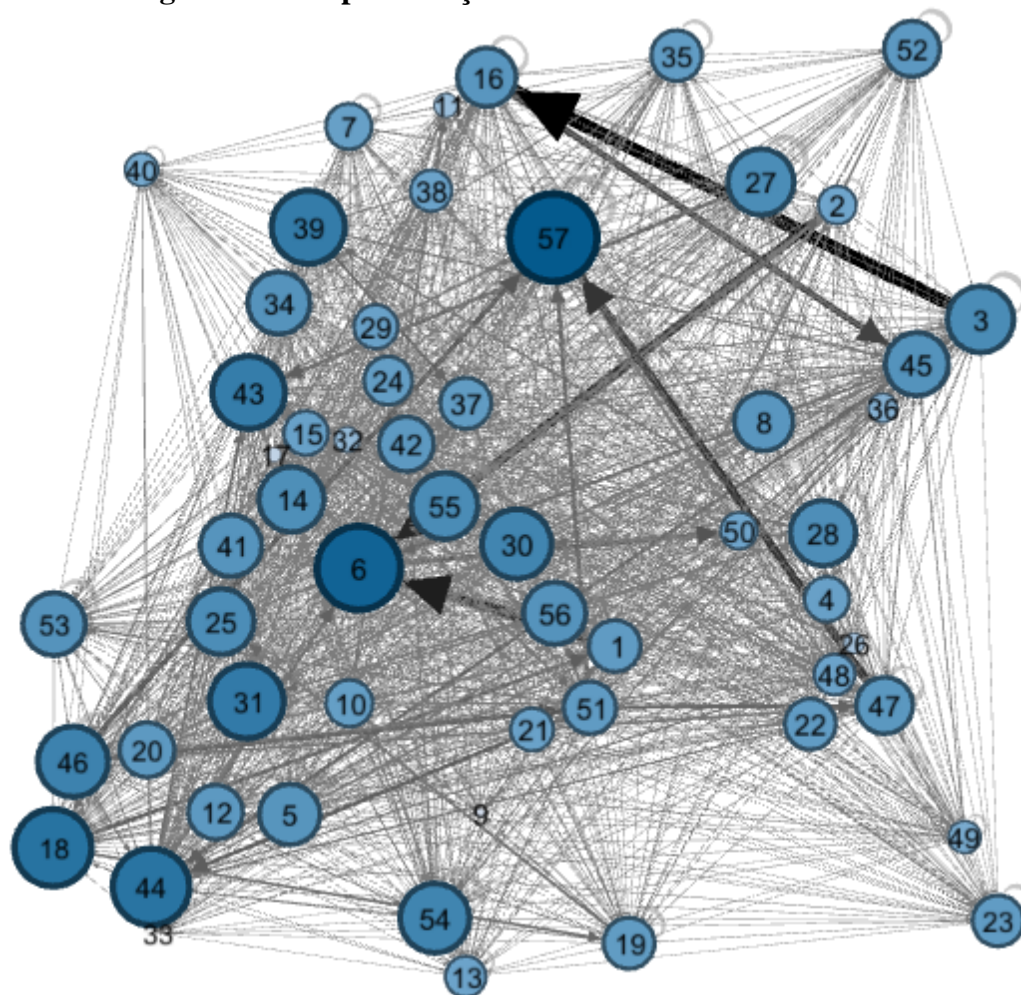
Considerando tais questões de conexões, a simulação de um aumento tributário de 10% sobre a produção de bebidas açucaradas mostra uma redução de R\$ 35 bilhões ou 2,1% na despesa em consumo domiciliar. Esta variação, contudo, não difere significativamente entre os decis de renda e atinge o valor mais elevado nos decis medianos (-2,3% da despesa total), como mostra a Figura 4.5. O menor valor é observado no penúltimo decil (-1,8%) que é seguido pelos decis extremos 1 e 10 com variação de -2%.

⁴⁷ A identificação dos demais setores pode ser conferida no Anexo A.

⁴⁸ O Anexo B apresenta os valores do índice de ligação para trás e para frente para todos os setores.

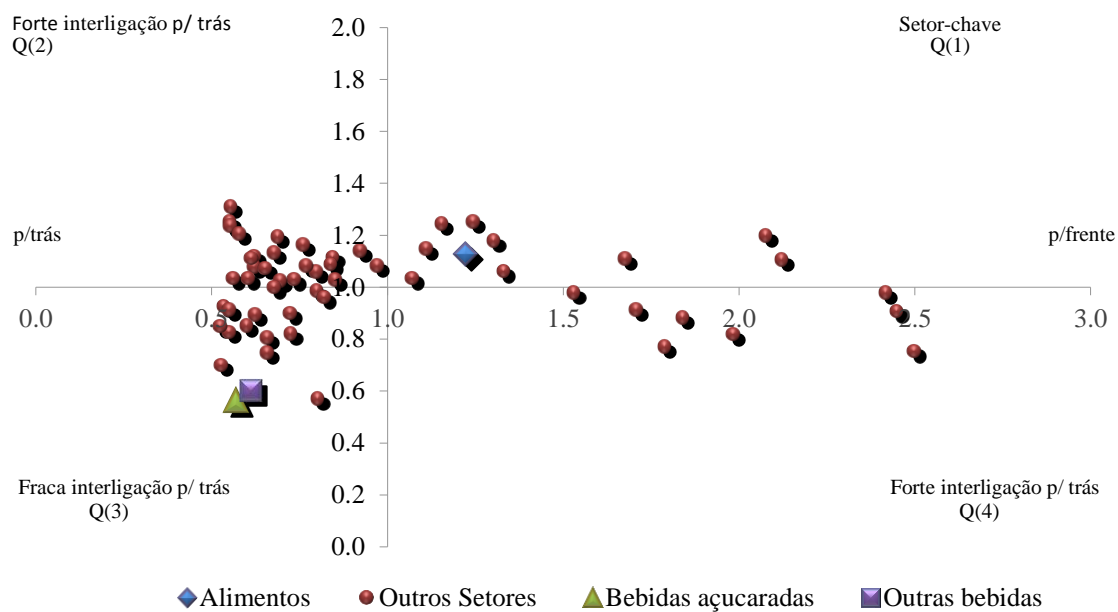
⁴⁹ Os setores identificados como chave para a economia foram: alimentos, têxteis, celulose e produtos de papel, refino de petróleo e coque, produtos químicos, fabricação de resinas e elastômeros, artigos de borracha e plástico, fabricação de aço e derivados, fabricação de produtos de metal (exclusive máquinas e equipamentos) e peças e acessórios para veículos automotores. Além destes, outros 22 setores possuem forte ligações para trás e 8 setores as exibem para frente.

