

ALEXANDRE NAVARRO DA SILVA

**OS BIOCOMBUSTÍVEIS AFETAM A SEGURANÇA ALIMENTAR NO  
BRASIL? DISCUSSÃO E ABORDAGEM QUANTITATIVA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S586b  
2014  
Silva, Alexandre Navarro da, 1986-  
Os biocombustíveis afetam a segurança alimentar no  
Brasil? : discussão e abordagem quantitativa / Alexandre  
Navarro da Silva. – Viçosa, MG, 2014.  
xiv, 82f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Ronaldo Perez.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Segurança alimentar - Brasil. 2. Alimentos - Consumo.  
3. Nutrição. 4. Biocombustível - Produção. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos.  
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos. II. Título.

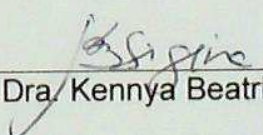
CDD 22. ed. 363.80981

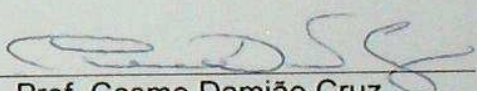
ALEXANDRE NAVARRO DA SILVA

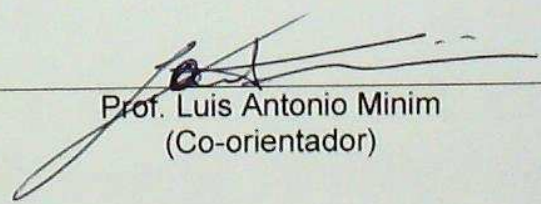
**OS BIOCOMBUSTÍVEIS AFETAM A SEGURANÇA ALIMENTAR NO  
BRASIL? DISCUSSÃO E ABORDAGEM QUANTITATIVA**

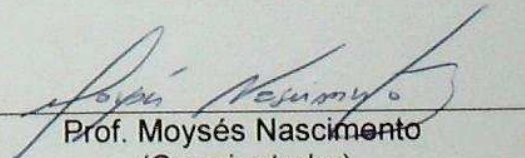
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

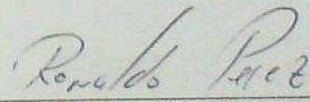
APROVADA: 18 de dezembro de 2014.

  
Dra. Kennya Beatriz Siqueira

  
Prof. Cosme Damião Cruz

  
Prof. Luis Antonio Minim  
(Co-orientador)

  
Prof. Moyses Nascimento  
(Co-orientador)

  
Prof. Ronaldo Perez  
(Orientador)

*“Que diremos pois a estas coisa?  
Se Deus é por nós, quem será  
contra nós?”  
Romanos 8:31*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida em Cristo Jesus nosso Senhor, pelos ensinamentos, pelas oportunidades concedidas de conhecê-lo, pela força na execução deste trabalho e pela vitória de concluí-lo.

À Universidade Federal de Viçosa que, desde o início da minha carreira profissional me acolheu e me concedeu o necessário para chegar até aqui e ir avante nesta mesma instituição.

Ao Conselho Nacional Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Ao Colegiado do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica, porque sem o afastamento concedido seria muito mais difícil e demorado.

Ao professor Ronaldo Perez, por todo o suporte não somente neste período de doutoramento, mas nesses onze anos de UFV, já que foi o meu primeiro professor no curso de graduação nesta instituição. Muito obrigado pelos conselhos e discussões que às vezes pareciam confrontos, mas sempre com muito respeito e hombridade. Um grande abraço!

Ao prof. Luis Antonio Minim, meu co-orientador, que me acompanha desde o curso de graduação, por todas as oportunidades oferecidas e todo o conhecimento transmitido neste tempo.

Ao prof. Moysés Nascimento, meu co-orientador, que sempre esteve à disposição para contribuir com novas ideias, discutir os erros e acertos, além da paciência em diversos momentos em que ela se fez necessária.

À doutora Kennya Beatriz Siqueira que se dispôs a se deslocar para participar da banca de defesa.

Ao professor Cosme Damião Cruz que, além de participar da banca de defesa, se dispôs a realizar análises e discutir possíveis desdobramentos dos resultados que elas apresentaram.

Aos meus pais, Carlos e Conceição, que sempre estiveram torcendo por mim e sempre me apoiaram nas minhas decisões. Além disso, contribuíram para tudo fosse possível! Amor eterno entre filho e pais, sempre existirá!

À minha esposa, minha princesa, meu amor... e muitos outros carinhos. A sua ajuda em tudo, exatamente tudo, mesmo que com apenas um olhar ou uma palavra de conforto, foram imprescindíveis para a conclusão desta importante etapa! Te amo muito e sempre amarei!

Aos meus sogros, Erly e Virgínia, que me ensinam muito. Pelo carinho e apoio que nos dão em todo esse tempo que faço parte desta família! Que Deus vos abençoe muito por tudo! Cris, você também está no meu coração, você sabe disso né?!rs

À minha família viçosense. Irmão Luiz Carlos e irmã Liete, Talita e Verônica, que sempre abriram as portas da vossa casa e do vosso coração para mim. Mesmo eu sendo um desconhecido, desde a primeira vez fizeram com que eu me sentisse parte da família. Somente Deus pode retribuí-los!

Ao meu irmão André que, infelizmente, muito infelizmente, não pôde contemplar esta minha vitória, mas creio que a sua vitória foi maior do que essa! A saudade é grande...

Ao meu irmão Marcus, que deixou muita saudade... Mas também deixou os melhores exemplos! Santos exemplos, meu amigo!

Aos meus amigos Thiago e Paola, que constituem o casal “Sol”, ou “Lindinho”, não sei ao certo... Mas o certo é que não sei por que foram para tão longe...

À mocidade de Viçosa, que hoje é muito grande e corro o risco de esquecer alguém. A cada dia aprendo uma coisa nova, coisas maravilhosas!

Aos colegas do DEP, que me suportaram por um tempo e vão ter que me suportar muito ainda!

## BIOGRAFIA

ALEXANDRE NAVARRO DA SILVA, filho de Carlos Cardoso da Silva e Maria da Conceição Navarro da Silva, nasceu em 07 de fevereiro de 1986 em Campinas, no estado de São Paulo.

Iniciou seus estudos na Escola Estadual Dr. Cândido Rodrigues, em São José do Rio Pardo, em 1992. Em 2001 iniciou o ensino médio no Colégio Unigrau, concluindo em 2003.

Em março de 2004, ingressou na Universidade Federal de Viçosa – MG, onde se graduou em Engenharia de Produção em janeiro de 2009.

Em março do mesmo ano, iniciou o curso de Mestrado no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, concluindo em fevereiro de 2011.

Em Março do mesmo ano, iniciou o curso de Doutorado no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa. Concomitantemente ao curso de doutorado, no período de agosto de 2010 a julho de 2012 foi professor substituto do curso de Engenharia de Produção da mesma instituição, passando a professor efetivo em Novembro de 2012. No presente ano de 2014, no mês de Dezembro, conclui o seu doutoramento.

# ÍNDICE

LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
<b>CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA: Biocombustíveis e segurança alimentar: relacionamento conflituoso?</b> .....	3
Resumo .....	3
1. Introdução .....	3
2. Segurança alimentar: Conceitos e definições .....	5
2.1. Medidas dos determinantes de segurança alimentar .....	5
3. Produção Agrícola: Biocombustíveis versus Alimentos .....	9
3.1. Biocombustíveis e produção de alimentos: estudos recentes .....	13
4. Padrão de consumo de alimentos .....	14
5. Impactos econômicos dos biocombustíveis no Brasil .....	17
5.1. Etanol combustível .....	17
5.2. Biodiesel .....	22
6. Avaliações quantitativas em segurança alimentar e biocombustíveis .....	24
7. Redes Neurais Artificiais .....	26
8. Considerações Finais .....	28
Referências Bibliográficas .....	29
<b>CAPÍTULO 2 – ARTIGO: Segurança alimentar no Brasil: relacionamento dos alimentos e biocombustíveis na última década</b> .....	34
Resumo .....	34
1. Introdução .....	35
2. Metodologia .....	36
2.1. Determinação das principais culturas alimentícias no Brasil .....	36
2.2. Segurança Alimentar: disponibilidade, acesso e utilização dos alimentos .....	37
2.2.1. Avaliação e relacionamento das culturas alimentícias e matérias-primas para produção de biocombustíveis: Disponibilidade de alimentos .....	37
2.2.2. Acesso aos alimentos pela população brasileira .....	38

2.2.3. Padrão de Consumo: Utilização dos alimentos .....	40
3. Resultados .....	41
3.1. Principais culturas alimentícias .....	41
3.2. Disponibilidade de alimentos para a população brasileira .....	41
3.3. Acesso aos alimentos nas grandes regiões do Brasil .....	44
3.4. Padrão de consumo: utilização dos alimentos pela população .....	49
4. Discussão .....	53
5. Conclusão .....	56
Referências Bibliográficas .....	57
<b>CAPÍTULO 3 – ARTIGO: Predição do Índice de Massa Corporal (IMC) de forma indireta: desafios e discussões .....</b>	<b>59</b>
Resumo .....	59
1. Introdução .....	60
2. Metodologia .....	61
2.1. Coleta de dados e padronização .....	62
2.2. Redes Neurais Artificiais (RNA) .....	63
2.3. Estatísticas descritivas .....	64
3. Resultados .....	65
4. Discussão .....	75
5. Conclusão .....	78
Referências Bibliográficas .....	78
Anexos – Scripts para tratamento e padronização dos dados no software R .....	80
CONCLUSÃO GERAL .....	82

# LISTA DE TABELAS

## CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Capacidade instalada para produção de biodiesel nas Grandes Regiões do Brasil em novembro de 2013 .....	23
--	----

## CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Participação relativa dos alimentos no total de calorias ingerido, determinada pela aquisição alimentar domiciliar da POF nos períodos de 2002-2003 .....	41
Tabela 2 - Área plantada total (milhões ha) para o período compreendido entre 2002 e 2012 e área disponível para agricultura (milhões ha) no ano de 2012 .....	44
Tabela 3 - Percentual de pessoas pobres e extremamente pobres em relação à população de cada região no período entre 2002 e 2012 .....	47
Tabela 4 – Percentuais de comprometimento do orçamento da população com renda de até cinco salários mínimo, medidos pelo INPC .....	49
Tabela 5 – Variação percentual entre os períodos avaliados para a quantidade média de energia ingerida pela população (Kcal/dia per capita) e da representatividade do consumo dos alimentos mais consumidos (%) para as grandes regiões do Brasil .....	50
Tabela 6 – Medidas de ingestão calórica diária per capita e percentual da população desnutrida no Brasil, de acordo com os dados disponíveis pela FAO .....	52

## CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Classificação dos indivíduos de acordo com o Índice de Massa Corporal (IMC) .....	63
Tabela 2 – Variáveis comuns às pesquisas PNAD e POF e suas unidades ou categorias de medidas .....	66
Tabela 3 – Frequência observada da população em cada classe de IMC por grande região do Brasil nas Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF) realizadas em 2002-2003 e 2008-2009 .....	66
Tabela 4 – Valores médios e seus respectivos desvios padrão das variáveis coletadas com escalas categóricas nas POF de 2002-2003 e de 2008-2009, por classe de IMC, para cada grande região do Brasil .....	67
Tabela 5 – Valores médios e seus respectivos desvios padrão das variáveis coletadas com escalas intervalares nas POF de 2002-2003 e de 2008-2009, por classe de IMC, para cada grande região do Brasil .....	69

# LISTA DE FIGURAS

## CAPÍTULO 1

Figura 1 – Preços das principais commodities em US\$ dólares por toneladas. Comparativo da evolução dos preços entre Brasil (a) e preço médio mundial (b) .....	10
Figura 2 – Quantidade produzida das principais commodities. Comparativo da evolução ao longo do tempo entre a produção mundial (a) e a produção brasileira (b) .....	11
Figura 3 – Consumo de energia per capita em algumas regiões do mundo e no Brasil .....	12
Figura 4 – População mundial e brasileira em situação de fome entre os anos de 1990 e 2013. ....	12
Figura 5 - Número de veículos automotores emplacados no Brasil por tipo de combustível entre os anos de 2002 e 2012 .....	18
Figura 6 – Produção de cana de açúcar nas Grandes Regiões do Brasil entre os anos de 1980 e 2013 .....	19
Figura 7 – Produção de etanol (a) e açúcar (b) nas Grandes Regiões do Brasil entre os anos de 1980 e 2013 .....	19
Figura 8 – Área plantada de cana de açúcar nas Grandes Regiões do Brasil entre os anos de 1980 e 2013 .....	20
Figura 9 – Mapa da produção de cana de açúcar do ano de 2008 (a), com destaque na cor vermelha para locais onde há cultivo, e 2013 (b), com destaque em preto para os locais onde há cultivo .....	21
Figura 10 – Capacidade instalada para produção de biodiesel e produção realizada no Brasil entre os anos de 2005 e novembro de 2013 .....	22
Figura 11 – Matérias Primas utilizadas para produção de biodiesel, considerando média anual .....	23

## CAPÍTULO 2

Figura 1 - Produção das culturas analisadas nas grandes regiões brasileiras ao longo do período compreendido entre 2002 e 2012 .....	42
Figura 2 - Disponibilidade de alimentos, considerando produção + importação – exportação (kg per capita) – base 100 para o ano de 2002 .....	43
Figura 3 - Preços dos produtos entre os anos de 2002 e 2011 com base 100 para o ano de 2002, deflacionados utilizando o IGP-DI .....	45
Figura 4 – Representação da renda média da população (a) extremamente pobre (EP); (b) pobre (P); e (c) média geral da população por região. Valores deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) .....	46
Figura 5 - Valores percentuais indicativos do peso referente a cada um dos alimentos no Índice Nacional de Preços ao Consumidor – INPC ao longo dos anos de 2002 a 2012 .....	48
Figura 6 – Evolução do Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) e Índice de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA) entre os anos de 2002 e 2012 .....	48
Figura 7 – Representação da Análise de Componentes Principais demonstrativa do padrão de consumo de alimentos nas grandes regiões do Brasil, para os dois momentos avaliados, 2002-2003 e 2008-2009 .....	50
Figura 8 – Percentual de déficit de peso, sobrepeso e obesidade na população com mais de 20 .....	

anos de idade nos dois períodos de avaliação, considerando as regiões do país .....	51
Figura 9 – Percentual de déficit de peso, sobrepeso e obesidade na população com mais de 20 anos de idade nos dois períodos de avaliação, considerando as faixas de renda da população brasileira .....	52

### **CAPÍTULO 3**

Figura 1 – Histogramas por classe de IMC para variáveis com escala de avaliação categórica, referentes aos domicílios (Figuras a-h) e aos moradores (Figuras i-p). Classe “déficit de peso” no canto superior esquerdo, “normalidade” no superior direito, “sobrepeso” no inferior esquerdo e “obesidade” no inferior direito .....	73
---	----

Figura 2 – Histogramas por classe de IMC para variáveis com escala de avaliação intervalar, referentes aos domicílios (Figuras a-h) e aos moradores (Figuras i-n). Classe “déficit de peso” no canto superior esquerdo, “normalidade” no superior direito, “sobrepeso” no inferior esquerdo e “obesidade” no inferior direito .....	75
---	----

## RESUMO

SILVA, Alexandre Navarro da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2014. **Os biocombustíveis afetam a segurança alimentar no Brasil? Discussão e abordagem quantitativa.** Orientador: Ronaldo Perez. Coorientadores: Luis Antonio Minim e Moysés Nascimento.

A segurança alimentar é um tema que tem sido muito discutido na literatura e mostra que diversos fatores podem afetá-la. Algumas pesquisas têm demonstrado que os biocombustíveis influenciam a segurança alimentar de forma muito próxima, mas não há um consenso se esta influência é positiva ou negativa, uma vez que a conjuntura político-econômica da região avaliada é um fator preponderante para esta afirmativa. Como forma de contribuir com a discussão deste tema tão importante e pouco explorado no Brasil, objetivou-se avaliar se a produção dos biocombustíveis etanol e biodiesel afetam a segurança alimentar da população brasileira; além da possibilidade de se estimar o Índice de Massa Corporal (IMC) da população, por meio das Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), utilizando como ferramenta as técnicas de Redes Neurais Artificiais (RNA's). Assim, identificou-se que os principais produtos alimentícios consumidos pela população brasileira são: arroz, trigo, açúcar, mandioca, feijão, óleo de soja, frango, carne bovina e leite, compondo cerca de 80% da ingestão calórica diária. Os resultados obtidos nas dimensões de segurança alimentar analisadas (disponibilidade, acesso e utilização) demonstram que existe oferta de alimentos em quantidade e preço compatíveis com o poder aquisitivo da população, em função da produção e melhoria da renda familiar dos brasileiros e que o padrão de consumo alimentar da população teve pequenas alterações, porém não significativas para comprometer o consumo. Assim, não houve ameaça à segurança alimentar da população brasileira nas cinco grandes regiões do país. Tal situação indica que a introdução do biodiesel e o fortalecimento do etanol combustível na matriz energética brasileira não promoveu nenhuma ameaça à segurança alimentar da população. A predição do IMC por meio da PNAD não foi possível, sendo observado que os valores médios e variâncias, além de toda a distribuição de frequência dos valores de cada uma das variáveis analisadas, apresentaram valores muito próximos entre si, para todas as classes de IMC e grandes regiões do país. Portanto, a aparente segurança alimentar dos brasileiros pode mascarar a insegurança nutricional que o país

está vivenciando. Os instrumentos utilizados atualmente na POF não permitem a classificação das pessoas, de forma indireta, quanto ao IMC, inviabilizando o acompanhamento desta importante medida anualmente. Medidas específicas de segurança alimentar e também de variáveis intimamente relacionadas ao IMC devem ser coletadas, para o melhor monitoramento da segurança alimentar e nutricional da população brasileira.

## ABSTRACT

SILVA, Alexandre Navarro da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2014. **Biofuels production affects food security in Brazil? Quantitative discussion and approach.** Adviser: Ronaldo Perez. Co-advisers: Luis Antonio Minim and Moysés Nascimento.

Food security in Brazil is a relatively unexplored subject, although of major importance. This theme has been much discussed in the literature and shows that many factors can affect the food security of a region. Some research has shown that biofuels affect food security very closely, but there is no consensus whether this influence is positive or negative, since the political and economic situation of the evaluated region is a major factor in this statement. Thus, this study aimed to assess whether biofuels production affect food security of the population; and the possibility to estimate the body mass index (BMI) of the population, by means of the Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), that is a family budget survey and Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), that is a national household survey, using Artificial Neural Networks (ANN) techniques. Thus, it was identified that the main food items consumed by the Brazilian population are: rice, wheat, sugar, cassava, beans, soybean oil, chicken, beef and milk, making up about 80% of daily caloric intake. The results obtained in the analyzed food security dimensions (availability, access and utilization) show that there is food supply in quantity and price compatible with the purchasing power of the population in terms of production and improving family income in Brazil and that the pattern of food consumption of the population had minor changes, but not significant to compromise the consumption. Therefore, there was no threat to food security of the population in the five major regions of the country. This situation indicates that the introduction of biodiesel and the strengthening of fuel ethanol in the Brazilian energy matrix do not promote any threat to food security of the population. The prediction of BMI by PNAD was not possible, and was observed that the mean values, variances and the frequency distribution of the values of each of the variables analyzed showed values very close to each other, for all BMI classes and major region of the country. Therefore, food security of Brazilians may mask nutritional insecurity that the country is experiencing. The instruments currently used in POF do not allow the classification of people, indirectly, by means of the BMI, making it impossible to follow up on this important measure

annually. Specific measures of food security and also of closely related variables to BMI should be collected, for better monitoring of food and nutrition security of the population.

## INTRODUÇÃO GERAL

A segurança alimentar é alcançada quando todas as pessoas têm acesso físico e econômico a uma alimentação suficiente em todos os momentos para satisfazer as suas necessidades alimentares, a fim de obter uma vida produtiva e saudável. O conceito de segurança alimentar é entendido e usado de maneira diferente dependendo do contexto, período e região geográfica. Alcançar a segurança alimentar em nível macro requer crescimento econômico, resultando em redução da pobreza e aumento da equidade na distribuição de renda entre a população.

Houve progressos substanciais ao longo da última década no desenvolvimento de indicadores válidos e simples para avaliar o acesso à alimentação a nível domiciliar. Na prática, os indicadores de diferentes dimensões da segurança alimentar são muitas vezes tratados como sinônimos, devido a uma falta de clareza sobre quais aspectos da definição de segurança alimentar o indicador está medindo, causando equívocos sobre as maneiras pelas quais um conjunto de indicadores podem se complementar. Desta forma, as evidências sugerem que nem todos os indicadores de segurança alimentar capturam o mesmo significado.

Neste sentido, a FAO (*Food and Agriculture Organization*) concatenou diversas informações e metodologias em um documento, conhecido por BEFS (*Bioenergy and Food Security*). Este documento apresenta formas qualitativas de se medir a influência da segurança alimentar associada à produção de biocombustíveis, pois há grande controvérsia em relação ao impacto dos biocombustíveis sobre a segurança alimentar nos países em desenvolvimento.

Uma importante medida da segurança alimentar de uma população é o Índice de Massa Corporal (IMC), que é utilizado para definir o *status* de peso de cada indivíduo, o qual permite um acompanhamento indicativo de qual é a situação das pessoas, em termos de qualidade nutricional. No Brasil há apenas uma pesquisa que mede este índice diretamente, a qual é realizada em média a cada seis anos, chamada Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF). Assim, o horizonte temporal entre uma medida e outra é muito grande, levando o país a não ter uma forma de monitoramento eficiente do IMC. Esta realidade pode fazer com que as políticas públicas associadas ao *status* de peso da população não tenham a eficácia desejada e necessária.

Neste contexto, o primeiro capítulo deste documento visa demonstrar os conceitos relacionados aos temas de segurança alimentar, biocombustíveis e o relacionamento entre estes importantes aspectos. O capítulo 2 tem como objetivo descrever se a produção de biocombustíveis afetou a segurança alimentar da população brasileira residente nas cinco grandes regiões do país na última década. Apresenta a avaliação de três dimensões de segurança alimentar, as quais são: disponibilidade, acesso e utilização dos alimentos. Assim, mostra os principais alimentos consumidos em cada grande região do Brasil, por meio da POF, sendo determinada a disponibilidade de alimentos e de terra, os preços das *commodities* e renda da população, além do padrão de consumo dos brasileiros nas cinco grandes regiões do país. O capítulo 3 aborda a possibilidade de se prever o IMC dos habitantes brasileiros, utilizando as variáveis coletadas pela POF em comum à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), com a finalidade de permitir um menor intervalo de tempo entre medidas deste índice, já que a PNAD é realizada anualmente. Para isso foram utilizadas técnicas de Redes Neurais Artificiais e estatísticas descritivas como média, desvio padrão e distribuições de frequência referentes às quinze variáveis em comum às duas pesquisas realizadas, para cada classe de IMC e grande região.

**Resumo**

Ao mesmo tempo em que a produção de biocombustíveis pode oferecer oportunidades de desenvolvimento em nível local, os benefícios econômicos precisam ser avaliados para que a segurança alimentar nacional não fique comprometida. O crescimento econômico e o aumento da demanda de energia faz com que os setores de energia e agricultura estejam cada vez mais próximos. Este fato exige uma coordenação cada vez mais estreita, não só entre a política agrícola e de energia, mas também políticas de meio ambiente e segurança alimentar. Neste contexto, este estudo visa avaliar de que forma a produção de biocombustíveis no Brasil afeta a disponibilidade e o padrão de consumo de alimentos na população brasileira, considerando as Grandes Regiões do país.

**Palavras-chave:** padrão de consumo de alimentos; biodiesel; etanol; redes neurais artificiais; métodos quantitativos.

**1. Introdução**

Ao longo dos últimos anos, a produção de biocombustíveis cresceu de forma impactante. Entre os anos de 2000 e 2012 a produção de etanol combustível experimentou um aumento de 17,1 para 86,0 bilhões de litros enquanto a produção de biodiesel cresceu de 0,8 para 21,5 bilhões de litros mundialmente (USDA, 2013). Nos EUA, o maior produtor mundial de etanol combustível e detentor de cerca de 65% da produção mundial, fortes incentivos financeiros foram garantidos para os fabricantes de biocombustíveis. Na União Europeia, o maior produtor de biodiesel do mundo, o consumo de biocombustíveis é impulsionado principalmente pelos mandatos de mistura na França e na Alemanha (Sorda et al., 2010).

Incentivos externos ao governo são, normalmente, necessários para atingir as metas de biocombustíveis estabelecidos pelas administrações nacionais. O Brasil se destaca em quantidade de biocombustíveis produzida, além de ser o único país em que esta produção é rentável, mesmo que não houvesse isenções fiscais, subsídios ou outras

formas de incentivos financeiros diretos às indústrias (Rajagopal e Zilberman, 2007). A Agência Internacional de Energia (IEA) estima que os subsídios aos biocombustíveis totalizaram 22 bilhões de dólares em 2010 e, de acordo ao novo cenário de políticas, pode chegar a 65 bilhões de dólares em 2035 (IEA, 2011b).

Em uma tentativa de reduzir a dependência do petróleo, aumentar a quota das energias renováveis e contribuir para uma redução na queda da renda agrícola, os governos de todo o mundo aprovaram instrumentos legais que promovem a indústria de biocombustíveis. Preocupações sobre os preços dos alimentos têm levado alguns países a suspender momentaneamente ou reduzir programas de apoio, como a China, por exemplo, enquanto outros decidiram incrementar seus investimentos em tecnologias de segunda geração, como os EUA. O complexo relacionamento entre as necessidades de energia e consumo de alimentos, bem como a meta de produção a custos competitivos continuam a ser questões-chave da agenda política das nações produtoras de biocombustíveis.

Atualmente 850 milhões de pessoas no mundo estão situados na zona de fome crônica, cujas causas são uma série de pressões e falhas nos sistemas globais de alimentos que, juntos, impossibilitam que pessoas com deficiência alimentar tenham acesso a alimentos nutritivos de forma suficiente, principalmente devido a apresentarem baixos rendimentos ou preços elevados dos alimentos, ou ambos. A relação entre os preços dos alimentos e a quantidade de pessoas com insegurança alimentar pode ser apresentada nos efeitos dos picos de preços de alimentos de 2008 e 2011, ressaltando a importância de acessibilidade ao alimento (FAO, 2013).