Figura 4.3 – Representação Da Matriz Insumo-Produto



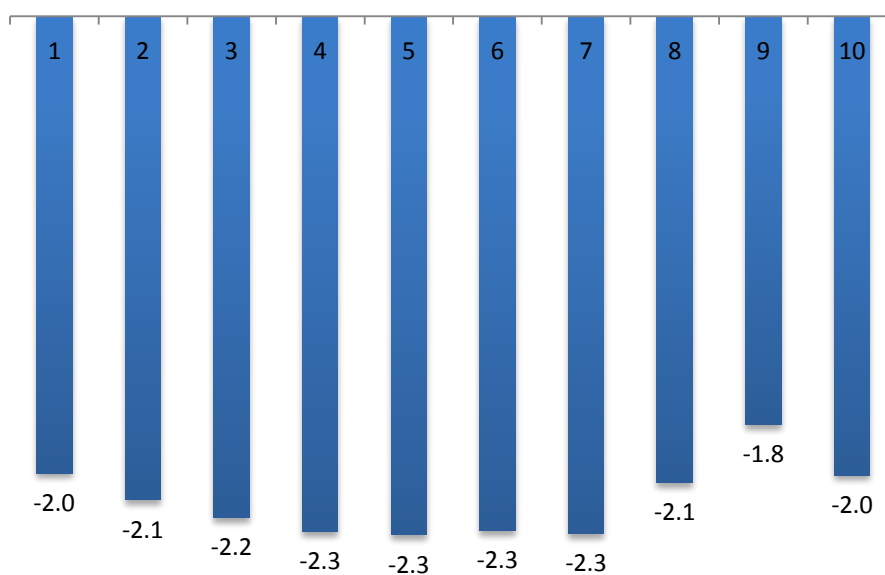
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da matriz de insumo-produto

Figura 4.4 – Classificação dos setores segundo os índices de ligação para trás e para frente



: Elaborado pela autora com base nos dados da matriz de insumo-produto

Figura 4.5 – Variação compensatória do consumo decorrente do aumento tributário sobre bebidas açucaradas



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da matriz de insumo-produto

O efeito da tributação na redução do consumo de refrigerantes é mais expressivo nas famílias de renda média. Contudo, ainda assim verifica-se a existência de um desequilíbrio deste ônus especialmente nos decis de renda mais elevados, onde a compensação da redução no consumo de bebidas açucaradas por outros bens que mantém ou elevem o seu bem estar pode ser facilmente efetuada. Os resultados se assemelham àqueles obtidos por Finkelstein et al. (2010b) para dados de consumo individual. Quando se observa a prevalência do consumo de refrigerantes e da obesidade por decil de renda, esta disparidade torna-se ainda mais evidente. Conforme dados da POF 2008-2009, as famílias de baixa renda consomem menos refrigerantes do aquelas de renda elevada.

Esta diminuição da demanda, decorrente da perda de poder aquisitivo das famílias, reflete diretamente sobre a atividade produtiva, como revela a Figura 4.6. As estimativas obtidas apontam para um resultado positivo para o total da economia de 2,1%, resultado semelhante àquele obtido por Nordström e Thunström (2011). No caso do setor de refrigerantes houve uma redução de 6,8%, com efeitos diretos sobre alguns setores fornecedores de insumos ou serviços, tais como artigos de borracha e plásticos (-4,4%), comércio (-2,2%), transporte, armazenagem e correio (-3,2%), e indiretos verificados nos setores produtores de meios de transporte (por exemplo, -8,8% na produção de ônibus e caminhão).

Por outro lado, este efeito regressivo é compensado pelo aumento da produção em outros setores, especialmente alimentos e outras bebidas (6,6% e 4,4%, respectivamente). Neste caso, o aumento é facilmente compreendido dado o efeito substituição existente entre das bebidas açucaradas e outras bebidas, bem como o fato de que muitas empresas produtoras de refrigerantes e sucos também produzem outros tipos de bebidas. Neste caso, os recursos podem ser realocados na produção daqueles bens que geram maiores lucros. No caso da produção de alimentos, os indivíduos podem compensar a redução no consumo calórico com o aumento do consumo de outros alimentos, tais como pizza, iogurte, cookies e refeições congeladas como mostram os resultados de Finkelstein et al. (2013).

Associado a este aumento na produção, o multiplicador de emprego estimado mostra que o setor de refrigerantes gera emprego abaixo da média de 36 empregos observada para os outros setores da economia (ver Anexo 5). O resultado mostra que uma variação negativa de R\$ 1 milhão na demanda final implicaria em uma perda de 12 empregos no setor e 890 nos setores afetados indiretamente. Estas perdas, por sua vez,

seriam compensadas pelos 1.080 empregos adicionais originados nos setores com produção crescente.