Os biocombustíveis disponíveis comercialmente empregam quase exclusivamente culturas alimentares como matéria-prima, predominantemente cana de açúcar, beterraba, milho e sementes de oleaginosas (Larson, 2008). Em 2013, 41,8% de todo o milho utilizado nos EUA foi alocada para abastecer a produção de etanol (USDA, 2013b). Conseqüentemente, os biocombustíveis foram, pelo menos parcialmente, responsáveis pelo aumento dos preços dos alimentos entre 2003 e 2008 (Mitchell, 2008; UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development, 2008; Schmidhuber, 2007; Johnson, 2007; Mercer-Blackman et al., 2007).

Os debates com foco em oportunidades e riscos para a segurança alimentar decorrentes da produção de biocombustíveis destacam a necessidade de avaliações integradas e inter-setoriais de custos e benefícios em uma economia verde. Ao mesmo tempo em que a produção de biocombustíveis pode oferecer oportunidades de

desenvolvimento para alguns a nível local, os benefícios econômicos precisam ser avaliados de forma que não comprometam a segurança alimentar nacional, devido à redução de produção ou aumento dos preços dos alimentos causados pela competição por recursos (Pingali et al., 2008; Ewing e Msangi, 2009; McNeely et al., 2009; Molony e Smith, 2010). A segurança alimentar está mais perto de acontecer quando as negociações ocorrem em níveis e políticas locais, regionais e globais.

Neste contexto, este capítulo visa mostrar como a produção de biocombustíveis pode afetar a disponibilidade e o padrão de consumo de alimentos de uma população.

## **2. Segurança alimentar: Conceitos e definições**

A segurança alimentar é alcançada quando todas as pessoas têm acesso físico e econômico a uma alimentação suficiente em todos os momentos para satisfazer as suas necessidades alimentares para uma vida produtiva e saudável (World Bank, 1986). Esta é uma definição comum aceitável de segurança alimentar, no entanto o conceito de segurança alimentar é entendido e usado de maneira diferente dependendo do contexto, período e região geográfica em questão. Alcançar a segurança alimentar em nível macro requer crescimento econômico, resultando em redução da pobreza e aumento da equidade na distribuição de renda entre a população. Em uma economia predominantemente agrária, o crescimento econômico é impulsionado por aumentos de produtividade agrícola e, portanto, depende da disponibilidade de recursos naturais, tecnologia agrícola e de recursos humanos (Carletto et al., 2013).

A tecnologia agrícola e os recursos naturais são necessários, mas, por si só, não são suficientes para gerar crescimento agrícola. Também são necessárias políticas que precificam e alocam apropriadamente os recursos aliados ao investimento em recursos humanos e naturais por meio de instituições públicas e privadas. Esses fatores básicos determinam um conjunto de causas subjacentes da segurança nutricional, ou seja, a segurança alimentar aliada aos cuidados com a saúde (World Bank, 1986).

### **2.1. Medidas dos determinantes de segurança alimentar**

Segurança alimentar é um conceito geralmente aplicado em três níveis de agregação: nacional, regional e domiciliar (ou individual). Na Cúpula Mundial da Alimentação (World Food Summit) de 1996, a segurança alimentar foi definida da seguinte forma: "A segurança alimentar existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a uma alimentação suficiente que

satisfaça as suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável" (FAO, 1996). Essa definição é bem aceita e amplamente utilizada e, com base nesta definição, os quatro principais determinantes da segurança alimentar são:

- i)** Disponibilidade de alimentos
- ii)** Acesso aos alimentos
- iii)** Utilização dos alimentos
- iv)** Estabilidade de acesso aos alimentos

A medição de vários indicadores de segurança alimentar é o primeiro passo para quantificar a segurança alimentar da população. Várias abordagens são usadas para coletar e documentar dados sobre os indicadores de segurança alimentar.

Medida de disponibilidade de alimentos: Existe uma variedade de métodos para medir a disponibilidade de alimentos. O método de estimação de pequena área desenvolvido por Hentschel et al. (2000) e Elbers et al. (2001) é um dos mais comuns para medição de disponibilidade de alimentos domiciliar. Consiste em uma ferramenta estatística que combina dados de pesquisa e de censo para estimar o bem-estar ou outros indicadores para as unidades geográficas desagregadas (tais como as regiões rurais e municípios). Os resultados do nível domiciliar são então agregados por uma região geográfica maior ou por área, tomando a média das probabilidades para a área. Isso permite que o pesquisador possa construir mapas para diferentes níveis de insegurança alimentar em todas as unidades geográficas.

Medida de acesso aos alimentos: O acesso à alimentação é medido por meio da ingestão de alimentos ou nutrientes a nível familiar. Esta medida geralmente é reportada em unidades "adulto equivalente" para facilitar a comparação entre os indivíduos dentro de uma casa, bem como entre famílias. A unidade de adulto equivalente é um sistema de ponderação dos membros da família de acordo com as necessidades calóricas para diferentes grupos etários e gênero. Normalmente são usados questionários para coleta de informações sobre o rendimento das famílias e padrões de gastos domésticos com foco em itens de alimentos e não-alimentos. Questões abrangendo a quantidade de ingestão de calorias, consumo dos principais produtos e características socioeconômicas (como o chefe da família, nível de escolaridade das famílias, entre outras) podem ser usadas para avaliar o acesso aos alimentos ao longo do tempo, estimando quantidades de alimentos

consumidos, composição da dieta e disponibilidade de nutrientes ao nível familiar e individual (Coates, 2013).

Medida de utilização dos alimentos: Utilização dos alimentos se refere a como o alimento consumido é traduzido em benefícios nutricionais e de saúde para os indivíduos. Nesta abordagem, o consumo de alimentos em quantidade e em qualidade suficiente para atender a necessidade de energia e nutrientes é uma medida básica de utilização dos alimentos. As estimativas de demanda energética média per capita são dependentes de diversos fatores, como taxas basais metabólicas, níveis de atividade física, lactação, gravidez, clima e grau de desnutrição. Cientificamente, o intervalo varia de 1900-2500 kcal por dia (Shetty et al., 1996).

Medida de estabilidade de acesso aos alimentos: Estabilidade do acesso à alimentação adequada em todos os momentos, independente de choques (como crises relacionadas a fatos econômicos ou climáticos) ou padrões cíclicos. Isto inclui questões de insegurança alimentar sazonal, como o período de antes da colheita agrícola conhecida como "a estação da fome". De acordo com o trabalho desenvolvido por Hamilton (1997), uma forma de medir a estabilidade da segurança ou insegurança alimentar é por meio do modelo de Rasch. A teoria subjacente sobre a qual o modelo Rasch é postulada indica que, mesmo que a insegurança alimentar se torne mais prevalente ao longo do tempo, uma casa em um determinado nível de gravidade de insegurança alimentar em um determinado ano deve responder a cada item da mesma forma que uma casa naquele mesmo nível de gravidade no ano anterior. Devido à variabilidade de amostragem e de outros fatores, tais como pequenas alterações formais, não deve-se esperar que as estimativas dos parâmetros do modelo devam permanecer exatamente as mesmas ao longo do tempo, mas uma constatação de grandes mudanças ao longo do tempo poderia sugerir que a estabilidade de segurança ou insegurança alimentar está sendo modificada.

Abordagens alternativas para medir segurança alimentar: Existem esforços para melhoria das medidas de segurança alimentar. Porém, tais esforços têm enfrentado realidades políticas que priorizam dimensões como a insuficiência de calorias, que são os mais visíveis e objetivamente quantificáveis.

Houve progressos substanciais ao longo da última década no desenvolvimento de indicadores válidos e simples para avaliar o acesso à alimentação a nível domiciliar. No entanto, persistem incongruências entre a definição internacionalmente reconhecida de segurança alimentar e a forma como o método é aplicado, tanto por meio da medição quanto da política. Na prática, os indicadores de diferentes dimensões da segurança alimentar são muitas vezes tratados como sinônimos, devido a uma falta de clareza sobre quais aspectos da definição de segurança alimentar o indicador está medindo, havendo confusão sobre as maneiras pelas quais um conjunto de indicadores se complementam (ou não). E, no entanto, as evidências sugerem que nem todos os indicadores de segurança alimentar capturam o mesmo significado (National Research Council, 2005; Barrett, 2010; Becquey et al., 2010; de Haen et al., 2011).

Quando os resultados de diferentes indicadores não convergem, pode ser que a verdadeira extensão da insegurança alimentar e desnutrição é desconhecida (de Haen et al., 2011), mas não é impossível de se conhecer. O termo "segurança alimentar" é uma concatenação de dimensões relacionadas, mas não idênticas. É um termo potente como um todo para a comunicação, mas talvez mais útil se for desmembrado em suas partes constituintes, para efeitos de avaliação sistemática, ação e avaliação.

Nos últimos anos, a FAO têm publicado trabalhos relacionados à aplicação de metodologias de avaliação de segurança alimentar para implantação de programas de biocombustíveis, principalmente em países com elevado índice de população com baixa renda (FAO, 2010; FAO, 2012).

A aplicação destas metodologias tem levado à possibilidade de avaliação de como os biocombustíveis podem impactar na economia de um país ou região. Kgathi et al. (2012) avaliaram o impacto que um programa de desenvolvimento de biodiesel teria na segurança alimentar de Botsuana. Os autores relacionaram a elevação dos preços nos alimentos ocorridos em virtude da implantação do programa de biodiesel, porém relataram que este fato não seria um impeditivo da ampliação do programa devido à disponibilidade de terras desocupadas e melhoria da renda familiar dos botsuaneses. Ali et al. (2013) avaliaram o impacto do desenvolvimento de programas nacionais e globais de biodiesel na agricultura do Paquistão, concluindo que em 2020 os mandatos globais sobre biocombustíveis afetarão significativamente os preços, a produção e o comércio das principais culturas agrícolas, como cana de açúcar, milho, soja e colza, principalmente nos EUA, Brasil e União Europeia, sendo que o Paquistão irá se beneficiar se for colocado como participante do comércio internacional deste tipo de

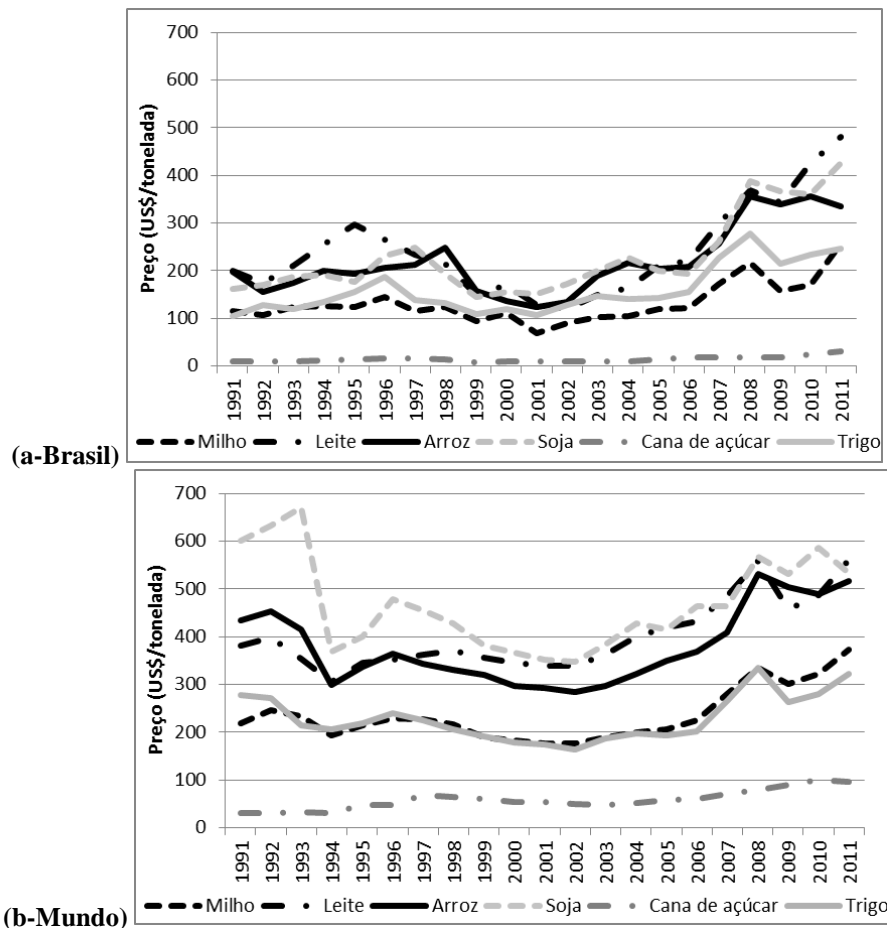
produto e não haja implementação de regulação mandatória de uso de etanol para o país até aquele ano.

Há grande controvérsia em relação ao impacto dos biocombustíveis sobre a segurança alimentar nos países em desenvolvimento. Uma grande preocupação é de que os biocombustíveis afetam a segurança alimentar devido ao aumento dos preços dos alimentos. No estudo desenvolvido por Negash e Swinnen (2013), avaliou-se o impacto da produção de mamona em domicílios rurais pobres e com insegurança alimentar na Etiópia. Verificou-se que cerca de 1/3 dos agricultores pobres alocaram, em média, 15% de suas terras para a produção de mamona sob contrato nas cadeias de fornecimento de biocombustíveis, o que melhorou significativamente a segurança alimentar destas famílias, uma vez que eles têm menor número de meses sem alimento e a quantidade de alimentos que consomem aumentou. Além de permitir que estas famílias invistam no cultivo de culturas alimentares, aumentando a produtividade destas culturas e compensando a quantidade de terra utilizada para a mamona, de forma que a segurança alimentar local total não seja afetada.

### **3. Produção Agrícola: Biocombustíveis versus Alimentos**

No início deste milênio, os biocombustíveis foram apresentados como uma opção econômica, ambiental e socialmente favorável, cujos direcionadores foram: a preocupação com a dependência da matriz energética do mundo em fontes de energia não renováveis, as oportunidades que apresenta para o desenvolvimento rural e as preocupações crescentes com a mudança climática global. No entanto, esta evolução foi logo seguida de várias críticas sobre a sustentabilidade dos biocombustíveis, em contraste com a sua apresentação inicial como uma alternativa limpa ao uso de combustíveis fósseis (La Rovere e Obermaier, 2009).

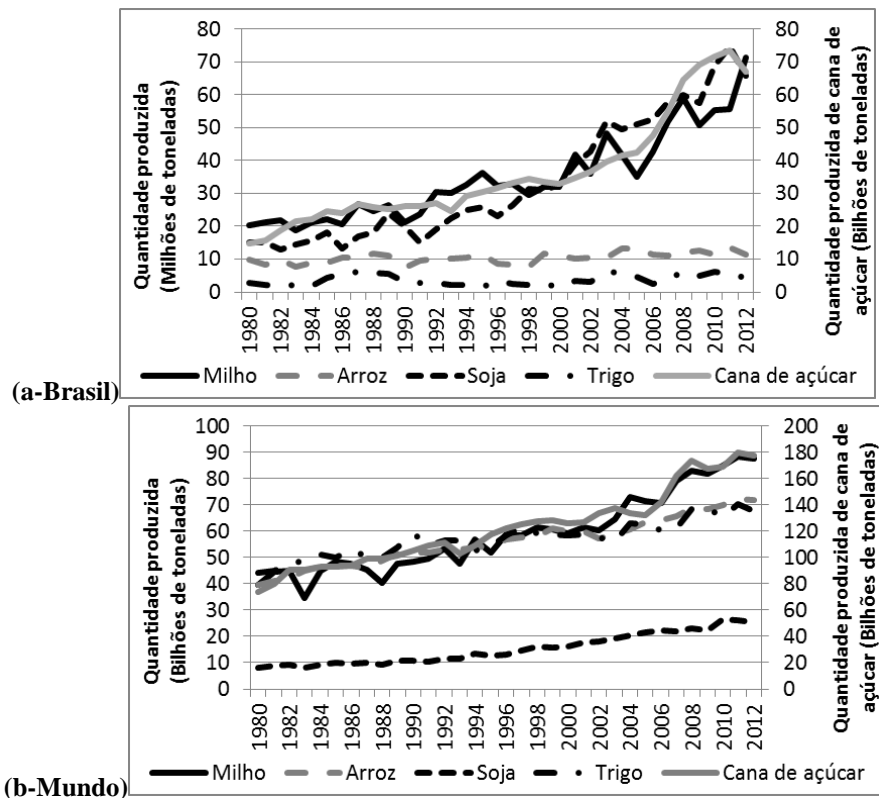
Nos anos de 2007 e 2008, os biocombustíveis foram responsabilizados pelo aumento acentuado dos preços de alimentos básicos no mercado internacional (Figura 1) e todos os biocombustíveis foram indistintamente criticados como opções energéticas não sustentáveis (Ziegler, 2007; Mitchell, 2008).



**Figura 1** – Preços das principais commodities em US\$ dólares por toneladas. Comparativo da evolução dos preços entre Brasil (a) e preço médio mundial (b). **Fonte:** FAO (2012b).

Embora tenha se observado contínuo crescimento da produção mundial das principais commodities alimentícias milho, arroz, soja, trigo e cana de açúcar (Figura 2), não foi suficiente para conter os preços dos alimentos. Este fenômeno não foi acompanhado pela produção brasileira de arroz e trigo, uma vez que estas commodities produzidas no Brasil são apenas para consumo interno e não para exportação.

De 1999 até 2008, tanto a demanda global de energia quanto os preços de combustíveis fósseis têm aumentado continuamente, fazendo com que também aumente a pressão para o desenvolvimento de biocombustíveis como fonte alternativa de energia. Este não foi o caso durante a década de 1990, quando o preço do combustível fóssil era baixo, não permitindo que houvesse viabilidade econômica deste recurso renovável. Este aumento da demanda por biocombustíveis gerou um efeito “crowding-out” (deslocamento) no setor agrícola. Muitos argumentam que os escassos recursos agrícolas estão sendo realocados da produção de alimentos para a produção de biocombustíveis, o que resulta em uma redução na oferta mundial de cereais (Bahel et al., 2013).



**Figura 2** – Quantidade produzida das principais commodities. Comparativo da evolução ao longo do tempo entre a produção brasileira (a) e a produção mundial (b). **Fonte:** FAO (2013b).

A demanda atual e futura de biocombustíveis varia significativamente entre os países e regiões. Direcionadores da demanda incluem fatores como: desenvolvimento econômico, segurança energética, políticas dos governos nacionais sobre alterações climáticas, oportunidades de negócios nos setores de energia e agrícolas, inovação tecnológica no setor automotivo e de transportes e por fim, mas não menos importantes, preocupações sociais e ambientais (Smith et al, 2010; Woods et al, 2010).

Assim, é possível observar que historicamente os países mais desenvolvidos possuem maior demanda e consumo de energia, quando comparados aos países menos desenvolvidos. Na Figura 3, pode-se verificar que o consumo de energia per capita dos Estados Unidos (lido no eixo direito do gráfico) é muito superior aos demais, enquanto os países menos desenvolvidos (de acordo com a classificação das Nações Unidas) possuem consumo muito reduzido de energia, confirmando a percepção de que a demanda de energia está intimamente relacionada ao desenvolvimento econômico do país ou região.

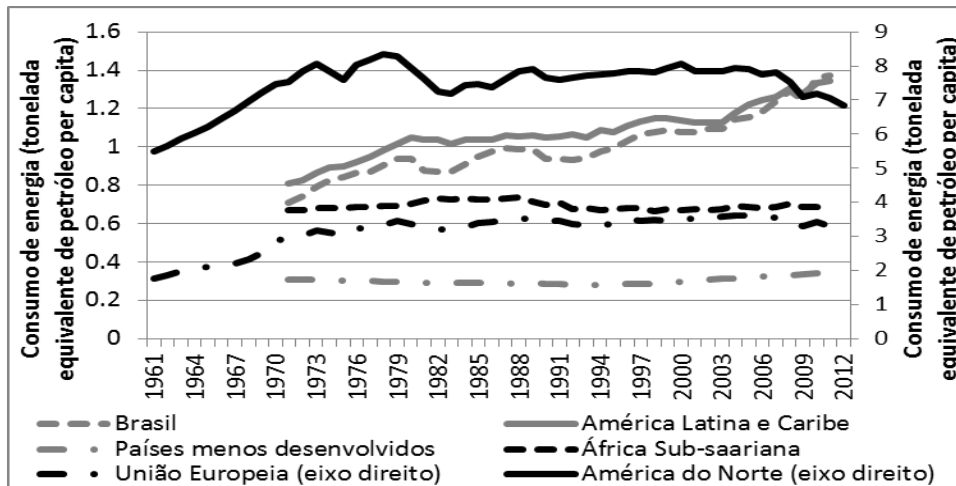


Figura 3 – Consumo de energia per capita em regiões do mundo e no Brasil. Fonte: World Bank (2014)

A razão de 850 milhões de pessoas estarem atualmente em uma zona de fome ou desnutrição crônica (Figura 4), é devido a uma série de pressões e falhas nos sistemas globais de alimentos que, juntos, impossibilitam que pessoas com deficiência nutricional tenham acesso à alimentação nutritiva de forma suficiente, principalmente devido a apresentarem baixos rendimentos, preços elevados dos alimentos, ou ambos. A ligação entre os preços dos alimentos e a quantidade de pessoas com insegurança alimentar é ilustrado nos efeitos dos picos de preços de alimentos de 2008 e 2011 (Figura 1) e ressalta a importância do alimento ser acessível (FAO, 2013).

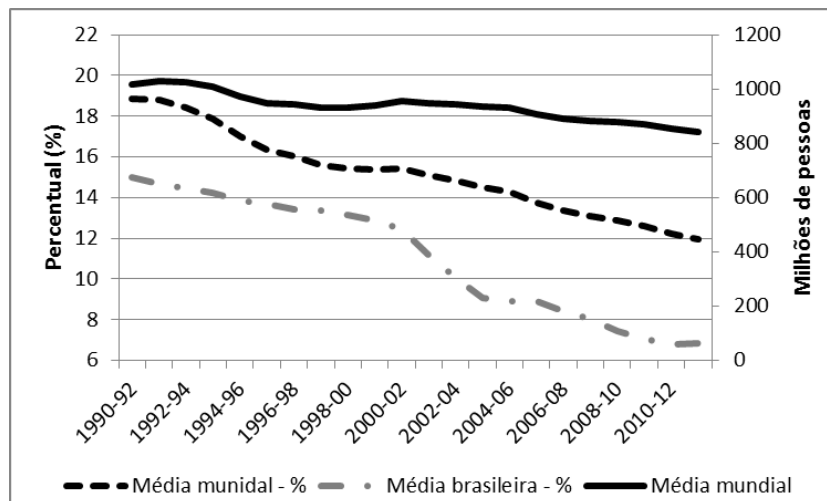


Figura 4 – População mundial e brasileira em situação de fome entre os anos de 1990 e 2012. Fonte: FAO (2013).

O aumento da produção de alimentos continua a ser uma estratégia fundamental no esforço para aliviar a insegurança alimentar global. No entanto este aumento de produção assegurou que no ano de 2010 cerca de 325 kg de grãos foram produzidos per

capita - consideravelmente mais do que os 219 kg de grãos necessários anualmente para atender aos requisitos básicos de energia de 2100 Kcal por dia por pessoa em média (Gregory et al., 2002; Palm et al., 2010; USDA/FAS, 2010). Na verdade, o acesso à alimentação tem sido tão bom para muitos que os níveis crescentes de obesidade já havia se tornado um problema mundial até o final do século passado. Além disso, quando se considera as dimensões da utilização dos alimentos e nutrição, mercados de alimentos nacionais e internacionais precisam apoiar mais do que o acesso à energia nutricional suficiente. Assim, dos 14 minerais essenciais necessários para a uma pessoa saudável, os seres humanos necessitam de pelo menos 11, sendo que um ou mais dentre eles são tipicamente ausentes nas dietas locais de dois terços da população mundial (Fageria et al., 2010).

Além do tamanho da população, os padrões de consumo desempenham um papel crucial na demanda por produtos agrícolas. Padrões de consumo mais abastados, contendo carne, laticínios, frutas e legumes exóticos, bebidas como o café, chá e vinho, necessitam de mais recursos do que os padrões de consumo baseados principalmente em alimentos básicos, como arroz, trigo e soja. Mais de 35% dos cereais produzidos no mundo são atualmente para alimentar o gado (Trostle, 2008) e o consumo de carne influencia fortemente a demanda mundial de cereais.

### **3.1. Biocombustíveis e produção de alimentos: estudos recentes**

Uma vez que as questões decorrentes da introdução de biocombustíveis de forma mundial são relativamente recentes, a literatura econômica sobre o assunto ainda é limitada. Como apontado por Rajagopal e Zilberman (2007) em uma pesquisa política do Banco Mundial, "a literatura ambiental é dominada por uma discussão de compensação de carbono e ganho líquido de energia, enquanto os indicadores relativos ao impacto sobre a saúde humana, a qualidade do solo, da biodiversidade, esgotamento de água, entre outros têm recebido muito menos atenção". Chakravorty et al. (2009) apontam que a maior parte da literatura centra-se na avaliação do ciclo de vida dos biocombustíveis, com a principal conclusão sendo que eles não são neutros em carbono.

Há também uma pequena literatura sobre "alimentos versus combustível", onde o preço do petróleo é exógeno, ou seja, não modifica mediante alterações nos cenários políticos e econômicos. Por exemplo, Hochman et al. (2008) estudaram o efeito de crowding-out dos biocombustíveis no setor agrícola. Eles propõem um modelo de equilíbrio geral de comércio de dois países com a energia como insumo intermediário.

Em seu modelo, consideram duas fontes de energia (fóssil e biocombustível), ambos os setores de alimentos e de biocombustíveis competem por terra e mão de obra. Seus principais resultados sugerem que a liberalização do comércio tende a aumentar a demanda por energia, o que diminui a produção de alimentos e causa perdas em florestas e outras terras não agrícolas. Eles também mostram que mudanças técnicas na produção agrícola, como a biotecnologia e tecnologias de segunda geração de biocombustíveis reduzem essa pressão por disponibilidade de terra.

Chakravorty et al. (2012), por sua vez, realizaram uma análise empírica detalhada dos efeitos de longo prazo sobre os preços dos alimentos com os mandatos obrigatórios de biocombustíveis nos Estados Unidos e na União Europeia, tendo em conta a heterogeneidade regional da qualidade da terra, as preferências dos consumidores e crescimento da população. Uma das suas conclusões é que os temores de uma mudança em grande escala da produção de alimentos para a produção de biocombustíveis e seu efeito posterior sobre os preços dos alimentos pode ser exagerada, já que não há sustentação científica para essa afirmação.

Andrade de Sá et al. (2012) estudaram os impactos diretos e indiretos da produção de etanol sobre o uso do solo, desmatamento e produção de alimentos. Um de seus principais resultados é que a concorrência entre usos rivais da terra aumenta o desmatamento e reduz a produção de alimentos.

Chakravorty et al. (2008) propuseram um modelo de decisões de alocação de terra por um planejador central. Em seu modelo, conforme os recursos esgotáveis se tornam mais escassos, seus preços aumentam, tornando assim os biocombustíveis competitivos. Como consequência, o uso da terra se desloca da produção de alimentos para a produção de energia, o que leva a um aumento do preço dos alimentos. A demanda por energia limpa é modelada através da introdução de um limite exógeno sobre o estoque de carbono na atmosfera, o que leva a um aumento dos preços da energia e acelera a adoção de biocombustíveis.

#### **4. Padrão de consumo de alimentos**

Condições favoráveis à ocorrência de desnutrição e doenças infecciosas têm sido gradativamente substituídas por um cenário propício à epidemia de obesidade e outras doenças crônicas não transmissíveis relacionadas ao consumo excessivo e/ou desbalanceado de alimentos (Institute of Medicine of the National Academies, 2005). A análise da evolução do estado nutricional da população adulta brasileira mostrou que,

enquanto a prevalência de baixo peso declinou, as prevalências de excesso de peso e de obesidade aumentaram continuamente nas últimas décadas (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010).

As escolhas alimentares de uma população são determinadas por um amplo conjunto de variáveis biológicas, demográficas, culturais e econômicas, condicionando de forma concomitante a um processo dinâmico de transformações ao longo do tempo. Embora poucos estudos proponham explicações claras sobre o mecanismo de ação dos diferentes determinantes, reconhece-se que o nível de influência de cada um deles varia de acordo com o estágio de vida entre os indivíduos ou grupos de pessoas (EUFIC – European Food Information Council, 2005).

Existe uma associação entre segurança alimentar, renda e qualidade da dieta, sendo que menor segurança alimentar e renda estão associadas à diminuição da ingestão de variedade de alimentos saudáveis (Drewnowski e Darmon, 2005; Franklin et al., 2012). Na avaliação de decisão de compra de alimentos em regiões pobres, famílias em insegurança alimentar identificam o preço como o fator influenciador mais importante em suas compras (Dachner et al., 2010). Os alimentos ricos em nutrientes (por exemplo, frutas, legumes, cereais integrais, desnatados ou leite com baixo teor de gordura e carnes magras) custam significativamente mais por caloria do que alimentos altamente energéticos, por exemplo: refrigerantes, salgadinhos e doces açucarados, e alimentos embalados e congelados (Drewnowski e Specter, 2004; Rehm et al., 2011; Aggarwal et al., 2012). Para a realidade de países desenvolvidos, como os EUA e França, por exemplo, além do preço, as famílias de baixa renda com crianças dão maior importância à preparação de conveniência e vida de prateleira (Bruening et al., 2012). Por conseguinte, as pessoas com insegurança alimentar consomem mais frequentemente bebidas adoçadas com açúcar, fast food e alimentos altamente energéticos e relatam menor ingestão de frutas e vegetais em comparação com aqueles que experimentam a segurança alimentar (Drewnowski e Darmon, 2005).

De acordo com Bermudez e Tucker (2003), os processos demográficos, tecnológicos e econômicos ocorridos em todo o mundo exerceram forte efeito na disponibilidade de alimentos. Uma grande disparidade surgiu entre os padrões de acesso e consumo de alimentos entre vários grupos populacionais, regiões e países e, particularmente, entre as áreas urbanas e rurais.

Enes e Silva (2009) realizaram um estudo no Brasil, comparando o padrão de consumo dos brasileiros residentes nas regiões Norte e sul do país. Verificou-se uma

relação inversa entre a participação dos carboidratos no valor energético total (VET) e a renda. A contribuição dos lipídios para o VET apresentou tendência de crescimento, de acordo com o aumento da renda. Quanto à participação dos distintos grupos de alimentos no VET, destaca-se a reduzida contribuição energética das frutas, verduras e legumes para praticamente a totalidade dos agrupamentos familiares. Foram identificadas indesejáveis contribuições (consideradas excessivas) dos doces, açúcares e refrigerantes para o VET disponível para as famílias de ambas as regiões estudadas.

A descrição dos padrões dietéticos de uma população deve ser feita preferencialmente por investigação direta do consumo alimentar individual e familiar. Em média a cada seis anos, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realiza um estudo específico que investiga o consumo alimentar familiar em uma amostra do total de domicílios brasileiros nas Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF). Estas pesquisas foram realizadas com dados coletados nos anos 1987-1988, 1995-1996, 2002-2003 e 2008-2009 e se baseia em entrevistas regulares com dados sobre disponibilidade domiciliar de alimentos, possibilitando a caracterização da alimentação da população brasileira. Essas contribuições são valiosas para informações sobre a adequação da composição da dieta familiar, inclusive facilitando comparações específicas sobre o consumo de determinados alimentos (Levy et al., 2012).

Alguns estudos foram realizados utilizando os resultados publicados na POF, como Enes e Silva (2009) relatado anteriormente. O trabalho de Levy-Costa et al. (2005) objetivou descrever a distribuição da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil entre os anos de 1974 e 2003, verificando características positivas no padrão alimentar em todas as regiões e em todas as classes de rendimento, como a adequação do teor proteico das dietas e o elevado aporte relativo de proteínas de alto valor biológico. Características negativas, também disseminadas no país, foram o excesso de açúcar e a presença insuficiente de frutas e hortaliças na dieta. Nas regiões economicamente mais desenvolvidas, no meio urbano e entre famílias com maior rendimento houve também excesso de gorduras em geral e de gorduras saturadas. A evolução nas áreas metropolitanas do País evidenciou declínio no consumo de alimentos básicos, como arroz e feijão, aliados a aumentos de até 400% no consumo de produtos industrializados, como biscoitos, refrigerantes e alimentos congelados, persistência do consumo excessivo de açúcar e insuficiente de frutas e hortaliças e aumento no teor da dieta em gorduras em geral e gorduras saturadas.

Estudo similar foi realizado por Levy et al. (2012), englobando os dados da POF referentes a 2008-2009. Verificou-se similaridade de padrão comparado aos anos anteriores, sendo que o teor proteico da disponibilidade alimentar mostrou-se adequado em todos os estratos regionais e econômicos e observou-se excesso de açúcares livres e de gorduras em todas as regiões, especialmente nas regiões Sul e Sudeste (mais desenvolvidas do país). A proporção de gorduras saturadas foi elevada no meio urbano e consistente com a maior participação de produtos de origem animal. A presença insuficiente de frutas, legumes e verduras foi comum a todas as regiões e a intensificação do teor de gorduras e diminuição do teor de carboidratos da dieta foram observadas com o aumento da renda.

## **5. Impactos econômicos dos biocombustíveis no Brasil**

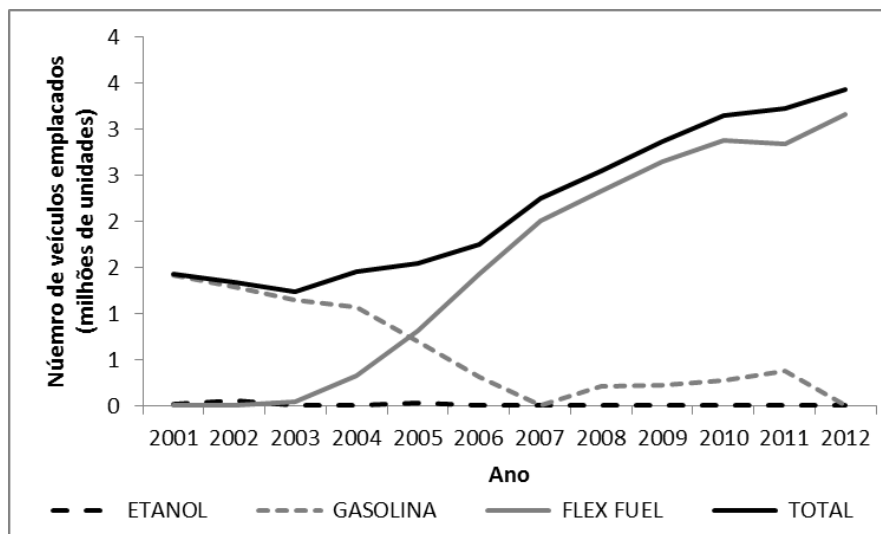
A volatilidade dos preços mundiais de petróleo, a insegurança do fornecimento de energia e as preocupações globais de mudanças climáticas são as principais forças direcionadoras à busca de alternativas aos combustíveis fósseis, que são responsáveis por 80% da oferta global de energia. O setor de transportes é suprido principalmente por combustíveis fósseis e biocombustíveis líquidos. O etanol produzido a partir da cana de açúcar, milho e outros cereais, e o biodiesel obtido a partir de oleaginosas, representam 2,4% do combustível consumido por este setor (IEA, 2011).

No Brasil, foram consumidos 129,7 bilhões de litros de combustível em 2012, 6,1% a mais do que no ano anterior. A participação dos combustíveis renováveis – etanol e biodiesel – no total da matriz de combustíveis para transportes alcançou 15,0%. O consumo de combustíveis para transportes aumentou 7,2%, o que reflete o aquecimento da economia no ano passado (EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2013).

### **5.1. Etanol combustível**

O Programa Brasileiro de Incentivo à Produção de Etanol Combustível (ProÁlcool) foi lançado em novembro de 1975, incentivando a substituição da gasolina pelo etanol nos veículos automotores. O declínio dos preços do petróleo que se seguiu até 1985 levou a um retrocesso na difusão do etanol combustível. As vendas de veículos movidos a etanol caiu para 1% no fim de 1990 e a sobrevalorização da moeda brasileira (1994-1999) levou ao aumento dos custos de produção de etanol, frente aos combustíveis de petróleo (La Rovere et al., 2011).

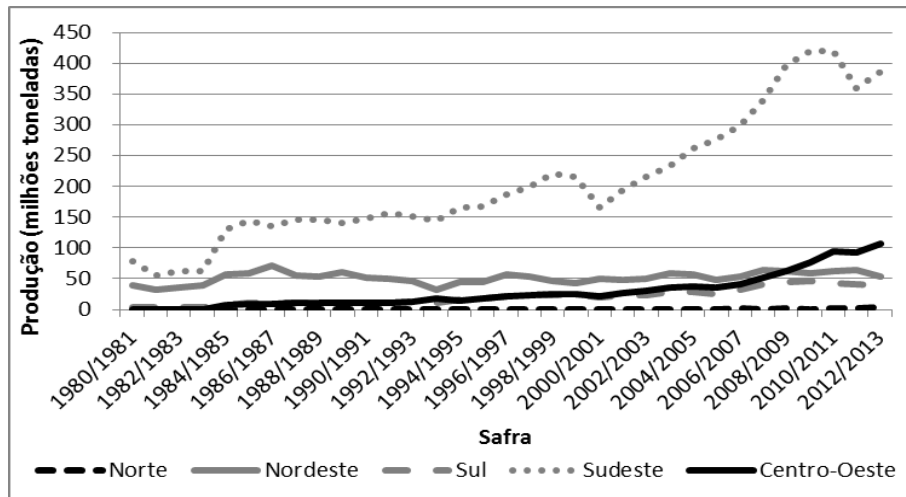
O aumento dos preços do petróleo, que caracterizou o período 2003-2008 trouxe o etanol de volta ao seu sucesso inicial, permitindo que se tornasse mais uma vez uma alternativa ao petróleo. Além disso, a introdução da tecnologia dos motores Flex-Fuel, que permite o funcionamento com gasolina e/ou etanol, contribuiu para este ressurgimento (Colares, 2008). Como pode ser observado na Figura 5, a tendência tem sido de crescimento constante do número de veículos total e veículos flex fuel emplacados no país.



**Figura 5** - Número de veículos automotores emplacados no Brasil por tipo de combustível entre os anos de 2002 e 2012. **Fonte:** União das Indústrias de Cana-de-açúcar – UNICA (2013).

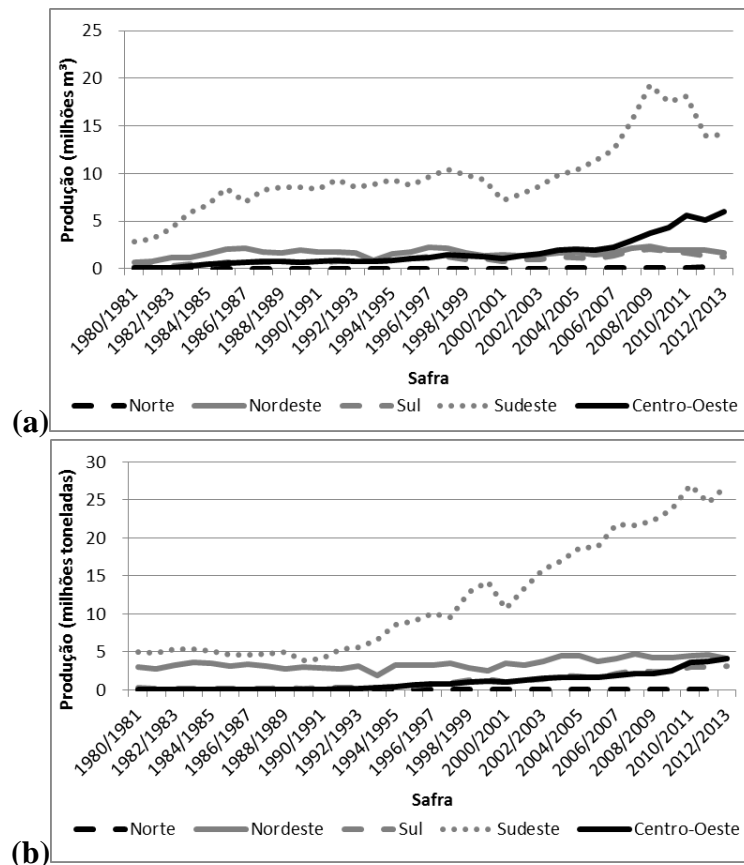
Kohlhepp (2010) relatou que o comportamento do mercado consumidor de etanol pode influenciar cada vez mais o aumento do preço do álcool hidratado para os próximos anos. Dessa forma, o mercado interno tem-se tornado o principal responsável por fortalecer o setor sucroenergético.

Conforme pode ser observado na Figura 6, a produção de cana de açúcar tem crescido continuamente ao longo das últimas três décadas, desde o surgimento e fortalecimento do programa Pró Álcool, sendo expressivo o crescimento da produção na região Sudeste do País com leve crescimento na região Centro Oeste, principalmente após o ano de 2005.



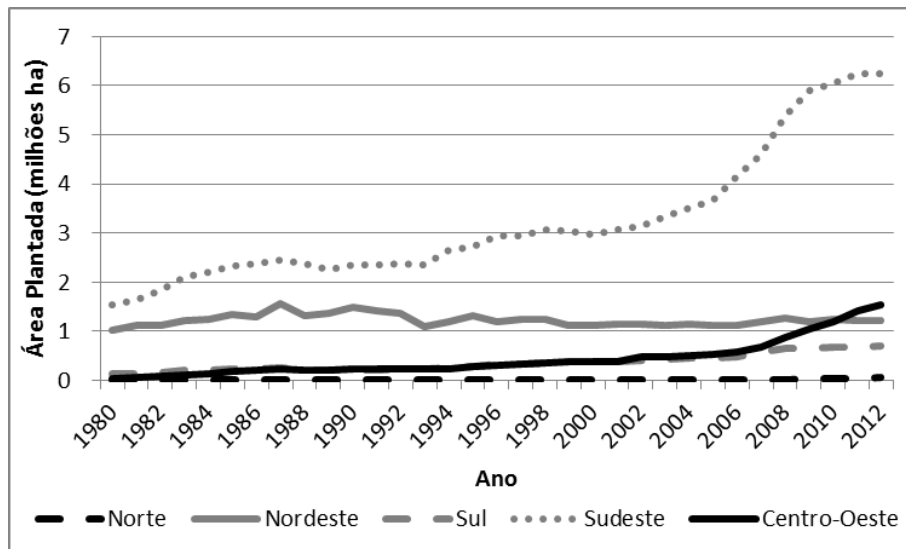
**Figura 6** – Produção de cana de açúcar nas Grandes Regiões do Brasil entre os anos de 1980 e 2013. **Fonte:** UNICA (2014)

O crescimento da produção de cana de açúcar apresentado não foi devido apenas ao etanol (Figura 7a), mas também ao aumento da produção de açúcar (Figura 7b), uma vez que o Brasil é um grande exportador desta commodity. Assim, o mercado de etanol apresentou crescimento mais pronunciado a partir do ano de 2004, como reação à elevação de preços do petróleo neste período até o ano de 2008, mas não recuou devido à evolução no número de automóveis flex fuel vendidos no país.



**Figura 7** – Produção de etanol (a) e açúcar (b) nas Grandes Regiões do Brasil entre os anos de 1980 e 2013. **Fonte:** UNICA (2014).

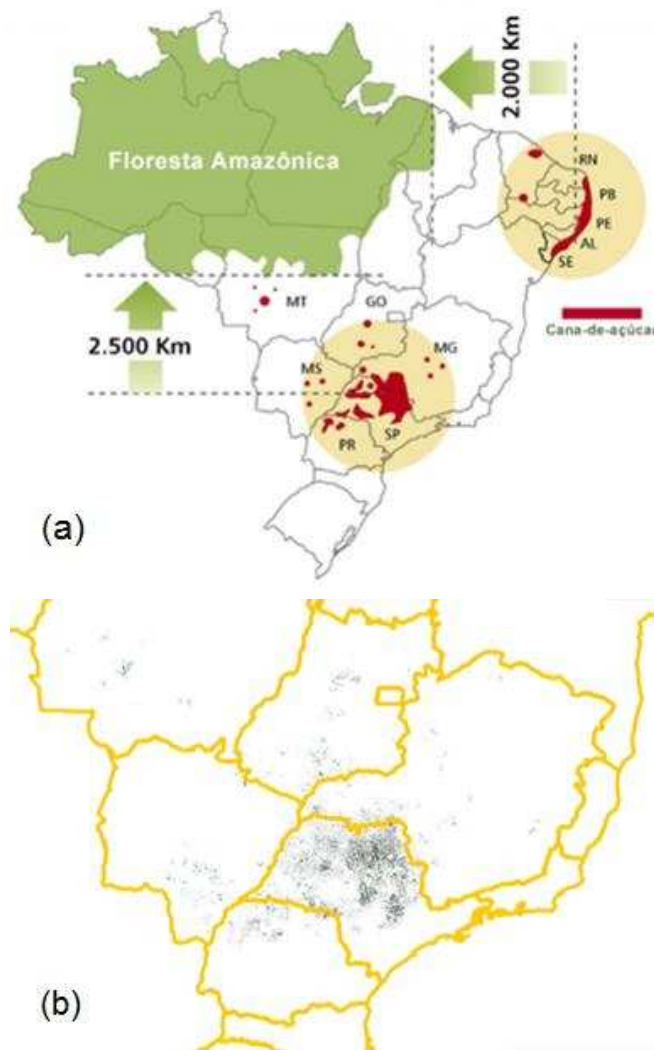
Desta forma, com o aumento de produção de cana de açúcar, a região Sudeste se destaca como a região com maior crescimento em área plantada desta cultura. A região Nordeste apresentou leve redução, enquanto a área destinada à cana de açúcar na região Centro Oeste aumentou ao longo do tempo (Figura 8).



**Figura 8** – Área plantada de cana de açúcar nas Grandes Regiões do Brasil entre os anos de 1980 e 2013. Fonte: UNICA (2014)

O mapa de produção de cana de açúcar (Figura 9) demonstra que o grande crescimento de área destinada à cana de açúcar na região Sudeste se concentra no centro-norte e noroeste do estado de São Paulo e Triângulo Mineiro. Este efeito é devido à maior aptidão das terras destas regiões para produção de cana de açúcar, o que pode causar a substituição de culturas que outrora eram cultivadas nesta região, podendo causar um desequilíbrio ambiental e de consumo nestes locais.

A capacidade nominal de moagem das usinas é de cerca de 780 milhões de toneladas de cana de açúcar, considerando os dias efetivos de operação registrados na safra 2011/12 em cada estado produtor. Portanto, adotando a moagem realizada na safra 2012/13, que foi de aproximadamente 590 milhões de toneladas, a taxa de ocupação da indústria sucroalcooleira foi de 76% (CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, 2013). No curto prazo, a expansão da produção de cana e a utilização da capacidade ociosa das usinas existentes poderão mitigar os problemas da oferta. Mas, no médio e longo prazos, torna-se necessária a retomada dos investimentos em novas usinas, para acompanhar o aumento de demanda potencial deste segmento.



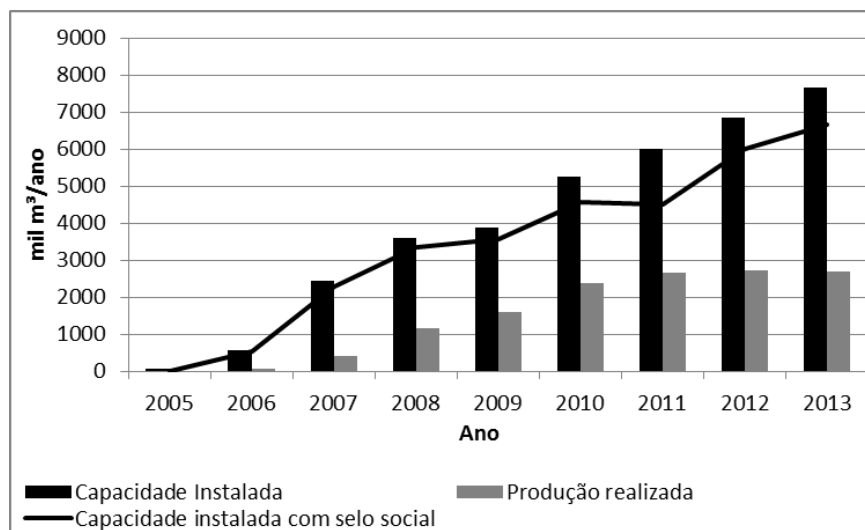
**Figura 9** – Mapa da produção de cana de açúcar do ano de 2008 (a), com destaque na cor vermelha para locais onde há cultivo, e 2013 (b), com destaque em preto para os locais onde há cultivo. **Fonte:** ÚNICA (2008) e Canasat (2014).

Eventualmente, tornou-se claro que a produção de etanol a partir da cana de açúcar no Brasil tem apresentado desempenho muito mais atrativo quando comparado com o etanol de milho nos EUA, mas, de acordo com La Rovere e Obermaier (2009), ainda restam algumas preocupações envolvendo este tema, tais como: i) a contribuição do cultivo de matéria-prima para o desmatamento de florestas tropicais; ii) a competição entre biocombustíveis e culturas alimentares para a terra fértil, levando a aumentos nos preços dos alimentos básicos e afetando a segurança alimentar das populações mais pobres; e iii) a eficácia dos biocombustíveis contra as alterações climáticas, onde as emissões de gases de efeito estufa resultantes da produção e utilização de biocombustíveis pode variar muito em função da liberação do carbono armazenado nos solos e na vegetação e, assim como a remoção da cobertura vegetal para a sua produção.

## 5.2. Biodiesel

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) foi instituído em dezembro de 2004, por meio do Decreto de 23 de dezembro de 2003, visando a inserir o biodiesel na matriz energética brasileira, sendo efetivado pela Lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005. O programa tem como objetivos principais ser sustentável técnica e economicamente, com políticas de inclusão social, desenvolvimento regional e geração de emprego e renda (Brasil, 2005).

É possível observar o crescimento contínuo da produção de biodiesel no Brasil (Figura 10), sendo apoiado pelo PNPB. Embora haja crescimento da produção, a disponibilidade de capacidade instalada ainda é muito superior, uma vez que os produtores esperam aumentos gradativos de incorporação do biodiesel ao diesel do petróleo. Mediante esta capacidade ociosa, os possíveis aumentos de demanda podem ser supridos de forma quase instantânea. Se houver produção agrícola disponível.



**Figura 10** – Capacidade instalada para produção de biodiesel e produção realizada no Brasil entre os anos de 2005 e novembro de 2013. **Fonte:** MME - Ministério de Minas e Energia (2014)

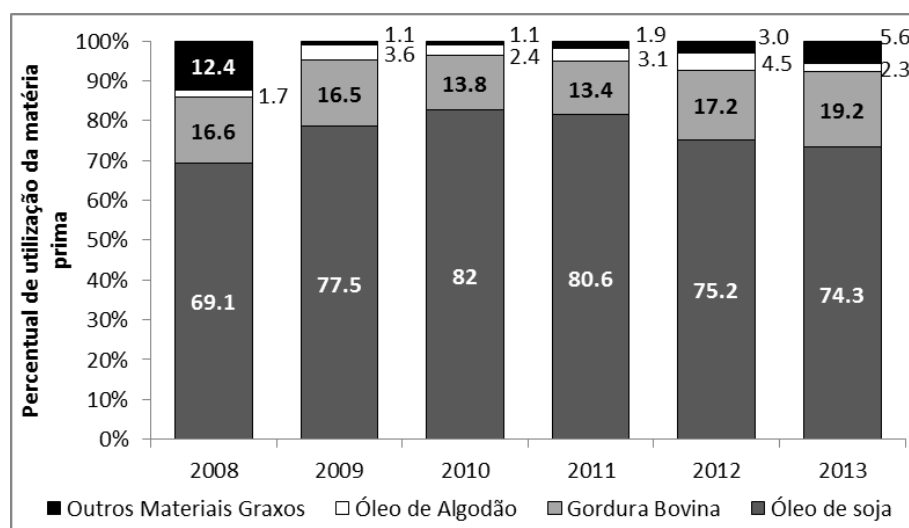
De toda a capacidade instalada para produção de biodiesel, há maior concentração de usinas na região Centro Oeste, com 44 % da capacidade instalada do Brasil, seguida pela região Sul, com 35 % (Tabela 1). Assim, embora na região Sudeste grande parte da matéria prima destinada à produção de biodiesel ser o sebo bovino, este não é tão representativo quanto o óleo de soja, que é a matéria prima principal nas regiões Sul e Centro Oeste, elevando a necessidade de produções cada vez maiores deste grão para suprir a produção de biodiesel no país (Figura 11).

**Tabela 1** – Capacidade instalada para produção de biodiesel nas Grandes Regiões do Brasil em dezembro de 2013.

Região	Nº de usinas	Capacidade instalada	
		Mil m <sup>3</sup> por ano	%
Norte	3	191	3
Nordeste	3	456	6
Centro Oeste	28	3302	44
Sudeste	11	929	12
Sul	13	2626	35
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>7504</b>	<b>100</b>

Fonte: MME (2014)

Segundo Mendes e Costa (2010), o preço do biodiesel está altamente relacionado aos preços do óleo de soja e do sebo de boi, assim devido à reduzida disponibilidade de outras oleaginosas e também pela escala de produção, o preço do biodiesel tende a oscilar fortemente de acordo com as matérias-primas que possuem maior participação em sua produção.