Figura 4.6 – Efeito de um aumento de 10% sobre a produção de bebidas açucaradas



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da matriz de insumo-produto

Com o aumento tributário, estima-se uma elevação da receita do governo em R\$ 574 milhões, que se empregada diretamente em ações de prevenção da obesidade poderia contribuir indiretamente para ampliar a efetividade desta política e ajudar a reduzir a obesidade. Por fim, esta política teria um efeito sobre os preços geral da economia, contribuindo para elevar o índice de preços em 0,99%.

Em síntese, os efeitos da política de aumento tributário sobre refrigerantes são apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Síntese dos efeitos do aumento de 10% no preço de refrigerantes

Variáveis	Variação
Consumo domiciliar	-2,1%
Produção de refrigerantes	-6,8%
Produção agregada	2,1%
Índice de preços	0,99%
Receita tributária	574 milhões
Emprego	190

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da matriz de insumo-produto

4.5 Considerações Finais

Este ensaio estimou os efeitos de um aumento da tributação de bebidas açucaradas para a economia brasileira, tendo com foco o impacto sobre consumo das famílias, produção, emprego e receita tributária do governo. A fim de identificar estes efeitos, foram consideradas as relações produtivas do setor de bebidas açucaradas calculando os índices de ligação para frente e para trás e os multiplicadores de emprego com base na matriz de insumo-produto do Brasil. Adicionalmente, aplicou-se o modelo de preços derivado do modelo de insumo-produto incorporando a desagregação do vetor de consumo das famílias a fim de identificar o este efeito para os diferentes grupos de renda.

A principal conclusão deste estudo é que um aumento de impostos aplicado ao setor de refrigerantes gera impactos que se compensam, chegando em um saldo final distinto daquele comumente defendido pelos principais oponentes desta política. Considerando um imposto adicional de 10%, identificou-se uma redução pouco expressiva no consumo agregado, dado que o setor apresenta poucas relações intersetoriais e destina-se a atender a demanda final. Contudo, o aumento no imposto reduziria significativamente o consumo de bebidas açucaradas no curto prazo, cerca de 994 milhões de litros no primeiro ano⁵⁰.

Este decréscimo é mais expressivo para as famílias de renda intermediária, porém a magnitude para os diferentes decis de renda mostrou-se semelhante e indicou pouca diferença no impacto entre famílias de renda mais baixa e elevada. Contudo, quando se considera as estatísticas de consumo e prevalência de obesidade em cada decil, os resultados revelam uma certa desproporção desse ônus. Deste modo, deve-se pensar em

⁵⁰ No cálculo da estimativa considerou-se apenas o consumo de refrigerantes.

incentivos compensatórios para a perda de bem-estar e o custo do ônus para esta população no estrato inferior da renda

A análise sobre a produção e emprego revelou um saldo positivo, sugerindo que este tipo de política pode ser progressiva em concordância com resultados evidenciados na literatura. A redução na produção e emprego de refrigerantes e setores adjacentes é compensada pelo aumento na produção em outros setores, especialmente pelos setores de alimentos e outras bebidas. Ademais, não se observou queda no produto e emprego de setores como serviços de alimentação, no qual está incluída a venda direta ao consumidor. Estes resultados contradizem o argumento de regressividade apresentado pela indústria de bebidas contra a aplicação deste tipo de imposto.

Os resultados do modelo também evidenciaram o aumento direto de 574 milhões na receita do governo, que poderia ser utilizada na prevenção da obesidade e contribuir ainda mais para conter o avanço epidêmico desta doença. Em resumo, os resultados obtidos mostram que a tributação sobre bebidas açucaradas tem um impacto estatisticamente significativo sobre o consumo na direção pretendida e capacidade de geração de receita sem, contudo, gerar resultados danosos em termos de emprego e produção agregados.

Esta análise tem algumas limitações que decorrem dos pressupostos assumidos na construção do modelo empregado. A primeira é que o aumento preços é assumido advir de um repasse integral de um aumento tributário, o que depende da elasticidade preço do produto. O mesmo efeito poderia ser obtido caso houvesse aumento de custos decorrente de elevações no custo dos insumos, por exemplo. Adicionalmente, o modelo não possibilita a especificação ou distinção dos efeitos obtidos aumentando-se impostos específicos, tais como IPI ou Pis/Confins por exemplo. Contudo, tais limitações não invalidam, mas complementam, os resultados aqui obtidos. Estes, por sua vez permitem identificar os efeitos decorrentes desta política de uma maneira mais ampla, cabendo a trabalhos futuros a investigação destas especificidades.