**Figura 11** – Matérias Primas utilizadas para produção de biodiesel, considerando média anual. Fonte: MME (2014).

Devido à introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, diferentes efeitos estruturais aconteceram na economia brasileira, alguns positivos, como o desenvolvimento tecnológico e regional, e outros negativos, como elevação da inflação devido à introdução do biodiesel ao diesel do petróleo. Porém, o efeito global se mostra extremamente favorável à utilização do biodiesel. A produção e utilização do biodiesel reduz a necessidade de importação de óleo diesel mineral, bem como traz efeitos positivos na produção dos produtos da cadeia da soja, como por exemplo, o aumento na produção e exportação do farelo de soja, o que proporciona um aumento do PIB. Assim,

de acordo com os resultados apresentados pela pesquisa, a redução do PIB devido à inflação e à redução da produção de óleo de soja foi menor do que o aumento devido à redução da importação de óleo diesel e à produção de farelo, com saldo final positivo em R\$ 12 bilhões. Além de promover a criação de quase 100 mil empregos até o ano de 2012, mostrando que a produção de biodiesel se mostra viável economicamente no Brasil, mesmo com preço final superior ao preço do diesel (APROBIO, 2012).

Embora a expansão do mercado mundial dos biocombustíveis tenha diversos aspectos positivos, algumas preocupações têm sido apresentadas sobre a sua sustentabilidade efetiva. Algumas questões recorrentes são: o potencial impacto dos biocombustíveis sobre a segurança alimentar e os preços das commodities agrícolas, a redução efetiva de gases de efeito estufa (GEE) na cadeia de produção e os impactos sociais e ambientais em termos de desmatamento, monocultura, esgotamento dos recursos hídricos e condições de trabalho. Neste contexto, vários estudos têm avaliado as vantagens dos biocombustíveis em relação aos substitutos de combustíveis fósseis, mostrando a grande influência de onde e como o biocombustível é produzido e utilizado (Msangi et al, 2006;. Charlemann e Laurence, 2008;. Escobar et al, 2009 , Rosillo-Calle e Johnson, 2010).

## **6. Avaliações quantitativas em segurança alimentar e biocombustíveis**

Grande parte dos estudos realizados sobre os efeitos dos biocombustíveis na segurança alimentar estão relacionados ao preço dos alimentos e ao uso da terra disponível para agricultura em diversos países (High Level Panel of Experts - HLPE, 2013).

Uma série de fatores foi apresentada nos estudos que já foram dedicados ao tema das causas impulsionadoras do aumento dos preços dos alimentos, que incluem o aumento da demanda, combinada com a mudança da dieta para proteína animal nas grandes economias emergentes, a influência da gestão de cereais da China, eventos climáticos nos principais países exportadores, desaceleração do crescimento da produtividade agrícola, o impacto dos preços elevados do petróleo para combustível agrícola e os custos dos insumos e da especulação (HLPE, 2011). Mas a demanda vertiginosamente crescente para a produção de biocombustíveis foi identificada como um fator importante por muitos pesquisadores e uma ampla gama de organizações, como o Banco Mundial.

Embora não haja um consenso geral de que os biocombustíveis provocam um aumento dos preços das commodities de alimentos, a controvérsia ainda persiste sobre a extensão deste impacto e seu papel na condução e volatilidade dos preços. Abbott (2012) descreve cinco características que elucidam por que a análise do relacionamento existente entre os biocombustíveis, os aumentos de preços de alimentos e a segurança alimentar é particularmente difícil e, por isso, o debate e a controvérsia estão ainda muito ativos dentro da comunidade científica, os quais são:

- i)** Distanciamento geográfico dos impactos em relação aos causadores, uma vez que a maior parte da produção de biocombustíveis ocorre em países que apresentam segurança alimentar, como EUA, Europa e Brasil. O efeito dos biocombustíveis sobre a segurança alimentar nos países em situação de insegurança alimentar é principalmente realizado por meio da transmissão de alta dos preços internacionais nos mercados locais, na maior parte das vezes de forma assimétrica e com um intervalo de tempo.
- ii)** Novos contextos e dimensões internacionais, com o aumento da produção de biocombustíveis em diversos países e utilizando diferentes matérias-primas para produção. Assim, qualquer extrapolação dos resultados de um mercado para outro é difícil. O desafio vem de um desequilíbrio entre a literatura disponível sobre biocombustíveis e os preços dos alimentos (com foco quase único no etanol à base de milho dos EUA e biodiesel na UE).
- iii)** O desafio de avaliar conjuntamente os efeitos de curto e longo prazo. Embora fortes aumentos de preços em curto prazo podem ter graves efeitos negativos para a segurança alimentar, em longo prazo estes podem estimular o investimento agrícola, fortalecer os rendimentos e aumentar o emprego rural.
- iv)** Há muitos fatores que desempenham papel importante no sistema de preços de alimentos. Mesmo estudos sobre os efeitos dos biocombustíveis aliados a outros fatores, como o estudo inovador realizado por Lagi et al. (2011), combinando biocombustíveis e especulação, raramente são suficientemente abrangentes para delimitar e isolar conclusões relativas ao relacionamento entre biocombustíveis e preços dos alimentos
- v)** O impacto dos biocombustíveis sobre o consumo alimentar da população mais pobre não depende somente da força do aumento de preços. Na verdade, o aumento dos preços de produtos que naturalmente são mais baratos podem esconder um impacto sobre a fome, uma vez que um pequeno efeito sobre o preço pode refletir uma

grande redução no consumo de alimentos, podendo ser confundidos ou mal interpretados como um baixo impacto dos biocombustíveis.

Há alguns estudos que incluem desde modelos econômicos mais simples (Gorter et al., 2013) a mais complexos (Drabik, 2011), ou cálculos de elasticidade que foram projetados especificamente para analisar o papel dos biocombustíveis no aumento do preço dos alimentos, mas que variam muito de abordagem (Baier et al., 2009; Roberts e Schlenker, 2010). Outro grupo de abordagens concentra-se principalmente nas mudanças de fatores da oferta e da demanda desde o ano de 2005, para analisar o que poderia justificar o aumento dos preços (Alexandratos, 2008; Abbott, 2010).

Há também trabalhos que visam estimar as consequências econômicas dos biocombustíveis utilizando vários modelos agrícolas mundiais, baseados no Equilíbrio Geral Computável (Timilsina et al., 2012) e também no modelo IMPACT (Tokgoz et al., 2012). Além destas abordagens, alguns estudos utilizam essencialmente métodos estatísticos para analisar as relações entre os preços dos alimentos e outros fatores, como os preços do petróleo e do etanol, por meio de modelos de séries temporais (Mallory et al., 2012; Vacha et al., 2013; Zhang et al., 2009)

## **7. Redes Neurais Artificiais (RNA's)**

As RNA's procuram reproduzir o modo de raciocínio do cérebro humano – portanto o nome “neural”. São constituídas por uma série de neurônios artificiais que simulam os neurônios biológicos, os quais operam de forma paralela e distribuída, adquirindo conhecimento por meio da experiência e sendo utilizadas para resolver muitos problemas complexos do mundo real (Baughman e Liu, 1995).

Segundo Braga et al. (2000), uma rede neural consiste em uma função matemática complexa (normalmente não-linear) que computa uma ou mais saídas (variáveis dependentes), com base em um conjunto de variáveis de entrada (variáveis independentes). Para que esse processo ocorra, a rede deve passar por uma fase de aprendizagem, por meio da apresentação de dados completos (entradas e saídas), dos quais a rede extrai as informações necessárias para posteriormente gerar respostas corretas para o problema a ser modelado, o que leva a uma generalização da informação armazenada.

De acordo com Baughman e Liu (1995) os principais constituintes de um neurônio artificial são:

Entradas e saídas: Cada neurônio manipula as entradas (informações fornecidas) e calcula a saída (informação desejada), que pode ser parte da entrada para outros neurônios.

Fatores pesos: São valores ajustáveis e que são associados com as conexões entre os neurônios em uma rede neural, atuando como um dos fatores que determinam a saída do neurônio. Esses valores podem ser positivos ou negativos, dependendo se as sinapses correspondentes são inibitórias ou excitatórias.

Funções de transferência ou ativação: É um fator importante, que governa a saída do neurônio. Esta função de ativação irá disparar ou não a saída proveniente de um neurônio, dependendo do valor da soma ponderada de suas entradas. A função de ativação define a saída do neurônio em termos do potencial de ativação, sendo que as mais comumente utilizadas são: sigmoideal, tangente hiperbólica, gaussiana e linear.

Para que se possa desenvolver uma rede neural com diversos nós interconectados, é necessário que se defina inicialmente sua arquitetura e topologia. O planejamento da arquitetura de uma rede neural trata-se de uma etapa muito importante na sua concepção, uma vez que é ela quem vai restringir o tipo de problema que pode ser solucionado pela rede.

O termo arquitetura de uma RNA refere-se ao número de camadas que esta apresenta, bem como à quantidade de nós presentes em cada camada. Já a topologia define o tipo de conexão existente entre os nós (Braga et al., 2000). Estes pesquisadores classificam a arquitetura das RNA's em duas categorias, quanto ao número de camadas: Redes de camada única, ou seja, só existe um nó entre qualquer entrada e qualquer saída da rede; Redes de múltiplas camadas, ou seja, existe mais de um neurônio entre alguma entrada e alguma saída da rede. Assim, elas possuem uma ou mais camadas denominadas ocultas ou escondidas.

Em relação às conexões, estas podem se apresentar de três formas (Baughman e Liu, 1995): i) Conexões intracamada, em que as saídas de um nó alimentam outro nó da mesma camada; ii) Conexões intercamadas, em que as saídas de um nó alimentam nós de outra camada; iii) Conexões recorrentes, em que as saídas de um nó são consideradas como novas informações de entrada.

A especificação da quantidade de neurônios e do número de camadas presentes na rede pode variar de acordo com a necessidade do problema envolvido. Cybenko (1989) verificou que redes com duas camadas intermediárias podem ser utilizadas para representar qualquer função, seja ela linearmente separável ou não.

Assim, diversos pesquisadores têm utilizado as técnicas de RNA para diferentes aplicações, nas mais variadas áreas do conhecimento. As aplicações mais comuns desta técnica são para predição de valores, em substituição a técnicas estatísticas de modelos de regressão lineares e não lineares, e classificação ou reconhecimento de padrões, em substituição às técnicas de análise discriminante com funções lineares ou não lineares (Marini, 2009; Schmidhuber, 2014).

Kupusinac et al. (2014) realizaram um estudo para predição do índice de gordura corporal, com base no gênero, idade e índice de massa corporal, por meio de RNA. A pesquisa foi feita com 2755 pessoas, sendo 1332 mulheres e 1423 homens, com idade entre 18 e 88 anos e IMC entre 16,6 e 64,6 kg/m<sup>2</sup>. A RNA permitiu melhor precisão do que equações matemáticas comumente utilizadas para este fim.

Não foram encontrados na literatura trabalhos que utilizaram esta técnica para avaliação de índices de segurança alimentar de uma população, mostrando um potencial de melhoria nas medidas atualmente realizadas nesta área do conhecimento.

## **8. Considerações Finais**

A segurança alimentar tem sido amplamente discutida em praticamente todos os países ao redor do mundo. Há definições e conceitos aceitos mundialmente, principalmente aqueles definidos pela FAO. Porém, as medidas realizadas ainda precisam de melhorias e padronizações, pois uma medida com um mesmo nome e definição pode ser entendida de forma diferente de acordo com quem realiza a pesquisa.

Além deste aspecto, há lacunas a serem preenchidas em relação a medidas quantitativas que possam auxiliar a classificação de países ou regiões, em níveis de segurança alimentar. Desta forma, diversos pesquisadores têm procurado associar a segurança alimentar ao preço dos alimentos disponíveis aos consumidores, o que não é necessariamente uma relação direta, pois despreza fatores importantes como renda, cultura e poder de compra que podem ser modificados ao longo do tempo.

Ainda pode-se destacar que em muitos casos a produção de biocombustíveis é um fator perturbador para a segurança alimentar de um país ou região, uma vez que a matéria prima para produção destes é, normalmente, a mesma utilizada para alimentação humana. Desta forma, há estudos que comprovam a melhoria da segurança alimentar, enquanto outros que comprovam o aumento da insegurança alimentar pela inserção ou fortalecimento dos biocombustíveis na matriz energética de um país. Portanto, não há uma regra geral para categorizar os fatores influenciadores da

segurança alimentar, de modo que as variáveis influenciadoras são diferentes entre as regiões e espaço temporal.

### Referências Bibliográficas

Abbott, P. (2010) Stabilization policies in developing countries after the 2007-08 Crisis. In: Global Forum on Agriculture, OECD Headquarters, Paris.

Abbott, P. (2012) Biofuels, binding constraints and agricultural commodity price volatility. In: NBER conference on “Economics of Food Price Volatility”, Seattle, USA.

Aggarwal, A.; Monsivais, P.; Drewnowski, A. (2012) Nutrient intakes linked to better health outcomes are associated with higher diet costs in the US. *Plos One*, 7, e37533.

Alexandratos, N. (2008) Food price surges: possible causes, past experiences and relevance for exploring long-term prospects. *Population and Development Review*, 34 (4), 663–697.

Ali, T.; Huang, J.; Yang, J. (2013) Impact assessment of global and national biofuels developments on agriculture in Pakistan. *Applied Energy*, 104, 466–474.

Andrade de Sá, A.; Palmer, C.; Engel, S. (2012) Ethanol production, food and forests. *Environmental and Resource Economics*, 51, 1–21.

APROBIO – Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil (2012) Impactos socioeconômicos da indústria de biodiesel no Brasil. FIPE - São Paulo.

Bahel, E.; Marrouch, W.; Gaudet, G. (2013) The economics of oil, biofuel and food commodities. *Resource and Energy Economics*, 35, 599–617.

Baier, S.; Clements, M.; Griffiths, C.; Ihrig, J. (2009) Biofuels impact on crop and food prices: using an interactive spreadsheet. International Finance Discussion Papers No. 967, Board of Governors of the Federal Reserve System, World Bank.

Barrett, C. B. (2010) Measuring food insecurity. *Science*, 327, 825–828.

Baughman, D. R.; Liu, Y. A. (1995) Neural Networks in Bioprocessing and Chemical Engineering. Academic Press, San Diego, CA.

Becquey, E.; Martin-Prevel, Y.; Traissac, P.; Dembélé, B.; Bambara, A.; Delpeuch, F. (2010) The household food insecurity access scale and an index-member dietary diversity score contribute valid and complementary information on household food insecurity in an urban West-African setting. *Journal of Nutrition*, 140, 2233–2240.

Bermudez, O. I.; Tucker, K. L. (2003) Trends in dietary patterns of Latin American populations. *Cadernos de Saúde Pública*, 19 (Supl 1), S87-S99.

Braga, A. P.; Carvalho, A. P. L. F.; Ludemir, T. B. (2000) Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações. Editora LTC.

Brasil (2005) Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.

Bruening, M.; MacLehose, R.; Loth, K.; Story, M.; Neumark-Sztainer, D. (2012) Feeding a family in a recession: food insecurity among Minnesota parents. *American Journal of Public Health*, 102, 520-526.

Canasat (2014) – Mapa da produção de cana – Área. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat>. Acesso em 17 jan. 2014.

Carletto, C.; Zezza, A.; Banerjee, R. (2013) Towards better measurement of household food security: Harmonizing indicators and the role of household surveys. *Global Food Security*, 2, 30–40.

Chakravorty, U.; Magné, B.; Moreaux, M. (2008). A dynamic model of food and clean energy. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32, 1181–1283.

Chakravorty, U.; Hubert, M.; Nostbakken, L. (2009) Fuel versus food. *Annual Review of Resource Economics*, 1, 23.1–23.19.

- Chakravorty, U.; Hubert, M.; Moreaux, M.; Nostbakken, L. (2012) The long run impact of biofuels on food prices. CESifo Working Paper No. 3876, Ludwig-Maximilians-Universität Munich.
- Charlemann, J. P. W.; Laurence, W. F. (2008) How green are biofuels? *Science*, 319, 43–44.
- Coates, J. (2013) Build it back better: Deconstructing food security for improved measurement and action. *Global Food Security*, 2, 188–194.
- Colares, J. (2008) A brief history of Brazilian Biofuel Legislation. *Syracuse Journal of International Law and Commerce*, 35 (2).
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2013) Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar - safra 2012/2013 - Terceiro Levantamento. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_12\\_12\\_10\\_34\\_43\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_12\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_12_12_10_34_43_boletim_cana_portugues_12_2012.pdf). Acesso em 28 de novembro de 2013.
- Cybenko, G.V. (1989) *Mathematics of control, Signals Systems*, 2, 303–314.
- Dachner, N.; Ricciuto, L.; Kirkpatrick, S. I.; Tarasuk, V. (2010) Food purchasing and food insecurity among low-income families in Toronto. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*, 71, e50-e56.
- de Haen, H.; Klasen, S.; Qaim, M. (2011) What do we really know? Metrics for food insecurity and undernutrition. *Food Policy*, 36 (6), 760–769.
- Drabik, D. (2012) The theory of biofuel policy and food grain prices. Working Paper WP 2011-20. Cornell University, USA (Updated 24 March 2012).
- Drewnowski, A.; Darmon, N. (2005) Food choices and diet costs: an economic analysis. *Journal of Nutrition*, 135, 900-904.
- Drewnowski, A.; Specter, S. E. (2004) Poverty and obesity: the role of energy density and energy costs. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 6-16.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética (2013) Balanço energético nacional 2013: Relatório de síntese. Rio de Janeiro.
- Elbers, C.; Lanjouw, J. O.; Lanjouw, P. (2001) Welfare in villages and towns: microlevel estimation of poverty and inequality. Mimeo, Development Research Group - DECRG, World Bank, Washington, DC.
- Enes, C. C.; Silva, M. V. (2009) Disponibilidade de energia e nutrientes nos domicílios: o contraste entre as regiões Norte e Sul do Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, 14 (4), 1267-1276.
- Escobar, J. C.; Lora, E. S.; Venturini, O. J.; Yáñez, E. E.; Castillo, E. F.; Almazan, O. (2009) Biofuels: environment, technology and food security. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1275–1287.
- EUFIC – European Food Information Council (2005) The determinants of choice. *EUFIC Review*, 04/2005.
- Ewing, M.; Msangi, S. (2009) Biofuels production in developing countries: assessing tradeoffs in welfare and food security. *Environmental Science and Policy*, 12, 520-528.
- Fageria, N. K.; Baligar, V. C.; Jones, C. A. (2010) *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*. 3 ed. Boca Raton: CRC Press.
- FAO – Food and Agricultural Organization (1996) *The sixth world food survey*. Roma, Itália.
- \_\_\_\_ (2010) *Bioenergy and Food Security - The BEFS Analytical Framework*. Environment and Natural Resources Management Series 16, Roma, Itália.
- \_\_\_\_ (2012) *A Compilation of Tools and Methodologies to Assess the Sustainability of Modern Bioenergy*. Environment and natural resources management working paper 51, Roma, Itália.
- \_\_\_\_ (2012b) FAOSTAT – Producer Prices – Annual. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/P/PP/E>. Acesso em: 01 fev. 2014.
- \_\_\_\_ (2013) *The State of Food Insecurity in the World 2013 (SOFI): The multiple dimensions of food security*. Roma, Itália.
- \_\_\_\_ (2013b) FAOSTAT – Production – Crops. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>. Acesso em: 01 fev. 2014.

- Feng, H.; Babcock, B. A. (2008) Impacts of Ethanol on Planted Acreage in Market Equilibrium. Center for Agricultural and Rural Development, Working Paper 08-WP 472, Iowa State University.
- Franklin, B.; Jones, A.; Love, D.; Puckett, S.; Macklin, J.; White-Means, S. (2012) Exploring mediators of food insecurity and obesity: a review of recent literature. *Journal of Community Health*, 37, 253-264.
- Gorter, H.; Drabik, D.; Just, D.R. (2013) Biofuel policies and food grain commodity prices 2006-2012: All boom and no bust?. *AgBioForum – The Journal of Agrobiotechnology Management & Economics*, 16 (1), 1–13.
- Gregory P. J.; Ingram, J. S. I.; Andersson, R. Betts, R. A.; Brovkin, V.; Chase, T. N.; Grace, P. R.; Gray, A. J.; Hamilton, N.; Hardy, T. B. (2002) Environmental consequences of alternative practices for intensifying crop production. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88, 279-290.
- Hamilton, W. L.; Cook, J. T.; Thompson, W. W.; Buron, L. F.; Frongillo, E. A. Olson, C. M.; Wehler, C. A. (1997) Household Food Security in the United States in 1995: Technical Report of the Food Security Measurement Project. Report prepared for the USDA, Food Consumer Service, Alexandria, VA.
- Hentschel, J.; Lanjouw, J. O.; Lanjouw, P.; Poggi, J. (2000) Combining census and survey data to trace spatial dimensions of poverty: a case study of Ecuador. *World Bank Economic Review*, 14 (1), 147–165.
- HLPE – High Level Panel of Experts (2011). Price volatility and food security. Report 1. High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- \_\_\_\_ (2013) Biofuels and food security. Report 5. High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- Hochman, G.; Sexton, S. E.; Zilberman, D. (2008) The economics of biofuel policy and biotechnology. *Journal of Agricultural and Food Industrial Organization*, 6 (2).
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: antropometria e estado nutricional de crianças e adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro; 2010.
- \_\_\_\_ (2004) Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro
- \_\_\_\_ (2010) Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro.
- IEA – International Energy Agency (2011) Technology Roadmap: Biofuels for Transport, Paris: IEA/OECD.
- \_\_\_\_ (2011b). World Energy Outlook 2011. Paris: IEA/OECD.
- Institute of Medicine of the National Academies. (2005) Dietary reference intakes (DRI) for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Johnson, S. (2007) The (food) price of success. *Finance and Development - International Monetary Fund*, 44 (4).
- Johnson, R. A.; Wichern, D. W. (1999) Applied multivariate statistical analysis. 4th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.
- Kgathi, D. L.; Mfundisi, K. B.; Mmopelwa, G.; Mosepele, K. (2012) Potential impacts of biofuel development on food security in Botswana: A contribution to energy policy. *Energy Policy*, 43, 70–79.
- Khattree, R.; Naik, D.N. (2000) Multivariate data reduction and discrimination with SAS software. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- Kohlhepp, G. (2010) Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. *Estudos Avançados*, 24 (68), 223-253.
- La Rovere, E.L., Obermaier, M. (2009) Alternativa Sustentável? A Produção de Biocombustíveis no Brasil. *Scientific American Brasil*, 32, 68-75.
- La Rovere, E. L.; Pereira, A. S.; Simões, A. F. (2011) Biofuels and Sustainable Energy Development in Brazil. *World Development*, 39 (6), 1026-1036.

- Lagi, M.; Bar-Yam, Y.; Bertrand, K.Z.; Bar-Yam, Y. (2011) The food crises: a quantitative model of food prices including speculators and ethanol conversion. Cambridge, USA, New England Complex Systems Institute. arXiv:1109.4859.
- Larson, E. (2008) Biofuels Production Technologies: Status, Prospects and Implications for Trade and Development. United Nations Conference on Trade and Development – New York and Geneva.
- Levy, R. B.; Claro, R. M.; Mondini, L. Sichieri, R.; Monteiro, C. A. (2012) Distribuição regional e socioeconômica da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil em 2008-2009. *Revista de Saúde Pública*, 46 (1), 6-15.
- Levy-Costa, R. B.; Sichieri, R.; Pontes, N. S.; Monteiro, C. A. (2005) Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). *Revista de Saúde Pública*, 39 (4), 530-540.
- Mallory, M.L.; Irwin, S.H.; Hayes, D.J. (2012) How market efficiency and the theory of storage link corn and ethanol markets. *Energy Economics*, 34(6), 2157–2166.
- McNeely, J. A.; Solh, M.; Hiremath, R. B.; Kumar, B.; Suarez, P. A. Z.; Uprety, K.; Abdulrahim, M. A.; Ruf, F.; Legoupil, J.C. (2009) Experts address the question: “Can the growing demand for biofuels be met without threatening food security?”. *Natural Resources Forum*, 33, 171-173.
- Mendes, A.P. A.; Costa, R.C. (2010) Mercado brasileiro de biodiesel e perspectivas futuras. *Biocombustíveis - BNDES Setorial*, 31, 253-280.
- Mercer-Blackman, V.; Samiei, H.; Cheng, K. (2008) Biofuel Demand Pushes Up Food Prices. *International Monetary Fund Survey Magazine: IMF Research*, 17.10.2008.
- Mitchell, D. (2008) A note on rising food prices. *Policy Research Working Paper 4682*, The World Bank, July 2008.
- MME – Ministério de Minas e Energia (2014) Boletim mensal dos combustíveis renováveis. Ed. 72, janeiro de 2014.
- Molony, T.; Smith, J. (2010) Biofuels: food security, and Africa. *African Affairs*, 109, 489-498.
- Msangi, S.; Sulser, M.; Rosegrant, R.; Valmonte-Santos, S.; Ringler, C. (2006) Global Scenarios for Biofuels: Impacts and Implications. *International Food Policy Research Institute – IFPRI*, Washington, EUA.
- National Research Council (2005) Measuring food insecurity and hunger: phase I report. Committee on National Statistics of the National Academies: panel I review US Department of Agriculture's measurement of food insecurity and hunger. *National Academies Press*, Washington, DC.
- Negash, M.; Swinnen, J. F. M. (2013) Biofuels and food security: Micro-evidence from Ethiopia. *Energy Policy*, 61, 963–976.
- Neuralware Inc. (2001) *Neural computing: a technology handbook for NeuralWorks Professional II/Plus*. Pennsylvania, USA. 325 p.
- Neuralware Inc. *NeuralWorks Professional II/PLUS*. Pennsylvania, USA. 2012.
- Palm, C. A.; Smukler, S.M.; Sullivan, C. C.; Mutuo, P. K.; Nyadzi, G. I.; Walsh, M. G. (2010) Identifying potential synergies and trade-offs for meeting food security and climate change objectives in sub-Saharan Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 19661-19666.
- Pingali, P.; Raney, T.; Wiebe, K. (2008) Biofuels and food security missing the point. *Review on Agricultural Economics*, 30, 506-516.
- R Core Team (2012) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Rajagopal, D.; Zilberman, D. (2007) Review of environmental, economic and policy aspects of biofuels. *Policy Research Working Paper, 4341*, The World Bank, September.
- Rehm, C. D.; Monsivais, P.; Drewnowski, A. (2011) The quality and monetary value of diets consumed by adults in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94, 1333-1339.
- Roberts, M.J.; Schlenker W. (2010) Identifying supply and demand elasticities for agricultural commodities: implications for the U.S. ethanol mandate. *Working Paper 15921*. Cambridge, National Bureau of Economic Research, USA.

- Rosillo-Calle, F.; Johnson, F. X. (2010) *Food Versus Fuel: An Informed Introduction to Biofuels*. London: Zed Book.
- Schmidhuber, J. (2007) Biofuels: an emerging threat to Europe's Food Security? Impact of an increased biomass use on agricultural market, prices and food security: a longer-term perspective. Policy Paper 27, Notre Europe.
- Shetty P.; Henry, C. J. K.; Black, A. E.; Prentice, A. M. (1996) Energy requirements of adults: an update on basal metabolic rates (BMRs) and physical activity levels (PALs). *European Journal of Clinical Nutrition*, 50 (Suppl), 11–23.
- Smith, P.; Gregory, P. J.; van Vuuren, D.; Obersteiner, M.; Havlík, P.; Rounsevell, M.; Woods, J.; Stehfest, E.; Bellarby, J. (2010) Competition for land. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365, 2941–2957.
- Sorda, G.; Bense, M.; Kemfert, C. (2010) An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 38, 6977–6988.
- Timilsina, G.; Beghin, J.; van der Mensbrugge, D.; Mevel, S. (2012) The impacts of biofuels targets on land-use change and food supply: a global CGE assessment. *Agricultural Economics*, 43 (3), 315-332.
- Tokgoz, S.; Zhang, W.; Msangi, S.; Bhandary, P. (2012) Biofuels and the Future of Food: Competition and Complementarities. *Agriculture*, 2(4), 414-435.
- Trostle, R. (2008) *Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices*. Economic Research Service/USDA, WRS-0801.
- UNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR (2008) Estimativa da safra 2008-2009. São Paulo. Disponível em: <http://www.unica.com.br>. Acesso em 15 jan. 2014.
- UNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR (2013) Licenciamento anual de autoveículos novos no Brasil (ciclo Otto) por tipo de combustível. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/listagem.php?idMn=54> Acesso em: 25 nov. 2013.
- \_\_\_\_ (2014) UNICADATA - Dados de produção e área plantada. Disponível em <http://www.unicadata.com.br>. Acesso em 20 jan. 2014.
- UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development (2008) Addressing the global food crisis: key trade, investment and commodity policies in ensuring sustainable food security and alleviating poverty. In: *The High-Level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy*, Roma, Itália, 3–5 Junho, 2008.
- USDA – United States Department of Agriculture Economic Research Service (2013) *USDA Agricultural Projections to 2022*.
- \_\_\_\_ (2013b) *U.S. Bioenergy Statistics – Overview*.
- USDA/FAS – Foreign Agricultural Service. (2010) *Grain: World Markets and Trade*, FG 05-10.
- Vacha, L.; Janda, K.; Kristoufek, L.; Zilberman, D. (2013) Time–frequency dynamics of biofuel–fuel–food system. *Energy Economics*, 40, 233–241.
- Walter, A.; Cortez, L. (1999) An historical overview of the Brazilian Bioethanol Program. *Renewable Energy for Development*, 11 (1) 1-4.
- Woods, J.; Williams, A.; Hughes, J.K.; Black, M.; Murphy, R. (2010) Energy and the food system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365, 2991–3006.
- World Bank (1986) *Poverty and hunger – issues and options for food security in developing countries*, Washington DC.
- \_\_\_\_ (2014) *Energy & Mining Data*. Disponível em: <http://data.worldbank.org/topic/energy-and-mining> . Acesso em 10 fev. 2014.
- Ziegler, J. (2007) *The Right to Food*. Report of the Special Rapporteur on the right to food A/62/150. United Nations General Assembly, New York.

## Segurança alimentar no Brasil: alimentos e biocombustíveis na última década

**Resumo:** A elevada demanda por biocombustíveis tem proporcionado oportunidades para o desenvolvimento local. Porém, este desenvolvimento necessita de gerar não somente benefícios econômicos, mas garantir e promover a segurança alimentar nacional. Neste contexto, objetivou-se avaliar o impacto da produção de biocombustíveis na segurança alimentar da população brasileira, considerando as grandes regiões do país. Para isto, foram identificados os principais alimentos consumidos em cada grande região do Brasil, por meio da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), medidos pela participação relativa na quantidade total de energia (Kcal) consumida. Posteriormente, foi determinada a disponibilidade de alimentos considerando produção, importação e exportação, além de uso da terra. O acesso da população aos alimentos foi discutido utilizando os preços das commodities e renda da população em conjunto com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC). Por fim, a utilização dos alimentos foi avaliada mediante o padrão de consumo e da taxa de pessoas com déficit de peso, sobrepeso e obesas nas diferentes regiões do país. O período de análise consistiu entre os anos de 2002 e 2012. Os principais alimentos consumidos pela população brasileira são: arroz, trigo, açúcar, mandioca, feijão, óleo de soja, frango, carne bovina e leite, constituindo cerca de 80% da ingestão diária média de energia. A disponibilidade destes alimentos no período analisado se manteve constante ou sofreu crescimento, com exceção da carne bovina, que foi substituída parcialmente pela carne de frango. A representatividade dos alimentos analisados no INPC reduziu, mostrando que a população tem comprometido maior parte de seu orçamento com outros tipos de produtos não alimentícios. O padrão de consumo da população teve pequenas alterações, mas não promoveu nenhum tipo de ameaça à segurança alimentar da população brasileira nas cinco grandes regiões do país. Tal situação indica que a introdução do biodiesel e o fortalecimento do etanol combustível na matriz energética brasileira não promoveu nenhuma ameaça à segurança alimentar da população.

**Palavras-chave:** padrão de consumo de alimentos; disponibilidade de alimentos; disponibilidade de terras; índice de preços; renda.

## 1. Introdução

Ao longo dos últimos anos, a produção de biocombustíveis cresceu de forma impactante. Entre os anos de 2000 e 2012 a produção de etanol combustível experimentou um aumento de 17,1 para 86,0 bilhões de litros enquanto a produção de biodiesel cresceu de 0,8 para 21,5 bilhões de litros mundialmente (USDA – United States Department of Agriculture, 2013).

No Brasil, foram consumidos 129,7 bilhões de litros de combustível em 2012, 6,1% a mais do que no ano anterior. A participação dos combustíveis renováveis (etanol e biodiesel) na matriz de combustíveis para transportes alcançou 15,0% (EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2013).

Nos EUA, o maior produtor mundial de etanol combustível e detentor de cerca de 65% da produção mundial, fortes incentivos financeiros foram garantidos para os fabricantes de biocombustíveis. Na União Europeia, o maior produtor de biodiesel do mundo, o consumo de biocombustíveis é impulsionado principalmente pelos mandatos de mistura na França e na Alemanha (Sorda et al., 2010).

O Brasil se destaca em quantidade de biocombustíveis produzida, além de ser o único país em que esta produção é rentável, mesmo que não houvesse isenções fiscais, subsídios ou outras formas de incentivos financeiros diretos às indústrias (Rajagopal e Zilberman, 2007).

Os biocombustíveis disponíveis comercialmente empregam quase exclusivamente culturas alimentares como matéria-prima, predominantemente cana de açúcar, beterraba, milho e sementes de oleaginosas (Larson, 2008). Preocupações sobre os preços dos alimentos têm levado alguns países, como a China, por exemplo, a suspender momentaneamente ou reduzir programas de apoio enquanto outros decidiram incrementar seus investimentos em tecnologias de segunda geração, como os EUA. O complexo relacionamento entre as necessidades de energia e demanda por alimentos, bem como a meta de produção a custos competitivos continuam a ser questões-chave da agenda política das nações produtoras de biocombustíveis (Sorda et al., 2010).

Por outro lado, atualmente 850 milhões de pessoas no mundo estão situados na zona de fome crônica, cujas causas são uma série de pressões e falhas nos sistemas globais de alimentos que, juntos, impossibilitam que pessoas com deficiência alimentar tenham acesso a alimentos nutritivos de forma suficiente, principalmente devido a apresentarem baixos rendimentos ou preços elevados dos alimentos, ou ambos. A relação entre os preços dos alimentos e a quantidade de pessoas com insegurança

alimentar é apresentada nos efeitos dos picos de preços de alimentos de 2008 e 2011, ressaltando a importância de acessibilidade ao alimento (FAO - Food and Agricultural Organization, 2013).

Os debates com foco em oportunidades e riscos para a segurança alimentar decorrentes da produção de biocombustíveis destacam a necessidade de avaliações integradas e inter-setoriais de custos e benefícios em uma economia verde. Ao mesmo tempo em que a produção de biocombustíveis pode oferecer oportunidades de desenvolvimento para alguns a nível local, os benefícios econômicos precisam ser avaliados de forma que não comprometam a segurança alimentar nacional, devido à redução de produção ou aumento dos preços dos alimentos causados pela competição por recursos (Pingali et al., 2008; Ewing e Msangi, 2009; McNeely et al., 2009; Molony e Smith, 2010). A segurança alimentar está mais perto de acontecer quando as negociações ocorrem em níveis e políticas locais, regionais e globais.

Neste contexto, este estudo objetivou avaliar a influência da produção de biocombustíveis na segurança alimentar da população brasileira, considerando as cinco grandes regiões do país.

## **2. Metodologia**

Para avaliar os conceitos básicos de segurança alimentar definidos pela FAO (1996), o estudo se baseou na determinação de três dos quatro principais determinantes de segurança alimentar, os quais foram: disponibilidade de alimentos, acesso aos alimentos e utilização dos alimentos, sendo que a estabilidade de acesso aos alimentos não foi considerada na análise, devido à amplitude do estudo não compreender políticas governamentais, as quais guiam a estabilidade de acesso aos alimentos.

Desta forma, inicialmente foram determinados quais são os principais alimentos consumidos em cada grande região do Brasil, com base no padrão de consumo alimentar dos habitantes destas regiões. Este foi medido em relação à participação relativa dos alimentos na quantidade total de energia (Kcal) consumida. Posteriormente, objetivou-se determinar a disponibilidade de alimentos considerando a produção, importação e exportação destes, além do percentual de uso da terra, considerando a área plantada de cada cultura. Também foram utilizados dados de preço das commodities e renda da população em conjunto com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), para determinar o acesso da população aos alimentos. Por fim, a utilização dos alimentos foi avaliada mediante a variação no padrão de consumo de alimentos,

considerando os períodos em que a POF foi realizada, 2002-2003 e 2008-2009 e a taxa de pessoas com déficit de peso, sobrepeso e obesidade nas diferentes regiões do país.

### **2.1. Determinação das principais culturas alimentícias no Brasil**

A definição das principais culturas alimentícias no Brasil teve como princípio o padrão de consumo alimentar dos habitantes das cinco grandes regiões do país. Este estudo se baseou na coleta dos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) publicada pelo IBGE nos anos de 2004 e 2010, referentes aos períodos de 2002 a 2003 e de 2008 a 2009, respectivamente (IBGE, 2004; 2010).

Assim, a determinação do padrão de consumo dos brasileiros residentes em cada uma das cinco regiões do país (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro Oeste) foi realizada com base nos alimentos responsáveis pelo fornecimento energético daquela população e foram utilizados os alimentos que mais contribuem com a quantidade energética consumida em cada uma das regiões. Desta forma, foram considerados na análise como sendo as principais culturas alimentícias do país, aquelas em que a soma do consumo energético nos dois períodos de avaliação foi igual ou superior a 80%. A cultura do milho foi incluída no estudo mesmo não sendo considerada principal para o padrão de consumo, uma vez que é utilizada como alimentação animal e matéria prima para a produção de etanol em outros países.

### **2.2. Segurança Alimentar: disponibilidade, acesso e utilização dos alimentos**

#### **2.2.1. Avaliação e relacionamento das culturas alimentícias e matérias-primas para produção de biocombustíveis: Disponibilidade de alimentos**

A disponibilidade de alimentos para a população brasileira foi avaliada por meio da obtenção de dados de quantidade produzida, importação e exportação dos produtos provenientes de cada uma das culturas avaliadas, resultando em quantidade líquida disponível de matéria prima alimentícia para a população (disponibilidade interna). De acordo com Andrade de Sá et al. (2012), há diversos fatores que levam à competição por recursos entre os cultivos agrícolas. Assim, a determinação da quantidade disponível per capita de cada uma das culturas alimentícias resultou em um índice da disponibilidade de alimentos para a população ao longo da última década.

Como forma de avaliar a competição pela terra disponível, entre as culturas de matéria prima alimentícia e para a produção de biocombustíveis, foi utilizado um estudo

realizado pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) – Monitoramento por Satélite (2008), que mediu o alcance territorial das áreas protegidas pela legislação ambiental e indigenista, possibilitando calcular o percentual de área disponível para agricultura em cada uma das grandes regiões do país.

Desta forma, para que possa ser avaliado o comportamento e evolução destas variáveis, a coleta de dados foi realizada entre os anos de 2002 e 2012, período que engloba as duas últimas pesquisas POF realizadas e também a inserção do biodiesel e fortalecimento do etanol na matriz energética brasileira.

### 2.2.2. Acesso aos alimentos pela população brasileira

Os dados de renda da população, deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), os preços dos produtos agrícolas, deflacionados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), e também os valores do INPC foram utilizados para avaliação do acesso aos alimentos.

Uma vez que o INPC é composto de uma soma de pesos individualizados para cada componente, a fim de descrever o peso que cada um dos alimentos analisados teve sobre a inflação e, conseqüentemente, sobre o poder de compra da população, também foram utilizados os dados de pesos deste índice para cada alimento separadamente. Como o IBGE disponibiliza apenas os dados mensais de peso, foi necessário realizar o cálculo do peso acumulado para o ano, para que a análise pudesse ser realizada. Inicialmente foi realizada a compatibilidade dos alimentos que compõem parte do INPC (uma vez que outra parte do INPC é composta por diversos materiais consumidos pela população). Esta compatibilização é necessária, pois para os dados de janeiro de 2002 a julho de 2006, a base para cálculo do INPC foi proveniente da POF realizada em 1995-1996, para os dados de agosto de 2006 a dezembro de 2011, foi utilizada a POF de 2002-2003 e para o INPC do ano de 2012 foi utilizada a POF de 2008-2009. Desta forma, o conjunto de alimentos utilizado para análise modificam para cada POF, sendo necessária esta compatibilização.

Após a obtenção da série de dados contínua, foram calculados os pesos acumulados para o ano, de forma que o próximo passo foi o cálculo do percentual do INPC mensal devido a cada alimento, por meio da Equação 1.

$$\text{PercInd}_{i,t} = \frac{\text{PesoInd}_{i,t} \cdot \text{Indice}_t}{100} \quad [\text{Eq. 1}]$$

Em que:  $\text{PercInd}_{i,t}$  é o percentual individual do produto “i”, referente ao INPC no mês “t”;  $\text{PesoInd}_{i,t}$  é o peso individual do produto “i” referente ao INPC no mês “t”;  $\text{Indice}_t$  é o INPC do mês “t”.

Uma vez que o INPC é um índice baseado em juros compostos, o cálculo do percentual individualizado acumulado no ano foi realizado utilizando a Equação 2.

$$\text{PercIndAcum}_{i,t} = \left[ \left( 1 + \frac{\text{PercInd}_{i,t}}{100} \right) \cdot \left( 1 + \frac{\text{PercIndAcum}_{i,t-1}}{100} \right) - 1 \right] * 100 \quad [\text{Eq. 2}]$$

Em que:  $\text{PercIndAcum}_{i,t}$  é o Percentual Individual Acumulado do produto “i”, referente ao INPC do mês “t”; Para o mês de janeiro ( $t=1$ ), o  $\text{PercIndAcum}_{i,1} = \text{PercInd}_{i,1}$ .

Depois de calculado o percentual acumulado, foi realizada a soma destes percentuais por famílias, para que fosse gerado um percentual para cada tipo de produto. Assim, como exemplo, pode-se citar o conjunto “feijão”, composto de sete tipos de feijão, os quais são feijão manteiga, feijão mulatinho, feijão preto, feijão macassar (fradinho), feijão jalo (enxofrão), feijão roxo e feijão carioca (rajado). Este procedimento foi realizado para todos os alimentos analisados neste estudo.

Desta forma, a avaliação do relacionamento entre estas variáveis permitiu determinar se os alimentos eram responsáveis por grande parte do orçamento da população ou não. A escolha do INPC em detrimento a outros índices de inflação foi devida a este índice medir a inflação referente à cesta de compras de famílias com renda de até cinco salários mínimos, população mais suscetível à insegurança alimentar (IBGE, 2014).

A discussão de relacionamento entre as variáveis e os efeitos foi realizada baseada em fatos conhecidos na economia nacional e internacional, para garantir que os relacionamentos encontrados sejam fundamentados em seus significados. Para isto foram utilizadas diversas fontes de dados confiáveis, como o relatório Agriannual e Anualpec, publicados pela Informa Economics/FNP, CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática), IBGE e ALICEWeb (Análise das Informações de Comércio Exterior – Web), que concatenam diversas fontes e divulgam os mais impactantes acontecimentos e dados do setor agropecuário, além de associações de produtores e órgãos públicos e privados que veiculam notícias sobre os mercados mundiais de alimentos e combustíveis.

### 2.2.3. Padrão de Consumo: Utilização dos alimentos

Foi realizada uma comparação do padrão alimentar dos brasileiros nos dois períodos avaliados, para avaliar se houve mudança do padrão de consumo nas diferentes regiões do país. A comparação foi realizada por meio de Análise de Componentes Principais (ACP), gerando-se gráficos das correlações dos alimentos com os componentes, a fim de permitir a interpretação individualizada dos alimentos, considerando as grandes regiões do país. As configurações espaciais obtidas foram comparadas por meio da Análise de Procrustes (AP), que permite a obtenção de uma configuração de consenso e uma medida deste consenso que mensura a proximidade de uma configuração e outra, conhecida por RV, a qual varia de 0 (ausência de consenso) a 1 (consenso perfeito). A ACP foi realizada utilizando as funções `prcomp()` e `cor()` do pacote `stats` e a AP foi realizada utilizando a função `GPA()` do pacote `FactoMineR`, do software R (R Core Team, (2012)).

Esta análise permitiu avaliar se o padrão de consumo alimentar foi modificado ao longo deste período de estudo, uma vez que esta análise foi realizada para os períodos de 2002 a 2003 e de 2008 a 2009 e feita uma comparação entre os resultados. Esta análise permitiu a visualização das culturas mais representativas do consumo alimentício nas diferentes regiões, de forma simplificada e direta. Além desta informação, foi obtida a variação percentual entre os períodos avaliados para a quantidade média de energia ingerida pela população (Kcal/dia per capita) e representatividade dos alimentos mais consumidos para as grandes regiões do Brasil. Esta análise permitiu verificar se a quantidade de energia ingerida e a representatividade dos alimentos foi modificada entre os dois momentos analisados.

Ainda como forma de avaliar a utilização dos alimentos, foi descrita a avaliação do estado nutricional da população adulta determinada pelas POF 2002-2003 e 2008-2009. Foram levadas em consideração as estimativas de prevalência das condições déficit de peso, sobrepeso e obesidade. Em adultos maiores de 20 anos, essas condições são diagnosticadas com base no Índice de Massa Corporal - IMC, sem a necessidade de ajustes para a idade, uma vez que o crescimento linear se encerra antes de 20 anos de idade. Déficit de peso e indicativos de quadros atuais de desnutrição são diagnosticados quando o IMC é inferior a 18,5 kg/m<sup>2</sup>, admitindo-se que frequências de até 5% sejam compatíveis com a proporção de indivíduos constitucionalmente magros na população. Excesso de peso e obesidade são diagnosticados quando o IMC é igual ou

superior a 25 kg/m<sup>2</sup> e 30 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente (WHO - World Health Organization, 1995). O IMC do indivíduo “i” é calculado com base na Equação 3.

$$IMC_i = \frac{\text{massa}_i}{\text{altura}_i^2} \quad [\text{Eq. 3}]$$

Em que: massa<sub>i</sub> é a massa (kg) e altura<sub>i</sub> é a altura (m) do indivíduo “i”.

### 3. Resultados

#### 3.1. Principais culturas alimentícias

A partir do momento em que são conhecidos os padrões de consumo da população, é possível definir quais são os principais alimentos consumidos e, conseqüentemente, as culturas agrícolas responsáveis pela maior parte do suprimento energético nutricional desta população. Assim, a Tabela 1 mostra quais são os produtos responsáveis pela maior parte da energia ingerida pelos brasileiros nas cinco grandes regiões do país, considerando dois momentos da última década em que a Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF – foi realizada (2002-2003 e 2008-2009). Percebe-se nestes dois períodos o destaque do arroz, principalmente no centro-oeste, da mandioca na região norte, do trigo na região sul, além do açúcar e do óleo de soja em todas as regiões do país.

**Tabela 1** – Participação relativa dos alimentos no total de calorias ingerido, determinada pela aquisição alimentar domiciliar da POF nos períodos de 2002-2003 e 2008-2009.

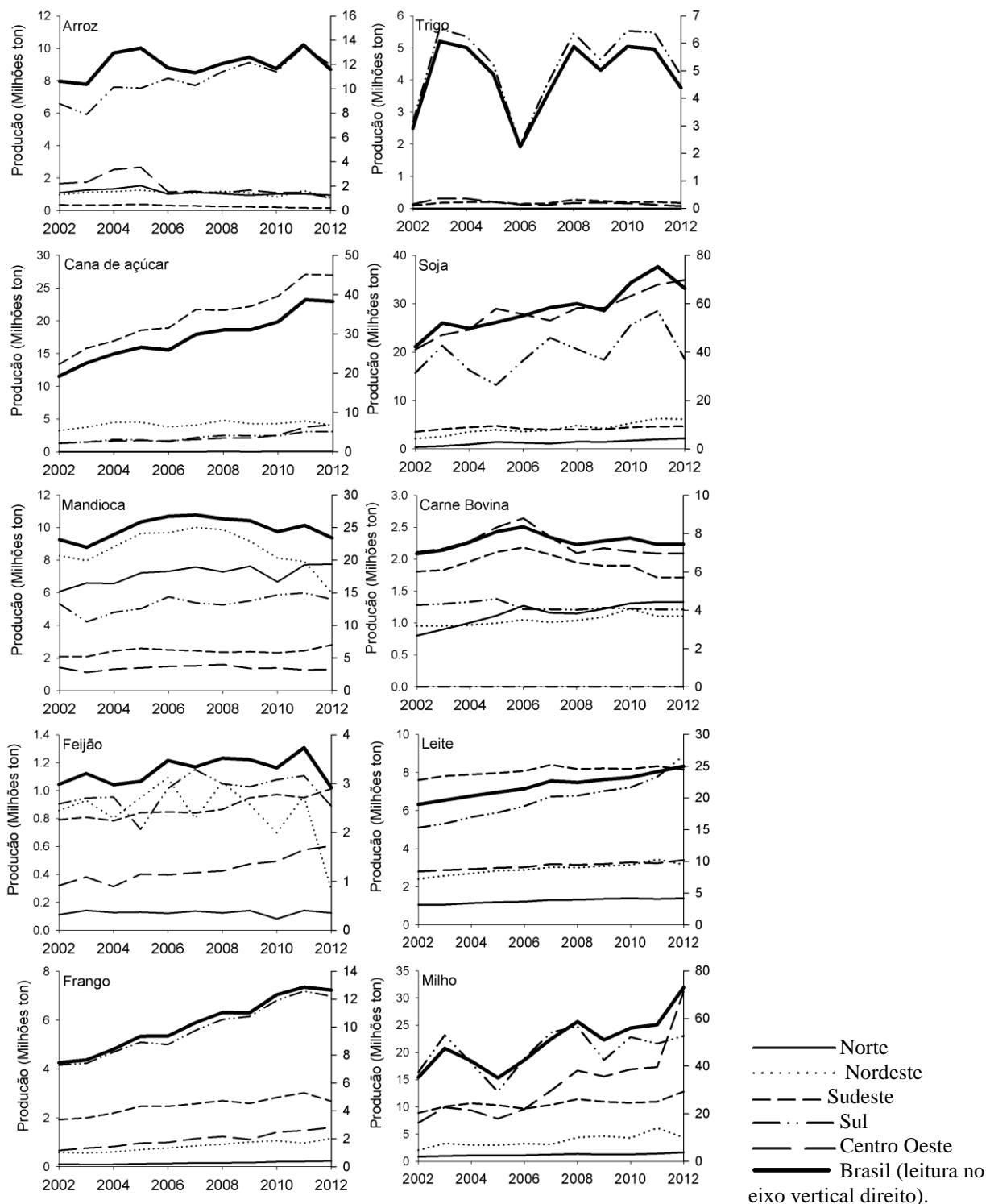
	POF 2002-2003						POF 2008-2009					
	N	NE	SE	S	CO	Média	N	NE	SE	S	CO	Média
Energia*	1.884	1.761	1.787	1.984	1.714	1.826	1.818	1.602	1.53	1.785	1.531	<b>1.653</b>
Arroz polido	17,6	17,7	18,3	13,3	26,2	18,6	15,4	16,7	16,5	12,4	23,3	16,9
Trigo	9,6	12,9	14,1	19,6	10,5	13,3	11,4	14,5	14,8	17,5	11,2	13,9
Açúcar	9,9	12,7	12,3	10,4	12,3	11,5	10,5	12,2	11,3	9,8	11,4	11,0
Óleo de soja	10,8	10,1	13,8	11,1	16,8	12,5	10,3	9,6	12,5	11,2	14,4	11,6
Mandioca	18,9	9,7	1,3	1,4	1,5	6,6	14,2	7,5	1,3	1,5	1,8	5,3
Carne Bovina	6,5	5,9	4,0	5,9	5,2	5,5	5,4	4,4	3,8	5,1	5,1	4,8
Feijão	5,0	9,4	5,9	4,6	5,5	6,1	5,2	7,4	5,0	3,5	5,2	5,3
Leite	3,8	4,5	7,2	6,9	6,5	5,8	4,1	4,9	6,7	7,1	5,2	5,6
Frango	2,9	2,2	2,6	2,8	2,3	2,6	5,6	4,6	3,5	3,8	3,4	4,2
<b>Total</b>	<b>84,9</b>	<b>85,1</b>	<b>79,4</b>	<b>76,0</b>	<b>86,8</b>	<b>82,4</b>	<b>82,1</b>	<b>81,8</b>	<b>75,4</b>	<b>71,9</b>	<b>81,0</b>	<b>78,4</b>

\*Energia per capita em Kcal/dia. N: Norte, NE: Nordeste, SE: Sudeste, S: Sul, CO: Centro Oeste. **Fonte:** adaptado de IBGE (2004; 2010).