Referências

- ACS, Z. J.; COTTEN, A.; STANTON, K. R. The infrastructure of obesity. In: ACS, Z. J.; LYLES, A. (Org.). *Obesity, Business and Public Policy*. Massachusetts: Edward Elgar, 2009. p. 288.
- ANDREYEVA, T.; LONG, M. W.; BROWNELL, K. D. The impact of food prices on consumption: a systematic review of research on the price elasticity of demand for food. *American Journal of Public Health*, New York, v.100, n.2, p. 216-222, 2010
- AHSAN, A.; WIYONO, I. N. *An Analysis of the Impact of Higher Cigarette Prices on Employment in Indonesia*. Jakarta: Demographic Institute, University of Indonesia, 2007.
- BARQUERA, S. et al. Energy intake from beverages is increasing among Mexican adolescents and adults. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 138, n.12, p. 2454–2461, 2008.
- BASU, S. et al. Averting obesity and type 2 diabetes in India through sugar-sweetened beverage taxation: an economic-epidemiologic modeling study. *PLoS Medicine*, San Francisco, v. 11, n. 1, p. e1001582, 7 Jan. 2014.
- BROWN, M. G. Impact of income on price and income responses in the differential demand system. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Auburn, p. 593–608, 2008.
- BROWNELL, K. D. et al. The public health and economic benefits of taxing sugar-sweetened beverages. *The New England Journal of Medicine*, Boston, v. 361, n.16, p. 1599–1605, 2009.
- CABRERA ESCOBAR, M. A. et al. Evidence that a tax on sugar sweetened beverages reduces the obesity rate: a meta-analysis. *BMC Public Health*, London , v. 13, n.1, 2013.
- CARDOSO, L. B.; SILVA JÚNIOR, G. E. Grupos de Interesses, eleições e redes políticas no Congresso Nacional. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, n. 41, p. 229-260, jul./dez. 2013.
- CHALOUPKA, F. J.; POWELL, L. M.; CHRIQUI, J. F. Sugar-sweetened beverage taxation as public health policy-lessons from tobacco. *Choices*, Evanston, v. 16, n. 3, 2011.
- CLARO, R. M. et al. Sugar-sweetened beverage Taxes in Brazil. *American Journal of Public Health*, New York, v. 102, p. 178–183, 2012.
- CUTLER, D. M.; GLAESER, E. L.; SHAPIRO, J. M. Why have Americans become more obese? *Journal of Economic Perspectives*, Nashville, v. 17, n. 3, p. 93–118, Sept. 2003.
- DHARMASENA, S.; CAPPS, O. Intended and unintended consequences of a proposed national tax on sugar-sweetened beverages to combat the U.S. obesity problem. *Health Economics*, Chichester, v. 21, n. 6, p. 669–694, 2012.
- DUFFEY, K. J. et al. Food price and diet and health outcomes: 20 years of the CARDIA Study. *Archives of Internal Medicine*, Chicago, v. 170, n.5, p. 420–426, 2010.

- FANTAZZINI, D. et al. *Leaves and cigarettes: modelling the tobacco industry*. 2007. (SSRN Discussion papers, n. 958607). Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=958607>. Acesso em: 19 jan. 2014.
- FINKELSTEIN, E. A et al. Implications of a sugar-sweetened beverage (SSB) tax when substitutions to non-beverage items are considered. *Journal of Health Economics*, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 219–39, Jan. 2013.
- FINKELSTEIN, E. A. et al. Impact of targeted beverage taxes on higher- and lower-income households. *Archives of Internal Medicine*, Chicago, v. 170, p. 2028–2034, 2010.
- GEMECHU, E. D. et al. *Economic and environmental effects of the CO2 taxation: an input-output analysis for Spain*. Reus: CREIP, 2002. (Working papers).
- GUILHOTO, J. M. *Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos*. Munich: MPRA, 2011. (MPRA Paper, n. 32566).
- GOSTIN, L. O. Law as a tool to facilitate healthier lifestyles and prevent obesity. *Journal of the American Medical Association*, Chicago, v. 297, n.1, p. 87–90, 2007.
- HEWIGNS, G.J.D.; SONIS, M.; BOYCE, D. *Trade, Networks and Hierarchies: Modeling Regional and Inter-regional Economies*. Berlin: Springer, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa Nacional de Saúde: Percepção do Estado de Saúde, Estilo de Vida e Doenças Crônicas*. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<ftp://ftp.ibge.gov.br/PNS/2013/pns2013.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e Estado Nutricional*. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=245419>>. Acesso em: 05 jul. 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares: Microdados*. Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao_de_vida/pof/2008_2009/microdados.shtm>. Acesso em: 14 abr. 2013.
- KRISTENSEN, A. H. et al. Reducing Childhood Obesity through U.S. Federal Policy: A Microsimulation Analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, New York, v. 47, n. 5, p. 604–612, Nov. 2014.
- LAHR, M.L.; DIETZENBACHER E. *Input-Output Analysis: frontiers and extensions*. Houndmills: Palgrave, 2001.
- LAVIN, R.; TIMPSON, H. *Exploring the acceptability of a tax on sugar-sweetened beverages: brief evidence review*. Liverpool: Centre for Public Health, Liverpool John Moores University, 2013.
- LIN, B.-H. et al. Measuring weight outcomes for obesity intervention strategies: The case of a sugar-sweetened beverage tax. *Economics and Human Biology*, Amsterdam, v. 9, p. 329–341, 2011.

- LUSTIG, R. H.; SCHMIDT, L. A.; BRINDIS, C. D. Public health: the toxic truth about sugar. *Nature*, London, v. 482, n. 7383, p. 27-29, 2012.
- NORDSTRÖM, J.; THUNSTRÖM, L. Can targeted food taxes and subsidies improve the diet? Distributional effects among income groups. *Food Policy*, Guildford, v. 36, n. 2, p. 259–271, 2011.
- PHILIPSON, T. J.; POSNER, R. A. The long-run growth in obesity as a function of technological change. *Perspectives in Biology and Medicine*, Chicago, v. 46, p. S87–S107, 2003.
- POWELL, L. M. et al. Assessing the potential effectiveness of food and beverage taxes and subsidies for improving public health: A systematic review of prices, demand and body weight outcomes. *Obesity Reviews*, Oxford, v. 14, n.2, p. 110–128, 2013.
- POWELL, L. M. et al. Employment impact of sugar-sweetened beverage taxes. *American Journal of Public Health*, New York, v. 104, n. 4, p. 672–677, 2014.
- POWELL, L. M.; CHRIQUI, J.; CHALOUPIKA, F. J. Associations between State-level Soda Taxes and Adolescent Body Mass Index. *Journal of Adolescent Health*, New York, v. 45, n. 3, p. S57-63, 2009. Suppl.
- SHARMA, Anuraget al. The effects of taxing sugar-sweetened beverages across different income groups. *Health Economics*, Chichester, v.23, n. 9, p. 1159-1184, Sept. 2014.
- SMITH, T. A.; LIN, B.-H.; LEE, J.-Y. *Taxing caloric sweetened beverages: potential effects on beverage consumption, calorie intake, and obesity*. Washington, DC: ERR, 2010. (ECONOMIC RESEARCH REPORT, n. 100).
- SNOWDON, W. Sugar-sweetened beverages in Pacific Island countries and territories: problems and solutions? *Pacific Health Dialog*, Auckland, v. 20, n. 1, 2014.
- THOW, A. M. et al. The effect of fiscal policy on diet, obesity and chronic disease: a systematic review. *Bulletin of the World Health Organization*, Geneva, v. 88, n. 8, p. 609–614, 2010.
- ZHEN, C. et al. Habit formation and demand for sugar-sweetened beverages. *American Journal of Agricultural Economics*, Worcester, v. 93, n. 1, p. 175–193, 2011.
- ZHEN, C. et al. Predicting the effects of sugar-sweetened beverage taxes on food and beverage demand in a large demand system. *American Journal of Agricultural Economics*, Worcester, v. 96, n. 1, p. 1–25, 2013.
- ZHENG, Y.; KAISER, H. M. Advertising and U.S. nonalcoholic beverage demand. *Agricultural and Resource Economics Review*, Newark, v. 37, p. 147–159, 2008a.
- ZHENG, Y.; KAISER, H. M. Estimating Asymmetric Advertising Response: An Application to U.S. Nonalcoholic Beverage Demand. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, v. 40, p. 837–849, 2008b.
- ZHENG, Y.; KINNUCAN, H.; KAISER, H. Measuring and testing advertising-induced rotation in the demand curve. *Applied Economics*, London, v. 42, n. 13, p. 1601-1614,

2010.

ZHENG, Y.; KAISER, H. M. Estimating Asymmetric Advertising Response: An Application to U.S. Nonalcoholic Beverage Demand. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Auburn, v. 40, p. 837–849, 2008b.

ZHENG, Y.; KINNUCAN, H.; KAISER, H. Measuring and testing advertising-induced rotation in the demand curve. *Applied Economics*, 2010.

Anexo A – Resultados dos índices de ligações, setores-chave, multiplicadores do produto e emprego e efeitos sobre a produção para o Brasil

	SETOR	<i>Linkages</i> para trás	<i>Linkages</i> para frente	Multiplicador do Produto	Multiplicador do Emprego	x	x1	$\Delta x1$
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	0,9141	1,7094	1,74	122,79	6.686,75	6.804,83	118,07
2	Pecuária e pesca	0,9869	0,7997	1,88	109,33	2.303,15	2.432,74	129,59
3	Petróleo e gás natural	0,9788	1,5314	1,86	13,61	230,47	530,06	299,59
4	Minério de ferro	1,0305	0,7353	1,96	14,76	288,26	305,19	16,93
5	Outros da indústria extrativa	1,0594	0,7994	2,01	32,23	1.286,23	1.343,08	56,85
6	Alimentos	1,1282	1,2245	2,15	55,79	1.811,89	1.932,00	120,1
7	Refrigerantes	0,5645	0,5707	1,07	11,59	6.162,17	5.745,72	-416,44
8	Outras bebidas	0,6011	0,6131	1,14	14,46	4.574,97	4.776,90	201,93
9	Produtos do fumo	1,2511	0,5527	2,38	68,25	13,41	-2,19	-15,6
10	Têxteis	1,0349	1,072	1,97	55,64	637,77	567,11	-70,66
11	Artigos do vestuário e acessórios	1,0339	0,5622	1,97	94,83	205,39	218,78	13,4
12	Artefatos de couro e calçados	1,194	0,6891	2,27	56,52	103,16	81,02	-22,14
13	Produtos de madeira - exclusive móveis	1,16	0,8456	2,12	60,58	105,2	93,45	-11,75
14	Celulose e produtos de papel	1,1492	1,1109	2,19	30,5	679,41	665,05	-14,36
15	Jornais, revistas, discos	0,9621	0,8221	1,83	26,38	151,56	130,47	-21,09
16	Refino de petróleo e coque	1,1989	2,0774	2,28	11,78	1.604,65	1.640,00	35,35
17	Álcool	1,0252	0,6953	1,95	55,92	865,6	904,57	38,97
18	Produtos químicos	1,1072	2,1233	2,11	15,63	3.433,08	3.453,74	20,66
19	Fabricação de resina e elastômeros	1,2441	1,1553	2,37	15,49	194,39	143,5	-50,9
20	Produtos farmacêuticos	0,8939	0,6257	1,7	17,1	436,1	420,32	-15,78
21	Defensivos agrícolas	1,1625	0,7621	2,21	19,94	1.653,10	1.652,95	-0,15
22	Perfumaria, higiene e limpeza	1,1188	0,6214	2,13	27,8	642,34	654,72	12,38
23	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,0798	0,6225	2,05	18,49	458,91	437,75	-21,16
24	Produtos e preparados químicos diversos	1,088	0,8402	2,07	22,14	891,91	905,62	13,71
25	Artigos de borracha e plástico	1,1784	1,3032	2,24	22,35	1.708,55	1.633,90	-74,65