#### 3.2. Disponibilidade de alimentos para a população brasileira

Conhecidas as culturas alimentícias responsáveis pelo abastecimento dos lares brasileiros, foi determinada a disponibilidade destes alimentos para a população. Com base na produção destas culturas (Figura 1), pode-se observar que ocorre grande

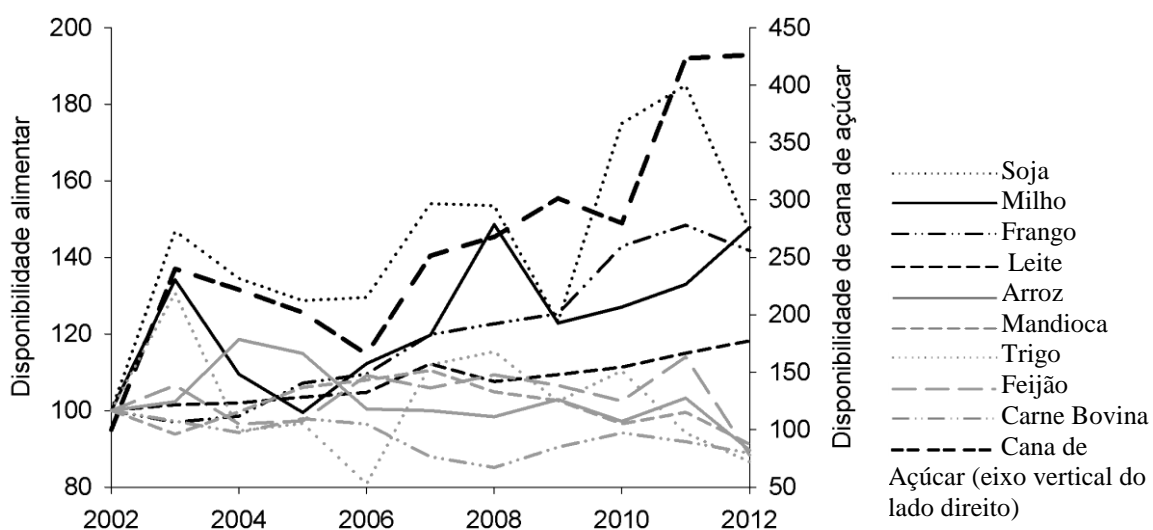
variação na produção de algumas delas, principalmente do trigo no ano de 2006, devido a redução de área plantada causada pelo preço reduzido na safra anterior, além de fatores climáticos que desfavoreceram a maior produtividade da cultura na região Sul do país (FNP, 2007).



**Figura 1** - Produção das culturas analisadas nas grandes regiões brasileiras ao longo do período compreendido entre 2002 e 2012. **Fonte:** adaptado de Informa Economics FNP (2014; 2014b).

Para as demais culturas, vê-se nitidamente o crescimento da produção ao longo dos últimos anos, demonstrando que a quantidade total produzida no país aumentou, considerando as regiões, com destaque para a cana de açúcar, principalmente na região Sudeste, a soja nas regiões centro oeste e sul, sendo que esta última apresentou ainda grande aumento na produção de frango.

Como forma de avaliar se a disponibilidade de alimentos para a população brasileira foi alterada ao longo destes anos, foi realizada uma avaliação da quantidade de alimentos disponível per capita de forma nacional, ou seja, para o país como um todo (Figura 2). Esta análise não foi realizada de forma regionalizada, pois os dados disponíveis da balança comercial de importação e exportação são agregados para o país e não por região exportadora, uma vez que os produtos exportados pelas empresas em uma dada região não são, necessariamente, produzidos naquela região onde a empresa está instalada, o que gerariam inconsistências nas análises.



**Figura 2** - Disponibilidade de alimentos, considerando produção + importação – exportação (kg per capita) – base 100 para o ano de 2002. **Fonte:** adaptado de Informa Economics FNP (2014); BRASIL (2014).

Pode-se observar que a quantidade de alimentos disponível para a população brasileira permaneceu constante ou aumentou ao longo do tempo, com algumas oscilações, sendo que a maioria destas mostrou maior disponibilidade de alimentos para os brasileiros ao longo do tempo, com exceção da carne bovina, que provavelmente tem sido substituída pela carne de frango, com conseqüente redução da disponibilidade. Este fato corrobora a indicação de que não houve um distúrbio significativo neste período a

ponto de alterar o padrão de disponibilidade dos principais alimentos consumidos pela população, principalmente de forma negativa.

Outro aspecto a ser observado quando se fala de disponibilidade de alimentos é a utilização de um dos recursos normalmente mais escassos para o plantio, a área disponível para agricultura. A Tabela 2 mostra como aconteceu a evolução do uso da terra para agricultura em cada uma das grandes regiões do Brasil e é possível observar que ao final do ano de 2012 o país tinha utilizado somente 27,6% da área disponível para agricultura. Este fato mostra que há grande disponibilidade para expansão da atividade agrícola, garantindo que este não é um recurso que possa promover escassez de alimentos, pois ainda há três quartos da terra disponível para expansão. A única região que mostra certa saturação (73,7% de ocupação da terra disponível para agricultura) é a região Sul do país, mas esta pode não ser uma grande preocupação, pois esta região é grande produtora de soja para exportação e já é suprida pelas produções provenientes das outras regiões do país. Esta ocorrência é evidenciada pela utilização constante de terra desde o ano de 2003, ou seja, cerca de dez anos com o mesmo nível de utilização da terra.

**Tabela 2** - Área plantada total (milhões ha) para o período compreendido entre 2002 e 2012 e área disponível para agricultura (milhões ha) no ano de 2012.

Sigla	Região	Área plantada (milhões ha)											Total Disp. *	% Utilizado	
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		2002	2012
CO	Centro-Oeste	11,4	13,0	15,4	16,6	15,3	15,2	16,5	16,5	17,3	18,5	20,6	75,3	15,1	27,4
N	Norte	2,4	2,6	2,8	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,9	2,9	40,1	6,0	7,2
NE	Nordeste	11,8	12,0	12,6	12,6	12,9	12,9	13,3	13,2	12,4	13,3	12,0	64,7	18,2	18,5
S	Sul	17,8	19,2	19,8	19,6	19,0	19,2	19,6	19,8	19,3	19,7	19,9	27,0	65,9	73,7
SE	Sudeste	11,2	11,8	12,4	12,5	12,6	12,4	13,3	13,4	13,5	13,8	13,9	44,3	25,3	31,4
<b>TOTAL</b>		<b>54,5</b>	<b>58,5</b>	<b>63,0</b>	<b>64,3</b>	<b>62,6</b>	<b>62,4</b>	<b>65,4</b>	<b>65,6</b>	<b>65,2</b>	<b>68,2</b>	<b>69,2</b>	<b>251,3</b>	<b>21,7</b>	<b>27,6</b>

\*Área total disponível para agricultura, calculado com base em EMBRAPA (2008).

Fonte: adaptado de CONAB (2014); Informa Economics FNP (2014; 2014b).

### 3.3. Acesso aos alimentos nas grandes regiões do Brasil

O acesso aos alimentos em termos de poder de compra destes pode ser descrito em relação a, basicamente, três variáveis distintas e relacionadas, as quais são: preço dos alimentos, renda da população e índice que mede o poder de compra da população. Assim, o gráfico apresentado na Figura 3 representa os preços dos produtos alimentícios

no varejo, os quais foram deflacionados utilizando o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) e escalonado em base 100 para o ano de 2002, ano de início da análise. Pode-se observar que o preço do arroz apresentou elevação entre os anos de 2003 e 2004, o feijão ficou mais caro em 2008 e o preço do açúcar apresentou variações cíclicas com elevação de preços em 2003, 2006, 2010 e 2011. Também é possível verificar que houve tendência de elevação dos preços da carne bovina, em todo o período, além do preço do leite, que teve redução em 2003 e começou a crescer a partir de 2006. Assim, para a mandioca, milho, farinha de trigo e frango houve redução de preço no período analisado, com destaque para o preço do óleo de soja, que passou a custar em 2012 cerca de 30% do valor pago pelo consumidor em 2002.

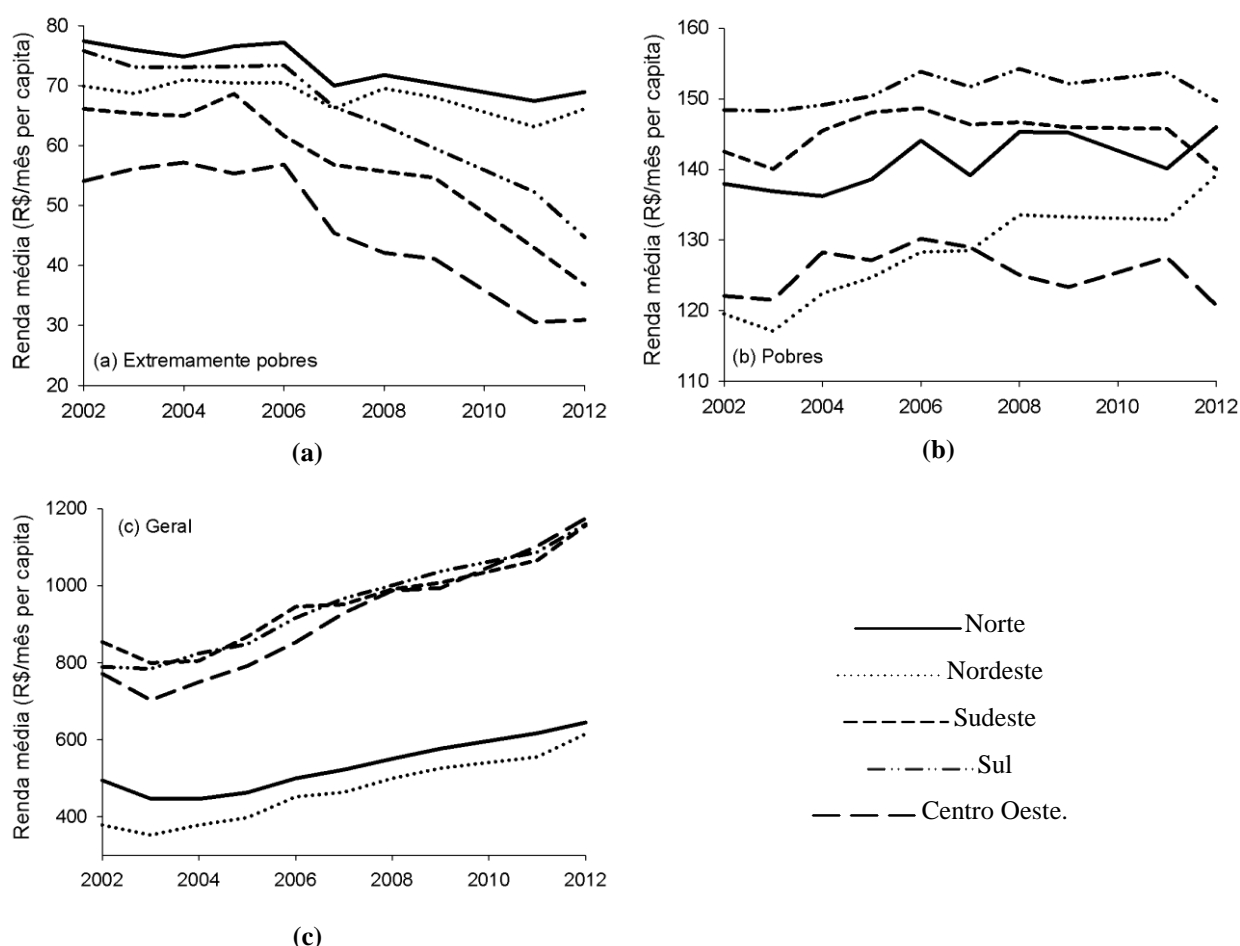


**Figura 3** - Preços dos produtos entre os anos de 2002 e 2012 com base 100 para o ano de 2002, deflacionados utilizando o IGP-DI. **Fonte:** adaptado de Informa Economics (2014; 2014b).

Mediante análise de preços, percebe-se que produtos como frango, milho e óleo de soja tiveram os preços reduzidos com o passar do tempo e que os preços do arroz e do trigo, apesar de variações entre os anos, permaneceram constantes, em média, ao longo do período analisado.

Associado aos preços dos produtos, a renda da população tem um peso indiscutivelmente importante no acesso aos alimentos. O gráfico demonstrado na Figura 4 representa a evolução da renda média da população nas diferentes regiões do país, deflacionada pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC).

Assim, observa-se que a renda média da população extremamente pobre está reduzindo com o passar do tempo e a renda da população pobre se mantém praticamente constante no mesmo período (Figura 4a e 4b), sugerindo que parte da população está migrando da porção extremamente pobre para a porção pobre, enquanto a renda média geral da população em todas as regiões teve considerável aumento (Figura 4c). Também é possível verificar que a renda média da população pobre e extremamente pobre não apresentam grandes diferenças entre as regiões, enquanto é possível diferenciar claramente as regiões em dois grupos quanto à média de renda geral, sendo que as regiões Norte e Nordeste apresentam renda média per capita muito inferior às outras regiões do país.



**Figura 4** – Representação da renda média da população (a) extremamente pobre (EP); (b) pobre (P); e (c) média geral da população por região. Valores deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC).  
**Fonte:** adaptado de IPEA (2014).

Parte do fenômeno observado pode ser explicado pelo número de pessoas pobres e extremamente pobres em cada região. A Tabela 3 mostra o percentual da população que se encontra em situação de pobreza ou extrema pobreza. Pessoas extremamente

pobres são aquelas que têm renda pessoal inferior à estimativa do valor de uma cesta de alimentos com o mínimo de calorias necessárias para suprir adequadamente uma pessoa, com base em recomendações da FAO e da OMS. A linha da pobreza é considerada como o dobro da linha de extrema pobreza.

**Tabela 3** - Percentual de pessoas pobres e extremamente pobres em relação à população de cada região no período entre 2002 e 2012.

Região	Classificação	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
N	Pobre	34,58	35,33	47,64	43,13	38,88	37,74	33,55	33,40	31,58	29,64	27,21
	Ext. Pobre	14,00	14,44	18,13	14,97	12,78	13,17	10,30	10,16	10,24	10,24	8,21
NE	Pobre	59,39	61,19	57,59	53,88	48,27	46,59	41,59	39,24	37,11	34,32	30,76
	Ext. Pobre	29,17	31,55	27,90	24,34	20,50	19,27	16,11	15,36	14,43	13,25	11,06
SE	Pobre	21,83	23,29	21,05	18,55	14,92	14,24	12,06	11,33	10,29	9,09	7,71
	Ext. Pobre	6,73	7,59	5,91	5,16	3,82	3,83	3,20	3,08	2,79	2,47	2,34
S	Pobre	22,69	22,86	20,09	18,43	15,60	14,33	12,36	11,36	10,44	9,32	7,50
	Ext. Pobre	7,03	7,45	6,19	5,49	4,43	4,00	3,20	3,07	2,81	2,50	2,16
CO	Pobre	24,29	26,22	21,61	20,51	15,98	15,05	12,41	11,44	9,82	8,21	6,72
	Ext. Pobre	7,52	8,44	5,72	5,76	4,30	3,86	3,43	3,31	2,78	2,25	1,94

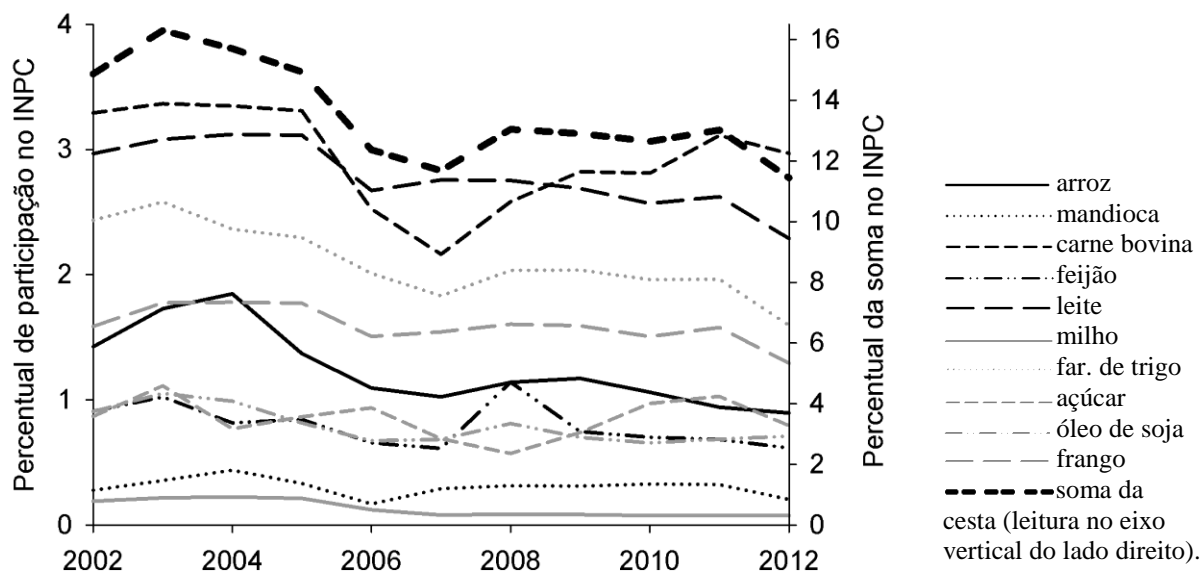
Fonte: IBGE (2013); IPEA (2014b).

Assim, as regiões em que o percentual de pessoas nestas condições é maior apresentam médias de renda geral inferiores, as quais são as regiões Norte e Nordeste, que possuíam 35,42% e 41,81% da população neste estrato, respectivamente, no ano de 2012. É importante ressaltar que o percentual da população enquadradas nestas características está reduzindo de forma acentuada, com o passar do tempo, com ênfase à região Centro Oeste, que apresentou cerca de 75% de redução no percentual de pessoas pobres e extremamente pobres no período avaliado, enquanto a região Norte apresentou redução de apenas 27% no mesmo período de tempo.

A fim de avaliar se a evolução do preço de alguns produtos impactou de forma elevada no poder de compra da população, foi utilizado o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) para os produtos alimentícios estudados neste trabalho. Desta forma, o gráfico representado na Figura 5 mostra comportamento de queda ao longo do período de tempo analisado para os pesos individuais dos alimentos no INPC, com exceção da carne bovina, que apresentou comportamento de queda até o ano de 2007, voltando a aumentar a partir do ano de 2008.

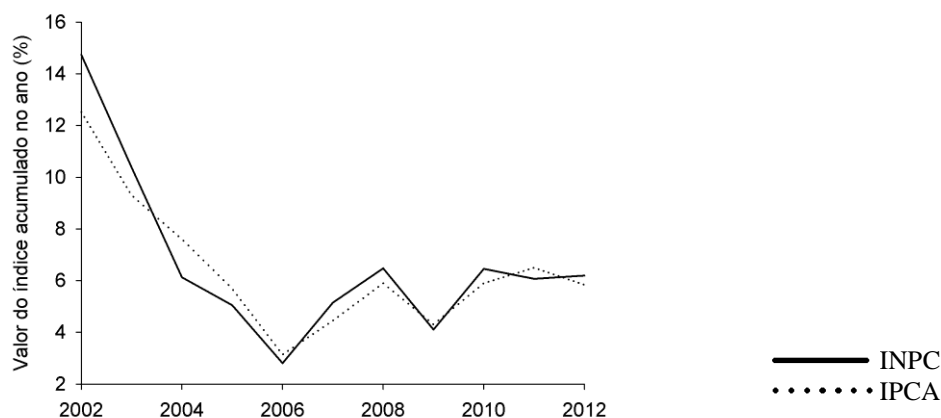
O alimento com maior peso médio, a carne bovina, no ano de 2002 representava 3,3% do INPC, chegando a reduzir até a 2,2% em 2007 e voltou a crescer até 3,0% em

2012. Enquanto o alimento com menor representatividade, a mandioca, se manteve praticamente constante, com 0,3% de representatividade em 2002, chegando a 0,2% em 2012. De forma geral, o somatório da representatividade dos pesos individuais da cesta considerada (alimentos considerados desde o início deste estudo) apresenta redução com o tempo, passando de 14,7% para 11,4% do INPC.



**Figura 5** - Valores percentuais indicativos do peso referente a cada um dos alimentos no Índice Nacional de Preços ao Consumidor – INPC ao longo dos anos de 2002 a 2012. **Fonte:** adaptado de IBGE (2014).

Além da redução da contribuição dos principais alimentos para a inflação do período, os dois principais índices de inflação (INPC e IPCA) para materiais de consumo direto sofreram queda brusca entre os anos de 2002 e 2006, aumentando levemente nos anos de 2007 e 2008 e mantendo constantes até o ano de 2012 a aproximadamente 6% a.a. (Figura 6)



**Figura 6** – Evolução do Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) e Índice de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA) entre os anos de 2002 e 2012. **Fonte:** IBGE (2014).

A Tabela 4 mostra os percentuais de comprometimento da renda da população para cada um dos itens avaliados no INPC. Percebe-se uma tendência de redução do comprometimento com alimentação e aumento com vestuário, saúde e comunicação.

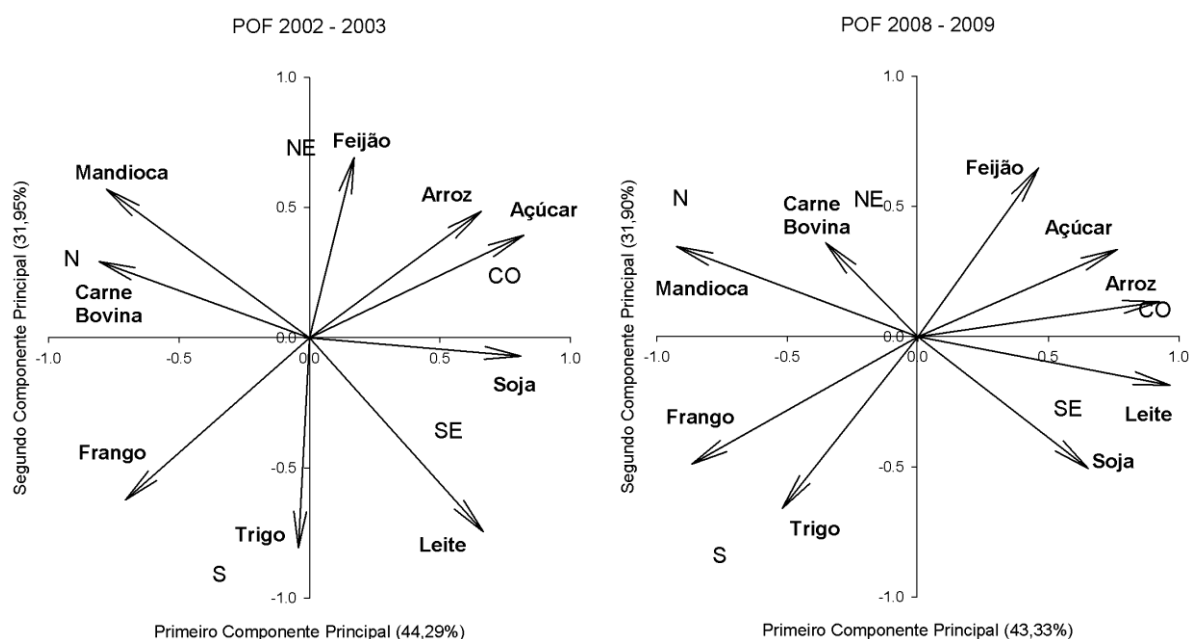
**Tabela 4** – Percentuais de comprometimento do orçamento da população com renda de até cinco salários mínimo, medidos pelo INPC.

Item	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Alimentação	30.42	31.80	30.65	29.67	27.78	27.92	29.89	30.05	30.07	30.74	28.75
Habitação	19.53	19.03	19.68	19.78	18.01	16.43	15.92	16.03	16.11	15.97	16.96
Residência	7.44	7.36	7.18	7.15	6.35	5.69	5.33	5.19	5.13	4.93	5.44
Vestuário	5.95	5.61	5.74	5.90	7.23	7.93	7.83	7.94	8.05	8.20	8.02
Transportes	17.06	17.20	17.27	17.85	17.56	17.19	16.71	16.42	16.35	16.24	16.97
Saúde	8.96	8.78	8.92	8.86	9.23	9.32	9.13	9.15	9.11	8.98	9.66
Despesas pessoais	6.27	6.04	6.17	6.22	6.53	6.75	6.75	6.97	7.14	7.12	7.05
Educação	2.62	2.49	2.58	2.65	3.00	3.18	3.13	3.12	3.15	3.18	2.86
Comunicação	1.75	1.69	1.81	1.92	4.31	5.58	5.31	5.13	4.90	4.66	4.29

### 3.4. Padrão de consumo: utilização dos alimentos pela população

Outro fator de grande importância para a segurança alimentar de uma população é a utilização dos alimentos, uma vez que a população deve ter disponibilidade e acesso aos alimentos de sua preferência, além da garantia nutricional desta. Assim, foi avaliado o padrão de consumo de alimentos em dois períodos distintos, utilizando os dados da POF 2002-2003 e da POF 2008-2009 (IBGE, 2004; 2010).

Por meio dos principais alimentos responsáveis pela ingestão calórica da população nas diferentes regiões, foi realizada uma Análise de Componentes Principais para cada momento (Figura 7). Para comparação das configurações espaciais, foi realizada a Análise de Procrustes, gerando um coeficiente RV igual a 0.9935, ou seja, há 99.35% de concordância entre os mapas. Pode-se verificar que o padrão de consumo de alimentos teve poucas alterações neste período, notando-se que a carne bovina apresenta representatividade reduzida em 2008-2009, quando comparada com o período 2002-2003, podendo ter sido substituída pela carne de frango. Pode-se citar também a maior representatividade no consumo de leite da região Centro Oeste (CO) e redução do consumo deste produto na região Sul. Para os demais alimentos, o padrão se manteve praticamente inalterado, sendo que a região CO apresenta maior consumo de arroz, açúcar, feijão, leite e soja; a região Sudeste maior consumo de leite, soja arroz e açúcar; as regiões Norte e Nordeste apresentam maior consumo de carne bovina e mandioca e o consumo da região Sul é caracterizado pelo consumo de frango, trigo e leite.