	SETOR	<i>Linkages para trás</i>	<i>Linkages para frente</i>	Multiplicador do Produto	Multiplicador do Emprego	x	x1	$\Delta x1$
26	Cimento	1,1123	0,6133	2,12	17,79	510,39	622,17	111,78
27	Outros produtos de minerais não-metálicos	1,0833	0,769	2,06	37,67	536,87	524,66	-12,21
28	Fabricação de aço e derivados	1,1096	1,6772	2,11	14,05	1.964,61	2.082,24	117,63
29	Metalurgia de metais não-ferrosos	1,0292	0,8515	1,96	15,59	1.548,88	1.588,85	39,96
30	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	1,0618	1,3315	2,02	25,33	1.463,29	1.431,24	-32,04
31	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	1,1401	0,9243	2,17	21,03	1.859,87	1.837,98	-21,89
32	Eletrodomésticos	1,2365	0,5532	2,35	21,08	250,61	216,05	-34,55
33	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,927	0,5348	1,76	15,77	620,16	605,82	-14,33
34	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,0832	0,9722	2,06	19,21	1.147,55	1.165,97	18,42
35	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	1,0739	0,6522	2,04	18,45	1.601,21	1.561,94	-39,27
36	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,8509	0,6009	1,62	19,33	346,94	310,89	-36,04
37	Automóveis, camionetas e utilitários	1,3106	0,5555	2,49	21,65	303,2	306,19	2,99
38	Caminhões e ônibus	1,2073	0,5787	2,3	18,54	892,29	814,12	-78,18
39	Peças e acessórios para veículos automotores	1,2517	1,2455	2,38	21,49	1.784,02	1.795,01	10,99
40	Outros equipamentos de transporte	1,1331	0,6803	2,15	17,8	133,59	95,38	-38,21
41	Móveis e produtos das indústrias diversas	1,0343	0,6044	1,97	46,43	260,18	279,45	19,28
42	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	0,9077	2,4497	1,73	10,23	742,1	768,63	26,53
43	Construção	0,9004	0,7253	1,71	47,89	285,29	262,17	-23,13
44	Comércio	0,7536	2,4991	1,43	58,57	1.696,01	1.659,27	-36,74
45	Transporte, armazenagem e correio	0,9806	2,4177	1,86	33,66	943,23	913,06	-30,17
46	Serviços de informação	0,8838	1,8406	1,68	23,34	512,26	535,7	23,44
47	Intermediação financeira e seguros	0,7723	1,7895	1,47	12,84	977,27	1.020,39	43,13
48	Serviços imobiliários e aluguel	0,5719	0,8029	1,09	5,3	426,55	372,86	-53,69
49	Serviços de manutenção e reparação	0,7475	0,6601	1,42	77,48	892,38	855,25	-37,13

SETOR	<i>Linkages para trás</i>	<i>Linkages para frente</i>	Multiplicador do Produto	Multiplicador do Emprego	x	x1	$\Delta x1$
50 Serviços de alojamento e alimentação	0,9999	0,6798	1,9	74,14	1.167,47	1.181,81	14,34
51 Serviços prestados às empresas	0,8192	1,9836	1,56	40,05	1.053,78	992,92	-60,86
52 Educação mercantil	0,8277	0,5518	1,57	42,96	88,95	137,93	48,99
53 Saúde mercantil	0,9133	0,5513	1,74	40,53	99,27	63,97	-35,3
56 Educação pública	0,7008	0,5284	1,33	49,81	830,44	842,09	11,64
57 Saúde pública	0,8495	0,526	1,62	35,56	105,39	372,69	267,3
58 Administração pública e seguridade social	0,8059	0,6594	1,53	24,9	3.170,56	3.155,68	-14,88
TOTAL	-	-	-	-	65.504,15	66.044,88	540,73

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da matriz de insumo-produto

5 CONCLUSÃO

O objetivo desta tese foi analisar teórica e empiricamente a influência do preço dos alimentos sobre a obesidade no Brasil, considerando a utilização do preço como instrumento de controle da obesidade e mensurando os seus efeitos.

Especificamente, a tese abordou duas questões relacionadas à economia da obesidade:

- a) os efeitos e implicações dos incentivos econômicos, especificamente os preços dos alimentos, sobre a prevalência da obesidade no Brasil;
- b) e mecanismo de controle da obesidade por meio dos preços dos alimentos e seus resultados micro e macroeconômicos. Essas questões foram analisadas em três ensaios que compreendem uma análise teórica e empírica distinta daquela comumente empregada para tratar do problema da obesidade na literatura nacional. A obesidade, bem como o seu rápido avanço, foi tratado sob o arcabouço teórico da economia e o princípio de racionalidade que fornecem uma estrutura analítica das escolhas individuais quanto à ingestão calórica e gasto calórico (fatores que interferem no seu peso corporal).

Essa racionalidade econômica perpassa pelos três ensaios desta tese e permite compreender o comportamento e a dinâmica do ganho de peso dos brasileiros no período recente. Assim, apesar do tratamento metodológico diverso, os ensaios apresentam uma inter-relação no que tange ao entendimento dos determinantes da obesidade no Brasil que lhes confere unidade.

Além desta abordagem analítica, a metodologia aplicada na mensuração dos efeitos dos preços sobre a obesidade no Brasil configura uma contribuição original da tese. Os métodos empregados permitiram determinar os principais elementos contribuintes para o aumento da obesidade e avaliar especificamente os efeitos dos preços dos alimentos com robustez. Adicionalmente, os resultados desta tese contribuem para a fundamentação e formulação de políticas públicas de combate à obesidade propiciando o entendimento da relação e efeito de elementos ambientais que impactam na obesidade.

A contribuição do ensaio 1 principalmente ocorre no âmbito empírico e inova ao incorporar o efeito composição e estrutura na análise do efeito do preço sobre o IMC no

Brasil. Na literatura existe diversos trabalhos que analisam a relação dos preços dos alimentos e obesidade. A estimação destes efeitos ao longo da distribuição permitiu observar a variação nas diferentes classificações do IMC. Para tanto, utilizou-se os métodos de distribuição relativa e de decomposição contrafactual quantílica aplicada aos dados da POF (2002-3003 e 2008-2009). Os resultados mostram uma maior densidade de indivíduos na faixa correspondente ao sobrepeso e obesidade, decorrente principalmente do deslocamento da distribuição do IMC para a direita. Esta mudança implica em um IMC mediano mais elevado que resultante de um aumento do IMC ao longo de toda distribuição. Outra mudança observada foi a tendência de maior dispersão dos indivíduos em direção às caudas da distribuição, o que mostra um aumento na incidência da obesidade.