**Figura 7** – Representação da Análise de Componentes Principais demonstrativa do padrão de consumo de alimentos nas grandes regiões do Brasil, para os dois momentos avaliados, 2002-2003 e 2008-2009. N: Norte, NE: Nordeste, SE: Sudeste, S: Sul, CO: Centro Oeste.

A Tabela 5 mostra a variação percentual entre a representatividade do consumo dos alimentos, além da quantidade média de energia (Kcal/dia per capita) nos dois momentos analisados, para cada uma das grandes regiões do Brasil. Pode-se verificar que a ingestão calórica média da população em 2008-2009 reduziu em até quase 15% daquela observada em 2002-2003, quando considerada a região Sudeste. O consumo de arroz, açúcar, carne bovina e feijão reduziu, já o consumo de trigo e frango aumentou para todas as regiões, com algumas exceções.

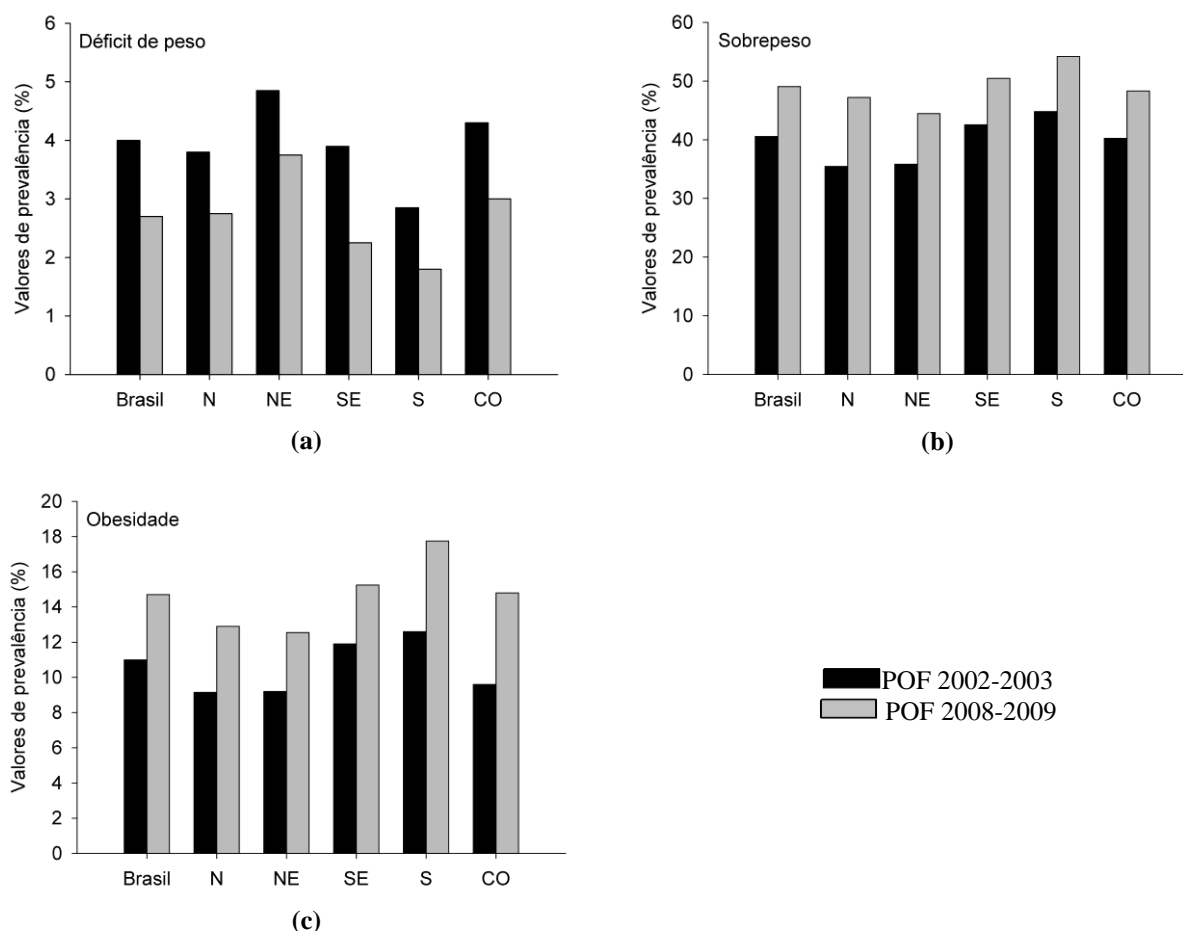
**Tabela 5** – Variação percentual entre os períodos avaliados para a quantidade média de energia ingerida pela população (Kcal/dia per capita) e da representatividade do consumo dos alimentos mais consumidos (%) para as grandes regiões do Brasil.

Item avaliado	Variação (%) por grande região					
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Média
Energia per capita (kcal/dia)	-65,61	-158,58	-257,67	-198,16	-183,67	-172,74
Arroz polido	-2,20	-1,02	-1,75	-0,86	-2,93	-1,75
Trigo	1,80	1,63	0,71	-2,10	0,68	0,54
Açúcar de mesa	0,63	-0,54	-1,02	-0,60	-0,87	-0,48
Óleo de soja	-0,45	-0,47	-1,25	0,06	-2,38	-0,90
Mandioca	-4,74	-2,15	0,02	0,09	0,33	-1,29
Bovina	-1,07	-1,49	-0,24	-0,78	-0,14	-0,74
Feijão	0,19	-2,03	-0,91	-1,07	-0,33	-0,83
Leites	0,34	0,41	-0,50	0,17	-1,27	-0,17
Frango	2,75	2,36	0,93	0,97	1,11	1,62
<b>Total</b>	<b>-2,75</b>	<b>-3,30</b>	<b>-4,01</b>	<b>-4,12</b>	<b>-5,80</b>	<b>-4,00</b>

Fonte: adaptado de IBGE (2004; 2010).

Considerando que o uso dos alimentos pode fazer com que a qualidade da dieta seja influenciada, o número de pessoas com obesidade e o número de pessoas com déficit de peso podem variar também. Assim, a Figura 8 mostra o percentual da população com mais de 20 anos com déficit de peso, excesso de peso e obesidade, sugerindo que no período de avaliação 2008-2009 o percentual de pessoas com déficit de peso diminuiu e o percentual de pessoas com sobrepeso e obesidade aumentou consideravelmente em todas as regiões do país.

Os resultados demonstrados contradizem o pensamento de que se a quantidade de energia ingerida diminuiu, portanto a prevalência de obesidade também diminuiria. Assim, ao realizar uma análise da quantidade de energia (Kcal) per capita ingerida diariamente e percentual de pessoas desnutridas no Brasil, por meio dos dados apresentados pela FAO (Tabela 6) mostram um cenário diferente daquele observado nos dados obtidos pela POF (Tabelas 1 e 5), em que há o aumento da quantidade de energia ingerida e redução do percentual de desnutridos no Brasil, sugerindo uma melhor estimativa quando comparado aos dados da POF.



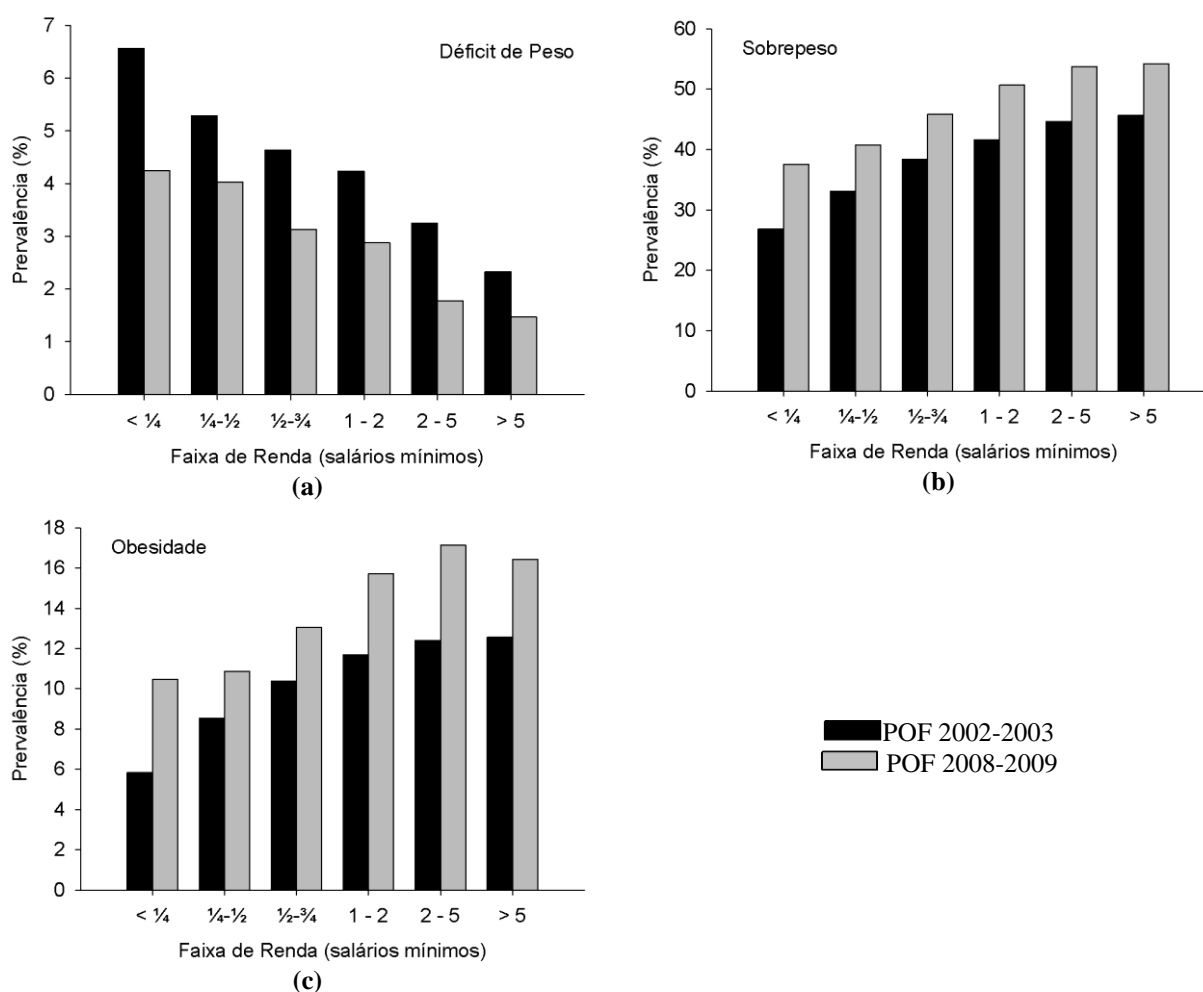
**Figura 8** – Percentual de déficit de peso, sobrepeso e obesidade na população com mais de 20 anos de idade nos dois períodos de avaliação, considerando as regiões do país. **Fonte:** adaptado de IBGE (2004; 2010).

**Tabela 6** – Medidas de ingestão calórica diária per capita e percentual da população desnutrida no Brasil, de acordo com os dados disponíveis pela FAO.

Medida	Ano											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Kcal/dia per capita	2960	3030	3080	3090	3100	3130	3160	3200	3230	3260	3260	
% de desnutridos	11.2	10.0	9.1	8.9	8.9	8.4	8.1	7.5	7.1	6.8	6.9	

Fonte: FAO (2013b)

A Figura 9 apresenta o estado nutricional da população brasileira de acordo com a renda. Assim, pode-se verificar que há uma relação entre o aumento da renda e o aumento da população com sobrepeso ou obesidade e redução da população com déficit de peso. É importante destacar que, mesmo na população de menor renda ( $< \frac{1}{4}$  de salário mínimo) a prevalência de déficit de peso passou a ser inferior a 5% em 2008-2009, mostrando melhoria de acesso aos alimentos pela população de baixa renda.

**Figura 9** – Percentual de déficit de peso, sobrepeso e obesidade na população com mais de 20 anos de idade nos dois períodos de avaliação, considerando as faixas de renda da população brasileira. Fonte: adaptado de IBGE (2004; 2010).

#### 4. Discussão

Mediante avaliação dos dados de consumo de energia retratados na POF 2002-2003 e na POF 2008-2009 (Tabela 1), foram consideradas 6 culturas agrícolas e 3 produtos de origem animal principais, os quais são: arroz, trigo, açúcar, óleo de soja, mandioca, feijão, carne bovina, leite e frango. Em conjunto, estes produtos foram responsáveis por cerca de 80% da ingestão média de energia (Kcal) diária por pessoa no Brasil, com algumas variações nas grandes regiões. Observa-se o destaque do arroz, base da dieta para grande parte dos brasileiros, principalmente na região Centro Oeste, juntamente ao óleo de soja. Já na região Sul o arroz é em parte substituído pelo trigo. A população da região Norte é responsável pelo maior consumo de mandioca, enquanto o feijão é mais consumido no Nordeste.

O consumo é parcialmente acompanhado da região produtora destes alimentos (Figura 1). Assim, a região Sul é a maior produtora de trigo do país, enquanto o Centro Oeste produz a maior parte da soja. As regiões Norte e Nordeste são as maiores produtoras de feijão e mandioca, já a região sudeste se destaca na produção de cana de açúcar e leite. Desta forma, é possível verificar que o consumo dos produtos está em parte justificado pelas culturas de cada região, provavelmente pela disponibilidade de determinados alimentos naquelas localidades.

Tomando como base o ano de 2002, início do período de análise deste estudo, é possível observar o destaque para o crescimento acelerado da disponibilidade de cana de açúcar ao longo desses anos, uma vez que é a principal matéria prima para a produção de etanol no Brasil, englobando cerca de 50% desta matéria prima para a produção de combustível (CONAB, 2013). Também com crescimento constante, pode-se observar a disponibilidade de soja, também utilizada para produção de biodiesel e milho, utilizado para cultivos de frango e pecuária leiteira e de corte, sendo para consumo alimentar indireto. Para os demais produtos agropecuários a evolução ao longo do período analisado foi próxima à base 100 do ano de 2002, com exceção do frango, com crescimento constante e da carne bovina, com decréscimo constante. Este evento ocorreu provavelmente pela substituição da carne bovina pela carne de frango, conforme sugere a variação de consumo calórico proveniente destas duas fontes mostrada na Figura 8. Assim, é possível dizer que a disponibilidade de produtos alimentícios, em quantidade per capita, se manteve relativamente constante no período descrito.

Ao analisar a disponibilidade de terras para expansão agrícola (Tabela 2), verifica-se que há crescimento de uso da terra em todas as regiões do país, com taxa bem mais acentuada na região Centro Oeste, principalmente para produção de soja e milho, quase dobrando a área utilizada para agricultura no período avaliado, mas mesmo com esse aumento, apenas a região Sul apresenta certa necessidade de alerta para a disponibilidade de terras, com quase 75% de área ocupada. Porém em dez anos o acréscimo foi de apenas 11% no uso de terra para produção agrícola nessa região, que aconteceu entre os anos de 2002 e 2003. A expansão na região Norte deve ser explorada, uma vez que apenas 7% da terra disponível para agricultura estava sendo utilizada no final de 2012, podendo receber incentivos para desenvolvimento da agricultura nesta região. De forma global, o Brasil possui grande parte das terras para expansão agrícola, uma vez que tem utilizado apenas um quarto daquilo que dispõe. Com melhorias de produtividade nas culturas e manejo para melhor aproveitamento dos recursos, essa quantidade de terras deve ser suficiente para aumentos substanciais na produção e cultivo de produtos agrícolas, uma vez que no período analisado a produção agrícola destes produtos representou incremento de 5,89% na utilização de terras disponíveis para a agricultura.

Da mesma forma que a disponibilidade de produtos, os preços dos alimentos apresentaram variações no período analisado (Figura 3). Tomando como base 100 o ano de 2002, é possível observar grande variação nos preços da mandioca, mas os preços do arroz, do leite e da carne bovina também apresentaram tendência de crescimento entre os anos de 2002 e 2012. Os preços do milho, do frango e do óleo de soja apresentaram decréscimo, já o preço do trigo variou de forma positiva e negativa, mantendo-se com média constante neste mesmo período. O preço do açúcar apresentou variação negativa até o ano de 2008, quando começou a aumentar. Este fato está relacionado à maior inserção do etanol na matriz de combustíveis do país, o que propiciou a concorrência entre o açúcar e o etanol pela cana de açúcar disponível. Assim, na safra de 2004/2005, foram destinados 55% da produção de cana de açúcar para produção de açúcar, enquanto na safra de 2005/2006 este percentual caiu para apenas 45%, continuando a cair até a safra de 2008/2009 chegando a 41% e voltou a crescer até a safra 2011/2012 e 2012/2013, chegando a 50% (EPE, 2013b).

Embora os preços de alguns produtos tenham elevado com o tempo, este fato não fez, necessariamente, com que a população tivesse que deixar de consumi-los, uma vez que o poder aquisitivo dos brasileiros também alterou de forma substancial neste

período. A renda da população pobre e extremamente pobre foi mantida relativamente constante ou com leve alteração positiva ou negativa (Figura 4a e 4b), porém o número de pessoas nesta situação diminuiu a taxas elevadas, chegando a 73% de redução na região Centro Oeste (Tabela 3). Assim, as pessoas que ficaram no extrato extremamente pobre, onde houve redução de renda média, provavelmente não são elegíveis a programas governamentais de auxílio financeiro, como Bolsa Família, fazendo com que apenas a população com renda mais baixa seja enquadrada neste estrato, com consequente queda da renda média desta parcela da população. A renda média geral da população aumentou em todas as regiões, chegando a 63% de aumento na região Nordeste (Figura 4). Mas como forma de avaliar se o poder de compra da população mais suscetível à insegurança alimentar foi afetado negativamente, o gráfico da Figura 5 mostra que isto não aconteceu. É possível verificar que o percentual de comprometimento da inflação com os principais produtos alimentícios consumidos pela população apresenta tendência de redução, de forma que a soma da cesta desses nove produtos, que respondem por cerca de 80% da ingestão de energia pela população teve redução de 23% de participação no impacto do orçamento médio da população brasileira com renda familiar de até cinco salários mínimos, entre os anos de 2002 e 2012.

Este comportamento indica que não ocorreu nenhum fator que, durante este período de tempo, fizesse com que o preço dos alimentos com maior representatividade no consumo calórico da população sofresse aumentos de preço que comprometessem a segurança alimentar dos brasileiros, pelo contrário, o gasto da população está sendo maior com outras parcelas do orçamento e não com a alimentação.

O reflexo deste comportamento se dá no padrão de consumo de alimentos pela população das diversas regiões do país. Como é possível observar nos gráficos da Figura 7, o padrão de consumo em todas as regiões não sofreu alterações perceptíveis, com exceção da carne bovina, que teve representatividade reduzida em 2008-2009, quando comparada com o período 2002-2003, podendo ter sido substituída pela carne de frango, que apresenta maior representatividade no período mais recente e também da maior representatividade do leite na região Centro Oeste e redução na região Sul. Esta análise confirma o que foi observado na Tabela 1, em que a região Centro Oeste apresenta maior consumo de arroz, açúcar, feijão, leite e soja; para a região Sudeste, o leite, a soja, o arroz e o açúcar são os mais importantes; nas regiões Norte e Nordeste o

maior consumo fica por conta da carne bovina e da mandioca, além do feijão para a região Nordeste e o consumo da região Sul é caracterizado por frango, trigo e leite.

Em termos de variação de consumo, observou-se redução, não só da representatividade dos alimentos mais consumidos, mas também da quantidade média de energia (Kcal/dia per capita) ingerida pela população (Figura 7), o que levaria ao pensamento de que a população estaria com maior índice de desnutrição ou déficit de peso. Porém isto não foi o que aconteceu, uma vez que o percentual de pessoas com déficit de peso diminuiu, enquanto o de pessoas com sobrepeso ou obesas aumentou, quando comparados os períodos de 2002-2003 e 2008-2009. Assim, os dados da FAO, calculados com base na balança comercial do país, mostraram que a quantidade de energia ingerida pode ter aumentado ao longo do tempo e não diminuído. Este resultado coloca em dúvida a exatidão dos resultados apresentados pelo IBGE na POF.

Neste sentido, percebe-se, de forma clara e objetiva que não houve fatores influenciadores na economia brasileira que levassem à ameaça da segurança alimentar da população nas cinco grandes regiões do país. Sendo assim, a produção de biocombustíveis também pode ser incluída nesta discussão como sendo um fator não influenciador da segurança alimentar desta população. Os resultados de Nogueira e Capaz (2013) corroboram com esta afirmativa, observando a existência de sinergia entre agricultura e o setor de energia, principalmente relacionados à evolução social decorrente da produção de biocombustíveis no Brasil.

Neste estudo não foram incluídas variáveis externas ao país, com exceção à importação e exportação de produtos, uma vez que o país é autossuficiente quanto à disponibilidade de alimentos, com exceção do trigo, mas que poderia ser substituído por outros alimentos com produção interna, caso o preço ou a disponibilidade seja afetada. Assim, inicialmente não há fatores externos que poderiam levar à insegurança alimentar do país sem que medidas políticas governamentais pudessem ser tomadas para evitá-la ou que aconteça de modo repentino e inesperado.

## **5. Conclusão**

Na década analisada, a população brasileira teve pequenas alterações no padrão de consumo de alimentos. Esta alteração não foi causada por elevações nos preços dos alimentos ou redução de sua disponibilidade para a população, uma vez que a disponibilidade de alguns produtos aumentou e preços de outros reduziram. Em relação ao índice de inflação INPC, houve redução da representatividade dos produtos

responsáveis pela maior parte da ingestão de energia da população nas diferentes regiões do país. Isto mostra que o poder de compra da população com renda de até cinco salários mínimos está sendo modificado devido a elevação de preços de produtos não alimentícios em maior proporção do que produtos alimentícios.

A segurança alimentar da população brasileira nas cinco grandes regiões do país não foi ameaçada no período analisado, pois não houve indicação de fatores perturbadores na economia para que isto acontecesse. Desta forma, é justo dizer que a introdução do biodiesel e fortalecimento do etanol combustível na matriz energética brasileira não causou modificação na segurança alimentar do brasileiro.

Pode-se dizer ainda que se o investimento em biocombustíveis no Brasil continuar a ser realizado da mesma forma como vem acontecendo nesta última década, muito provavelmente a população brasileira não sofrerá com agravamentos em relação à insegurança alimentar por causa deste fator.

### Referências Bibliográficas

Andrade de Sá, A.; Palmer, C.; Engel, S. (2012) Ethanol production, food and forests. *Environmental and Resource Economics*, 51,1–21.

BRASIL (2014) Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Secretaria de Comércio Exterior – SECEX. Base de dados ALICEWeb. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br/index/home>. Acesso em abril de 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2013) Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar - safra 2012/2013 - Terceiro Levantamento. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_12\\_12\\_10\\_34\\_43\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_12\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_12_12_10_34_43_boletim_cana_portugues_12_2012.pdf). Acesso em maio de 2014.

\_\_\_\_ (2014) Séries Históricas - Séries Históricas Relativas às Safras 1976/77 a 2013/14 de Área Plantada, Produtividade e Produção. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>. Acesso em abril de 2014.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Monitoramento por Satélite (2008) Alcance Territorial da Legislação Ambiental e Indigenista Disponível em: <http://www.alcance.cnpm.embrapa.br/conteudo/resultados.htm>. Acesso em maio de 2014.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (2013) Balanço energético nacional 2013: Relatório de síntese. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_ (2013b) Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis. Rio de Janeiro.

Ewing, M.; Msangi, S. (2009) Biofuels production in developing countries: assessing tradeoffs in welfare and food security. *Environmental Science and Policy*, 12, 520-528.

FAO – Food and Agricultural Organization (1996) The sixth world food survey. Roma, Itália.

\_\_\_\_ (2013) The State of Food Insecurity in the World 2013 (SOFI): The multiple dimensions of food security. Roma, Itália.

\_\_\_\_ (2013b) Food Security Indicators. Disponível em: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/ess-fadata/pt/#.U7FrKpRdVX8>. Acesso em junho de 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004) Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro

- \_\_\_\_ (2010) Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_ (2013) Atlas do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE.
- \_\_\_\_ (2014) Índice Nacional de Preços ao Consumidor – INPC. Base de dados SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/snipc/tabelaINPC.asp?o=7&i=P>. Acesso em maio de 2014.
- Informa Economics FNP (2007) AGRIANUAL – Anuário da Agricultura Brasileira. FNP.
- Informa Economics FNP (2014) AGRIANUAL – Anuário da Agricultura Brasileira 2003-2014. FNP.
- \_\_\_\_ (2014b) ANUALPEC – Anuário da Pecuária Brasileira 2003-2014. FNP.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2014) Base de dados IPEADATA - Renda domiciliar per capita - média. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acesso em maio de 2014.
- \_\_\_\_ (2014b) Base de dados IPEADATA - Pobreza - número de pessoas pobres extremamente pobres. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acesso em maio de 2014.
- Larson, E. (2008) Biofuels Production Technologies: Status, Prospects and Implications for Trade and Development. United Nations Conference on Trade and Development – New York and Geneva.
- McNeely, J. A.; Solh, M.; Hiremath, R. B.; Kumar, B.; Suarez, P. A. Z.; Upreti, K.; Abdulrahim, M. A.; Ruf, F.; Legoupil, J.C. (2009) Experts address the question: “Can the growing demand for biofuels be met without threatening food security?”. *Natural Resources Forum*, 33, 171-173.
- Molony, T.; Smith, J. (2010) Biofuels: food security, and Africa. *African Affairs*, 109, 489-498.
- Nogueira, L.A.H.; Capaz, R.S. (2013) Biofuels in Brazil: Evolution, achievements and perspectives on food security. *Global Food Security*, 2 (2), 117–125.
- Pingali, P.; Raney, T.; Wiebe, K. (2008) Biofuels and food security missing the point. *Review on Agricultural Economics*, 30, 506-516.
- R Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Rajagopal, D.; Zilberman, D. (2007) Review of environmental, economic and policy aspects of biofuels. Policy Research Working Paper, 4341, The World Bank, September.
- Sorda, G.; Bense, M.; Kemfert, C. (2010) An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 38, 6977–6988.
- USDA – United States Department of Agriculture Economic Research Service (2013) USDA Agricultural Projections to 2022.
- WHO – World Health Organization (1995) Physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, 854, Geneva, 1995. 462 p. Disponível em: [http://www.who.int/childgrowth/publications/physical\\_status/en](http://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status/en). Acesso em maio de 2014.