Além disso, os resultados indicam que mudanças dos efeitos dos determinantes incluídos no modelo de decomposição contrafactual foram mais importantes para explicar o aumento do IMC do que mudança na média destas variáveis (ou seja, o efeito estrutura foi maior). O preço dos alimentos, especificamente, obteve um papel importante na contribuição total das variáveis em explicar o aumento do IMC. Se as variações no preço não tivesse ocorrido e tivesse permanecido tal como em 2002/03, o IMC teria sido menor em 2008/09. Para os homens a variação no efeito dos preços foi mais relevante, porém não significativa; enquanto para as mulheres, a variação do preço em si foi preponderante para explicar a mudança no IMC neste grupo.

Os resultados também sugerem que a mudança no preço dos alimentos e no efeito do preço aumenta à medida que se avança para as faixas mais elevadas do IMC. Verificou-se, ainda, que a variação positiva do preço de frutas e verduras foi um importante contribuinte para elevar o IMC dos brasileiros; por outro lado, o incremento dos preços de alimentos mais calóricos como refrigerantes e carne ajudaram a reduzir o IMC.

Considerando os efeitos obtidos para o preço de refrigerantes sobre o índice de massa corporal e as evidências de associação positiva entre seu consumo e obesidade, os ensaios 2 e 3 avaliaram os efeitos individuais e agregados, respectivamente, da adoção de uma política tributária como instrumento de combate ao aumento da obesidade. O ensaio 2 estimou a redução decorrente de um aumento tributário sobre o consumo individual e o efeito subsequente na prevalência da obesidade. Afim de alcançar o objetivo proposto, estimou-se a elasticidade preço da demanda para bebidas açucaradas selecionadas para diferentes subgrupos de amostra. Estas foram obtidas a partir da aplicação do modelo de

duas partes aos dados da POF 2002-2003 e 2008-2009, a qual foi transformada em perda de peso. Esta última, juntamente com a proposta de análise para cada tipo de bebida em diferentes subpopulações da amostra, configura a principal inovação deste trabalho à medida que possibilita identificar a sensibilidade ao preço específico de forma consistente e robusta levando-se em conta as questões socioeconômicas.

Os resultados identificaram que pessoas com idade entre 35 e 55 anos, brancas, com renda elevada e residentes em domicílios com outro(s) adultos são os maiores consumidores de refrigerantes e suco e, portanto, mais propensos ao desenvolvimento de obesidade e doenças correlatas. A redução do consumo nestas subpopulações, assim como das demais, esteve associada à elevação do preço, o qual mostrou-se relevante para conter o ingestão calórica. Um aumento de 20% no preço provoca uma 12% e 26,4%, respectivamente, na quantidade consumida de refrigerantes e sucos. Estas mudanças se traduzem em perda de 1kg em um ano, mantido todos os demais hábitos constantes. Embora a magnitude do efeito no peso tenha se mostrado modesta, o resultado para as subpopulações com IMC próximo ou acima de 30 foi mais expressivo. Disto, conclui-se que um aumento do preço de bebidas açucaradas é um instrumento eficaz no controle da obesidade, mas que se mostrou mais relevante na prevenção do que na redução da obesidade. Dada a natureza multifatorial da obesidade, ressalta-se que esta medida isolada não resolve todo o problema, mas que combinada com medidas indutoras de hábitos saudáveis geram resultados mais significativos.

Além dos efeitos sobre a saúde e consumo individuais, é igualmente relevante considerar os efeitos decorrentes da implementação desta política tributária sobre a economia, afim de fundamentar a adoção desta política. O ensaio 3 analisou os impactos do aumento de preço de bebidas açucaradas sobre a produção e consumo agregado, emprego, receita do governo e inflação. Os resultados indicaram pouca relevância do setor de refrigerantes, diante das poucas conexões e interações como os demais setores da economia. Ademais, as simulações mostraram que um aumento do preço desta bebida gera impacto de -6,8% sobre a produção deste item, e de setores adjacentes, que são compensadas pelo aumento da produção em outros setores. Além do setor produtor de refrigerantes, os setores borracha e plástico são os mais negativamente afetados pela política, enquanto os setores de alimentos e outras bebidas registram os maiores aumentos da produção. O aumento de receita do governo derivado desta política, se aplicado em

outras medidas de prevenção à obesidade podem maximizar o efeito sobre a saúde dos indivíduos.

Os resultados empíricos, em conjunção fatos estilizados, sugerem que alterações nos preços de alguns alimentos pode ser uma alternativa eficaz no combate à obesidade e com impacto pouco significativo para a economia em termos agregados e setoriais. Contudo, ainda existe um campo fecundo para trabalhos futuros neste campo, seja tratando das limitações existentes nos ensaios, seja incorporando novas abordagens sobre o tema, ou ainda na aplicação de métodos distintos.

A teoria econômica da obesidade e o estudo de suas implicações ainda encontra-se em seu estágio inicial no Brasil. As questões relacionadas à obesidade necessitam ser analisadas sob o enfoque econômico, no que diz respeito tanto às questões teóricas quanto empíricas. Entretanto, esta tese e os ensaios que a constituem são uma pequena, mas importante, contribuição para o tema. Espera-se que as conclusões aqui apresentadas se transformem em prólogo para futuras pesquisas e trabalhos nesta área. As conclusões aqui obtidas podem servir de subsídios para a formulação de políticas econômicas baseadas em evidências empíricas que tomam por base dados referentes à economia brasileira.

REFERÊNCIAS

- BAHIA, L. et al. The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system: cross-sectional study. *BMC Public Health*, London, v. 12, n. 1, p.440, Jan. 2012.
- BALABAN, G.; SILVA, G. A. P. DA. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de uma escola da rede privada de Recife. *Jornal de Pediatria*, Porto Alegre, v. 77, n. 2, p. 96–100, abr. 2001.
- BECKER, G. S. *The Economic Approach to Human Behavior*. Chicago: The University of Chicago Press, 1976.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Obesidade*. Brasília, 2006. (Série Caderno de Atenção Básica, n.12).
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília, 2011.
- CAWLEY, J. An economic framework for understanding physical activity and eating behaviors. *American Journal of Preventive Medicine*, New York, v. 27, n. 3, p. 117–125, 10 Oct. 2004. Suppl.
- CAWLEY, J. The economics of obesity. In: CAWLEY, J. (Org.). *The Oxford Handbook of the Social Science of Obesity Social Science of Obesity*. Oxford: Oxford University Press, 2011. p. 120–137.
- CLARO, R. M.; MONTEIRO, C. A. Renda familiar, preço de alimentos e aquisição domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 44, n. 6, p. 1014-1020, 2010.
- COSTA, R. F. DA; CINTRA, I. DE P.; FISBERG, M. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares da cidade de Santos - SP. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 60–67, fev. 2006.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION-FAO. *FAOSTAT Statistics Database*. Rome, 2012.
- FEFERBAUM R.; ABREU, L. C.; LEONE, C. Fluid intake patterns: an epidemiological study among children and adolescents in Brazil. *BMC Public Health*, London, v.12, 2012.
- FINKELSTEIN, E. A.; ZUCKERMAN, L. *The fattening of America: how the economy makes us fat, if it matters, and what to do about it*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.
- GROSSMAN, M. On the Concept of Health Capital and the Demand for Health. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 80, n. 2, p. 223-255, 1972.
- GUH, D. P. et al. The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, London, v. 9, p. 88, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2002-2003: Primeiros resultados - Brasil e Grandes Regiões*. Rio de Janeiro, 2004a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2002/pof2002.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e Estado Nutricional*. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=245419>>. Acesso em: 05 jul. 2012.

JUST, D. R. PAYNE, C. Obesity: Can behavioral economics help? *Annals of Behavioral Medicine*, Knoxville, v. 38, n.1, p. 47-55, Dec. 2009.

LAKDAWALLA, D.; PHILIPSON, T. J. The growth of obesity and technological change: A theoretical and empirical examination. *Economics and Human Biology*, Amsterdam, v. 7, n. 3, p. 283-293, 2002.

LEÃO, L. S. C. DE S. et al. Prevalência de obesidade em escolares de Salvador, Bahia. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 151-157, abr. 2003.

LEW, E. A.; GARFINKEL, L. Variations in mortality by weight among 750,000 men and women. *Journal of Chronic Diseases*, St. Louis, v. 32, n. 8, p. 563-576, Jan. 1979.

MAZZOCCHI, M.; TRAIL, W. B.; SHOGREN, J. F. *Fat economics*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

MONTEIRO, C. A. et al. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. *Public Health Nutrition*, Wallingford, v. 14, p. 5-13, 2011.

OGDEN, C. L.; CARROLL, M. D.; FLEGAL, K. M. Epidemiologic trends in overweight and obesity. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, Philadelphia, v. 32, n. 4, p. 741-760, 2003.

PEDROSO, E. R. P.; OLIVEIRA, R. G. DE. *Blackbook: Clínica médica*. Belo Horizonte: Backbook, 2007.

PHILIPSON, T. J. The world-wide growth in obesity: an economic research agenda. *Health Economics*, Chichester, v. 10, n. 1, p. 1-7, Jan. 2001.

PHILIPSON, T. J.; POSNER, R. A. *The Long-Run Growth in Obesity as a Function of Technological Change*. Massachusetts: NBER, 1999. (National Bureau of Economic Research Working Paper Series, n. 7423).

POWER, C.; LAKE, J. K.; COLE, T. J. Measurement and long-term health risks of child and adolescent fatness. *International Journal of Obesity and Related Metabolic disorders*. London, v. 21, n.7, p. 507-526, 1997.

PRENTICE, A. M.; JEBB, S. A. Beyond body mass index. *Obesity Reviews*, Oxford, v. 2, p. 141-147, 2001.

- QI, Q. et al. Sugar-sweetened beverages and genetic risk of obesity. *The New England Journal of Medicine*, Boston, v. 367, n. 15, p. 1387–1396, 2012.
- REILLY, J. Obesity in adolescence. *Diabetes and Primary Care*, v. 5, n. 4, p. 179–182, 2003.
- ROSE,G; DAY, S. The population mean predicts the number of deviant individuals. *BMJ*, London, v. 301, n. 6759, p. 1031–1034, 1990.
- ROSIN, O. The economic causes of obesity: A survey. *Journal of Economic Surveys*, Avon, v. 22, p. 617–647, 2008.
- SERDULA, M. K. et al. Do obese children become obese adults?: A review of the literature. *Preventive Medicine*, New York, v. 22, n. 2, p. 167–177, 1993.
- SHETTY, P. S.; JAMES, W. P. Body mass index: a measure of chronic energy deficiency in adults. *FAO Food and Nutrition Paper*, Rome, v.56, p. 1-57, 1993.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION-WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. *World Health Organization Technical Report Series*, Geneva, v. 894, p. i–xii, 1–253, 2000.
- YANG, Y. *Princípios de epidemiologia aplicados no estudo do uso de medicamentos: compreendendo a farmacoepidemiologia*. São Paulo: AMGH, 2013. p. 17–38.