## Predição do Índice de Massa Corporal (IMC) de forma indireta: desafios e discussões

**Resumo:** O acompanhamento da evolução da segurança alimentar da população de um país ou região é de grande importância para os seus governantes. Assim, um dos indicadores que auxiliam na tomada de decisões de políticas públicas é o Índice de Massa Corporal (IMC). Neste estudo, objetivou-se avaliar a possibilidade de prever o IMC da população brasileira por meio das variáveis em comum coletadas por meio da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) e da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), utilizando a técnica de Redes Neurais Artificiais (RNA's), a fim de possibilitar um acompanhamento mais detalhado e em menor espaço temporal (anualmente) do nível de segurança alimentar da população. Os resultados obtidos por meio de todas as configurações testadas de RNA's não foram satisfatórios, com taxas de erro de classificação que variaram de 40% a 60%, além de que os erros de classificação para as classes “déficit de peso” e “obesidade” ficaram próximos a 100%, não sendo possível utilizar os dados coletados pela PNAD para predição do IMC da população. Por meio de estatísticas descritivas, foi observado que a média e o desvio padrão, além de toda a distribuição de frequência dos valores de cada uma das variáveis, apresentaram valores muito próximo entre si, para todas as classes de IMC, independentemente da grande região do país. Portanto, a aparente segurança alimentar dos brasileiros pode mascarar a insegurança nutricional que o país está vivendo. Os instrumentos utilizados atualmente na POF não permitem a classificação das pessoas, de forma indireta, quanto ao IMC. Sendo assim, o acompanhamento desta importante medida em intervalos temporais menores é inviabilizado. Medidas específicas de segurança alimentar e também de variáveis intimamente relacionadas ao IMC devem ser coletadas, para o melhor monitoramento da segurança alimentar e também nutricional da população brasileira.

**Palavras-chave:** IMC; Pesquisa de Orçamentos Familiares; Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios; Redes Neurais Artificiais.

## 1. Introdução

As escolhas alimentares de uma população são determinadas por um amplo conjunto de variáveis biológicas, demográficas, culturais e econômicas, sendo um processo dinâmico de transformações ao longo do tempo. Embora poucos estudos proponham explicações claras sobre o mecanismo de ação dos diferentes determinantes, reconhece-se que o nível de influência de cada um deles varia de acordo com o estágio de vida entre os indivíduos, os grupos de pessoas e o ambiente em que estão inseridas (EUFIC – European Food Information Council, 2005).

De acordo com alguns autores, existe associação entre segurança alimentar, renda e qualidade da dieta, sendo que menor segurança alimentar e renda estão associadas à diminuição da ingestão de variedade de alimentos saudáveis (Drewnowski e Darmon, 2005; Franklin et al., 2012). Na avaliação de decisão de compra de alimentos em regiões pobres, famílias em insegurança alimentar identificam o preço como o fator influenciador mais importante em suas compras (Dachner et al., 2010). Os alimentos ricos em nutrientes (por exemplo, frutas, legumes, cereais integrais, desnatados ou leite com baixo teor de gordura e carnes magras) custam significativamente mais por caloria do que alimentos altamente energéticos, por exemplo: refrigerantes, salgadinhos, doces açucarados, alimentos embalados e congelados (Drewnowski e Specter, 2004; Rehm et al., 2011; Aggarwal et al., 2012).

A descrição dos padrões dietéticos de uma população deve ser feita preferencialmente por investigação direta do consumo alimentar individual e familiar. Em média a cada seis anos, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realiza um estudo específico que investiga o consumo alimentar familiar em uma amostra do total de domicílios brasileiros, por meio das Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF). Estas pesquisas são realizadas desde a década de 1970, sendo realizadas em cinco períodos, compreendendo os anos de 1973-1974, 1987-1988, 1995-1996, 2002-2003 e 2008-2009 e se baseia em entrevistas regulares com dados sobre disponibilidade domiciliar de alimentos, possibilitando a caracterização da alimentação da população brasileira. Essas contribuições são valiosas para informações sobre a adequação da composição da dieta familiar, inclusive facilitando comparações específicas sobre o consumo de determinados alimentos (Levy et al., 2012).

Assim, o acompanhamento do status dos padrões dietéticos da população deve ser feito com o menor horizonte temporal possível, o que não é viável por meio das pesquisas POF, devido à amplitude de variáveis coletadas nestas. Uma ampla pesquisa

realizada com periodicidade anual no Brasil é a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, porém esta não prevê a coleta do Índice de Massa Corporal, que é uma medida indicativa de segurança alimentar e padrão dietético de uma população.

Desta forma, há técnicas que permitem, mediante manipulação de dados, prever de forma indireta uma determinada medida. As Redes Neurais Artificiais (RNA's) estão sendo largamente utilizadas em muitos campos de estudo com esta finalidade. Isto poderia ser atribuído ao fato de esta técnica se aproximar da capacidade de generalização do cérebro humano. Embora a RNA tenha tido origem na neurobiologia matemática, esta técnica têm alcançado atualmente uso amplo, onde apenas técnicas estatísticas eram utilizadas (Khashei et al., 2012)

O desenvolvimento e as aplicações da RNA não estão limitados a uma área de aplicação específica, uma vez que abrange uma ampla variedade de campos do conhecimento. São encontradas aplicações em diversas áreas, como: contabilidade, finanças, saúde e medicina, engenharia, ambientes de produção, comercialização, instituições de ensino, entre outros (Paliwal e Kumar, 2009).

Neste contexto, objetivou-se avaliar a possibilidade de prever o Índice de Massa Corporal (IMC) da população brasileira por meio das variáveis em comum coletadas por meio da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) e da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), utilizando a técnica de Redes Neurais Artificiais. A predição do IMC da população por meio de variáveis coletadas na PNAD possibilitaria um acompanhamento mais detalhado e em menor espaço temporal do padrão dietético da população.

## **2. Metodologia**

Este estudo foi baseado na avaliação da possibilidade de se prever o Índice de Massa Corporal (IMC) dos indivíduos da população brasileira, medidos na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), por meio da utilização dos dados referentes à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), ambas realizadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Para tanto, foi utilizada a técnica de Redes Neurais Artificiais (RNA) para reconhecimento do padrão existente na população, que permitisse a classificação dos indivíduos nas quatro classes referentes ao status de peso de cada pessoa, os quais são: déficit de peso, normalidade, sobrepeso e obesidade.

### **2.1. Coleta de dados e padronização**

Os dados utilizados neste estudo foram aqueles disponibilizados de forma individualizada (microdados) pelo IBGE, referentes à Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) dos anos de 2002-2003 e de 2008-2009 (IBGE, 2004; 2010) e também à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) entre os anos de 2003 e 2012 (IBGE, 2013), sendo que a PNAD é realizada anualmente. Nas pesquisas POF, são realizadas entrevistas com os habitantes das diversas regiões do país, com o intuito de se determinar o comprometimento salarial da população com os mais diversos itens de despesa de uma família, além de se conhecer o padrão de consumo alimentar destas famílias. Já a pesquisa PNAD é realizada com o objetivo de se acompanhar a situação dos moradores em termos de condição de vida em que se encontram.

Desta forma, foi necessário coletar os microdados do IBGE. Devido ao grande número de informações contidas nestes dados, estes são disponibilizados de forma que seja necessário utilizar uma função programável em um software estatístico para realizar a leitura desses dados. Assim, foram utilizadas adaptações das funções desenvolvidas por Damico (2011; 2013) para a linguagem R, sendo possível a obtenção dos conjuntos de dados da POF e da PNAD em um arquivo de fácil leitura e manipulação, no formato digital “.txt”.

Com o objetivo de se prever, indiretamente, o IMC da população por meio dos dados coletados na PNAD, verificou-se quais são as variáveis coletadas em comum referentes aos domicílios e moradores, entre as POF 2002-2003 e 2008-2009 e também as PNAD realizadas entre 2003 e 2012, já que o IMC é medido apenas nas pesquisas POF e não nas pesquisas PNAD.

Desta forma, foi necessário utilizar do conjunto de dados completo de cada uma das pesquisas, apenas as variáveis em comum, as quais foram submetidas à análise do presente estudo. Para tanto, foram utilizadas funções programáveis no software R (R Core Team, 2012) para fazer o tratamento prévio e padronização destes dados. A padronização das variáveis foi necessária, uma vez que as categorias utilizadas para respostas das perguntas e também o número atribuído a cada categoria entre os anos/pesquisas não foi necessariamente o mesmo, o que inviabilizaria a comparação direta das informações sem equívocos. Assim, conforme demonstrado no script em Anexo, a padronização foi realizada modificando o número atribuído a cada resposta, de forma que cada número fosse referente a uma mesma resposta para cada uma das perguntas avaliadas, como por exemplo, para a variável “condição de ocupação”, na

POF 2002-2003 a ordem dos números atribuídos às categorias de respostas foi diferente daquela atribuída na POF 2008-2009, sendo necessária a recodificação das respostas, para que os números de 1 a 6 representassem as mesmas categorias (Próprio, já pago, Próprio em aquisição, Cedido por empregador, Cedido por particular, Outra e Aluguel).

Além da padronização dos dados, foi calculado o IMC de cada indivíduo por meio da Equação 1. Adicionalmente, foi obtida a classificação de cada indivíduo com base no seu respectivo IMC (Tabela 1).

$$IMC_i = \frac{massa_i}{altura_i^2} \quad [Eq. 1]$$

Em que:  $massa_i$  é a massa (kg) do indivíduo e  $altura_i$  é a altura (m) do indivíduo “i”.

**Tabela 1** – Classificação dos indivíduos de acordo com o Índice de Massa Corporal (IMC).

IMC	Classificação
Inferior a 18,5 kg/m <sup>2</sup>	Déficit de peso
Entre 20 kg/m <sup>2</sup> e 25 kg/m <sup>2</sup>	Normalidade
Entre 25 kg/m <sup>2</sup> e 30 kg/m <sup>2</sup>	Sobrepeso
Superior 30 kg/m <sup>2</sup>	Obesidade

**Fonte:** WHO - World Health Organization (1995).

Para o presente estudo, foram considerados apenas indivíduos com idade igual ou superior a 20 anos, mulheres não-gestantes e não-lactantes e também aqueles em que houve respostas válidas para todas as perguntas utilizadas neste estudo. Foi considerada apenas a população adulta (idade igual ou superior a 20 anos), devido a ser uma divisão utilizada pelo IBGE nas POF's, além de que há muitos fatores influenciadores do IMC para crianças e adolescentes, sendo que este índice não é o mais apropriado para avaliar obesidade nestas outras faixas etárias, de forma direta, sendo necessária a utilização de correções (Doak et al., 2013).

A obtenção do conjunto de dados final utilizado para este estudo foi possível, mediante o desenvolvimento do script descrito no Anexo deste capítulo.

## 2.2.Redes Neurais Artificiais (RNA)

A utilização das RNA's foi proposta com o objetivo de encontrar um padrão que permitisse discriminar a população nas quatro classes de Índice de Massa Corporal (déficit de peso, normalidade, sobrepeso e obesidade).

Para tanto, foram utilizados os dados disponíveis na POF 2002-2003 e na POF 2008-2009, que contém informações sobre o IMC de cada indivíduo para treinamento e validação das RNA's.

Desta forma, foram feitos diversos experimentos computacionais, de forma a avaliar qual configuração de rede poderia fornecer os melhores resultados, ou seja, menor taxa de classificação errada de observações.

Foi utilizado o software Genes, que utiliza rotinas de RNA com algoritmos do tipo backpropagation vinculadas ao software Matlab para treinamento e validação das RNA. Desta forma, foram avaliadas arquiteturas de rede que variaram de uma a três camadas ocultas, com 10, 25 e 50 neurônios em cada camada, além das funções de ativação tangente hiperbólica e sigmoideal. Também foram avaliadas as funções de treinamento trainbr (Baysean Regulation), trainlm (levemberg-Maquardt) e traingdx (Gradiente descendente com taxas adaptativas de momentum e aprendizado), disponíveis no Matlab. A normalização dos dados foi realizada de forma a padronizá-los entre os extremos “-1” e “+1”, para cada uma das variáveis.

Foram testadas ainda estas configurações para cada conjunto de dados separado e também para os dois unidos em um só conjunto (2002-2003 e 2008-2009). Foram utilizados 70% dos dados para treinamento da rede e 30% dos dados para validação desta em todos os casos.

Os resultados obtidos por meio de todas estas configurações não foram satisfatórios, com taxas de erro de classificação que variaram de 40% a 60%, além de que os erros de classificação para as classes “déficit de peso” e “obesidade” ficaram próximos a 100%.

Assim, não foi possível utilizar os dados coletados pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) para predição do IMC da população. Isto fez com que houvesse a necessidade de se investigar a possível causa desta falta de ajustamento das redes construídas, levando às medidas de estatísticas descritivas univariadas.

### **2.3. Estatísticas descritivas**

Como forma de conhecer melhor o conjunto de dados trabalhado, procedeu-se a análise individualizada das variáveis constituintes dos conjuntos de dados disponíveis das POF 2002-2003 e 2008-2009, a fim de avaliar qual é o comportamento e as características da população que se enquadra em cada uma das classes de IMC.

Para tanto, foram utilizadas medidas de posição (média) e dispersão (desvio padrão), além da construção de histogramas, que mostram a distribuição de frequência das observações, considerando cada variável, classe de IMC e grande região do país.

Estas análises foram feitas utilizando o software R, por meio das funções `summary()`, `var()`, `hist()` e `plot()`.

### 3. Resultados

A possibilidade de prever o IMC da população brasileira foi avaliada por meio das variáveis coletadas em comum pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e pela Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), sendo identificadas dezesseis variáveis em comum entre estas pesquisas. Desta forma, foram utilizadas para as análises: oito variáveis relacionadas aos domicílios, sete variáveis relacionadas aos moradores e uma variável (unidade da federação) em comum aos domicílios e moradores.

Assim, na Tabela 2 estão descritas as variáveis utilizadas e também as unidades de medidas e categorias de respostas para aquelas em que há esta classificação.

O tratamento dos microdados disponíveis no banco de dados do IBGE permitiu a caracterização da amostra utilizada nesta pesquisa. Assim, foram consideradas as pessoas com idade igual ou superior a 20 anos, homens e mulheres que não estivessem grávidas ou em estágio de lactação e também foram consideradas apenas as observações em que todas as variáveis estivessem preenchidas. Assim o número de observações utilizadas para as análises foi de 101.345 de um total de 182.333 moradores e 48.470 domicílios para a POF 02-03, e 120.204 de um total de 190.159 moradores e 55.970 domicílios para a POF 08-09.

Destes conjuntos de dados foram obtidas as frequências de cada classe de IMC por grande região do Brasil para as pesquisas POF realizadas nos períodos de 2002-2003 e de 2008-2009 (Tabela 3). Percebe-se que a maior parte de população está classificada nas classes “normalidade” e “sobrepeso” em todas as grandes regiões do país. Também se observa a redução do percentual de pessoas nas classes “déficit” de peso e “normalidade” e aumento nas classes “sobrepeso” e “obesidade” entre as duas pesquisas analisadas.

**Tabela 2** – Variáveis comuns às pesquisas PNAD e POF e suas unidades ou categorias de medidas.

Variável	Unidade de medida / Categorias de respostas
Unidade da federação (estado)	1: Rondônia; 2: Acre; 3: Amazonas; 4: Roraima; 5: Pará; 6: Amapá; 7: Tocantins; 8: Maranhão; 9: Piauí; 10: Ceará; 11: Rio Grande do Norte; 12: Paraíba; 13: Pernambuco; 14: Alagoas; 15: Sergipe; 16: Bahia; 17: Minas Gerais; 18: Espírito Santo; 19: Rio de Janeiro; 20: São Paulo; 21: Paraná; 22: Santa Catarina; 23: Rio Grande do Sul; 24: Mato Grosso do Sul; 25: Mato Grosso; 26: Goiás; 27: Distrito Federal
<b>Domicílios</b>	
Tipo de Domicílio	1: Casa; 2: Apartamento; 3: Cômodo
Abastecimento de Água	1: Rede geral; 2: Poço ou nascente; 3: Outra forma
Escoadouro sanitário	1: Rede geral de esgoto; 2: Fossa séptica; 3: Fossa rudimentar; 4: Vala; 5: Rio, lago ou mar; 6: Outro escoadouro; 7: Não tem
Condição de ocupação do domicílio	1: Próprio já pago; 2: Próprio em aquisição; 3: cedido por empregador; 4: Cedido por particular; 5: Outra; 6: Alugado
Número de moradores	Quantidade
Número de Cômodos	Quantidade
Número de dormitórios	Quantidade
Número de banheiros	Quantidade
<b>Moradores</b>	
Gênero	1: Masculino; 2: Feminino
Frequência à escola	1: Rede privada; 2: Rede pública; 3: Já frequentou; 4: Nunca frequentou
Nível de instrução	0: Sem Instrução; 1: Creche; 2: Pré-Escola; 3: Alfabetização de crianças; 4: Alfabetização de adultos; 5: Ensino fundamental seriado; 6: Ensino fundamental não seriado; 9: Supletivo do ensino fundamental; 10: Ensino médio; 11: Supletivo do ensino médio; 12: Tecnológico; 13: Pré-vestibular; 14: Superior; 15: Especialização; 16: Mestrado ou doutorado
Cor ou raça	1: Branca; 2: Negra; 3: Amarela; 4: Parda; 5: Indígena
Idade	Anos
Tempo de estudo	Anos
Renda familiar	R\$/mês

**Tabela 3** – Frequência da população em cada classe de IMC por grande região do Brasil nas Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF) realizadas em 2002-2003 e 2008-2009.

Pesquisa POF	Classe de IMC	Percentual da população por grande região				
		Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste
2002-2003	Déficit de Peso	3,96	5,39	4,38	2,89	4,43
	Normalidade	59,84	58,05	54,37	52,84	55,31
	Sobrepeso	27,11	27,29	30,02	32,13	30,47
	Obesidade	9,09	9,27	11,22	12,14	9,79
2008-2009	Déficit de Peso	2,62	3,58	2,65	1,81	2,87
	Normalidade	49,51	50,86	48,35	44,38	48,44
	Sobrepeso	34,60	32,46	34,31	36,34	33,51
	Obesidade	13,27	13,10	14,69	17,47	15,18

Como forma de prever os índices de massa corporal (IMC), foram realizadas análises dos dados por meio de Redes Neurais Artificiais (RNA) para os dados das POF 2002-2003 e 2008-2009, de forma separada e também em conjunto. Os resultados obtidos pela técnica de RNA foram inconclusivos e insuficientes para promover a classificação da população em relação ao IMC com base nas variáveis avaliadas. As predições realizadas pelas diversas configurações de arquitetura da RNA resultaram em erros que variaram de 40% a 60% nas classificações dos indivíduos, sendo que em todas estas configurações o índice de classificações corretas associadas às classes “déficit de peso” e “obesidade” ficou próxima de zero, ou seja, nenhum indivíduo foi classificado nessas faixas de IMC. Estes resultados foram observados quando tratados de forma geral, ou seja, para o país como um todo, e também quando tratados para cada região individualmente. Isto é um indicativo de que, independentemente da grande região do país, as variáveis em estudo não são suficientes para fornecer a classificação da população em relação ao IMC. Assim, a utilização das pesquisas PNAD para predição do IMC foi descartada, já que não foi possível obter uma RNA que pudesse fornecer tal classificação.

Como forma de avaliar a causa de não ser possível o reconhecimento do padrão existente para os conjuntos de dados disponíveis, foram realizadas algumas análises estatísticas descritivas, tais como: medidas de posição, dispersão e frequência das observações para cada uma das variáveis em estudo. Foram obtidos valores médios e de desvios padrão para todas as variáveis, inclusive aquelas em que a faixa de valores é categórica. Para estas últimas, as médias e desvios foram calculados apenas com a finalidade de comparação entre as classes e não para obtenção de conclusões sobre estes valores. Foi observado que a média e o desvio padrão de cada uma das variáveis apresentaram valores muito próximos entre si, para todas as classes de IMC (Tabelas 4 e 5).

**Tabela 4** – Valores médios e seus respectivos desvios padrão das variáveis coletadas com escalas categóricas nas POF de 2002-2003 e de 2008-2009, por classe de IMC, para cada grande região do Brasil.

Variável	POF	Classe de IMC	Grandes regiões				
			N	NE	SE	S	CO
Abastecimento de água	02-03	Déf. de Peso	1,56±0,67	1,47±0,77	1,24±0,47	1,21±0,46	1,32±0,50
		Normalidade	1,58±0,67	1,46±0,76	1,20±0,44	1,20±0,42	1,32±0,50
		Sobrepeso	1,54±0,64	1,34±0,68	1,16±0,40	1,18±0,40	1,29±0,49
		Obesidade	1,48±0,61	1,29±0,62	1,16±0,39	1,20±0,41	1,30±0,50
	08-09	Déf. de Peso	1,44±0,57	1,33±0,60	1,20±0,42	1,24±0,43	1,27±0,46
		Normalidade	1,51±0,59	1,31±0,60	1,18±0,40	1,22±0,42	1,28±0,46
		Sobrepeso	1,46±0,57	1,25±0,54	1,16±0,38	1,21±0,41	1,29±0,47
		Obesidade	1,42±0,55	1,24±0,52	1,17±0,39	1,21±0,41	1,27±0,45

**Tabela 4** – Continuação.

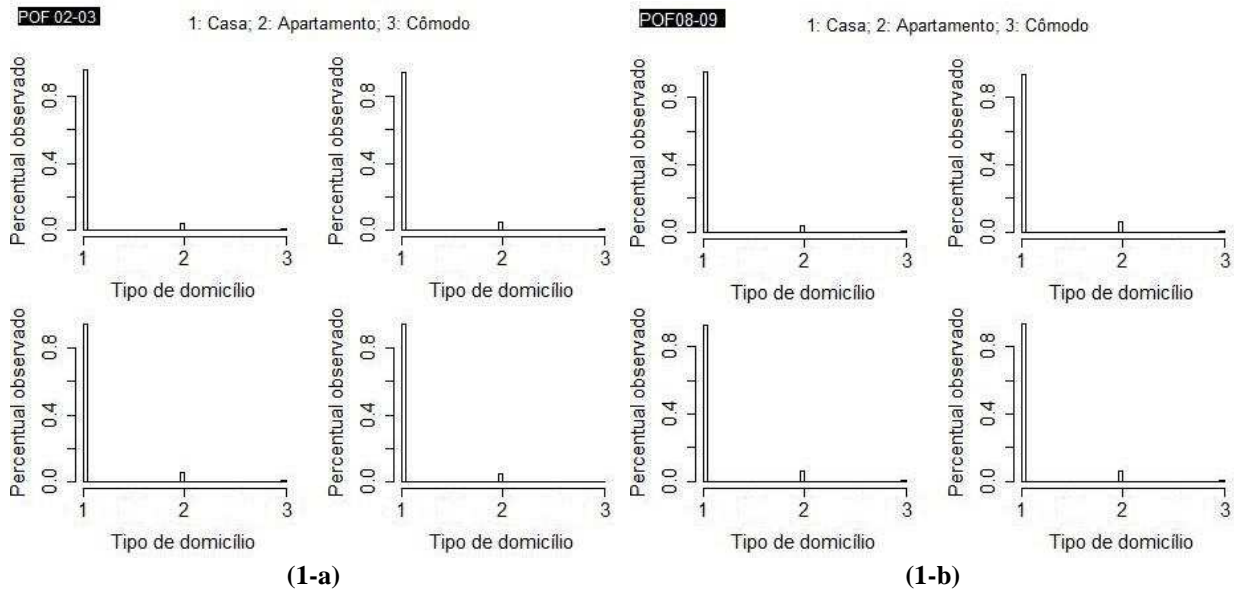
Variável	POF	Classe de IMC	Grandes regiões				
			N	NE	SE	S	CO
Escoadouro de esgoto	02-03	Déf. de Peso	3,25±1,74	3,27±2,13	2,10±1,70	2,13±1,31	2,63±1,40
		Normalidade	3,17±1,72	3,12±2,02	1,91±1,51	1,94±1,07	2,59±1,29
		Sobrepeso	2,96±1,62	2,75±1,75	1,72±1,32	1,94±1,06	2,45±1,20
		Obesidade	2,84±1,51	2,61±1,61	1,69±1,25	1,94±1,08	2,45±1,13
	08-09	Déf. de Peso	3,03±1,62	2,86±1,87	1,75±1,32	2,08±1,00	2,35±1,14
		Normalidade	2,92±1,48	2,77±1,73	1,66±1,19	2,06±1,05	2,26±1,10
Sobrepeso		2,80±1,39	2,56±1,55	1,59±1,12	2,02±0,95	2,26±1,06	
Condição de ocupação	02-03	Obesidade	2,67±1,30	2,47±1,51	1,62±1,15	1,99±0,99	2,29±1,06
		Déf. de Peso	1,73±1,57	1,88±1,69	2,12±1,82	2,16±1,85	2,25±1,87
		Normalidade	1,75±1,57	1,91±1,70	2,14±1,82	2,10±1,82	2,25±1,88
		Sobrepeso	1,67±1,49	1,89±1,71	2,04±1,78	1,94±1,74	2,15±1,83
	08-09	Obesidade	1,63±1,44	1,85±1,67	2,06±1,76	1,85±1,66	2,15±1,81
		Déf. de Peso	1,82±1,66	1,82±1,67	2,23±1,94	2,04±1,81	2,39±1,99
Normalidade		1,81±1,66	1,89±1,73	2,18±1,90	2,02±1,79	2,33±1,92	
Frequência escolar	02-03	Sobrepeso	1,80±1,65	1,90±1,74	2,14±1,87	1,88±1,68	2,24±1,88
		Obesidade	1,77±1,64	1,88±1,73	1,98±1,75	1,84±1,66	2,21±1,88
		Déf. de Peso	2,92±0,67	3,03±0,71	2,96±0,64	2,94±0,65	2,96±0,71
		Normalidade	2,93±0,60	3,02±0,65	2,93±0,57	2,90±0,54	2,96±0,56
	08-09	Sobrepeso	2,97±0,57	3,06±0,59	2,99±0,50	2,97±0,45	3,01±0,51
		Obesidade	2,99±0,55	3,08±0,55	3,01±0,48	3,01±0,40	3,04±0,47
Déf. de Peso		2,91±0,60	2,96±0,65	2,90±0,64	2,86±0,71	2,95±0,66	
Nível de instrução	02-03	Normalidade	2,92±0,59	2,97±0,56	2,92±0,53	2,90±0,52	2,93±0,56
		Sobrepeso	2,98±0,52	3,02±0,50	2,96±0,47	2,95±0,45	2,98±0,48
		Obesidade	2,96±0,53	3,03±0,49	3,00±0,42	2,99±0,41	2,98±0,47
		Déf. de Peso	6,36±4,02	5,56±4,12	6,48±3,98	6,45±3,94	6,39±4,27
	08-09	Normalidade	6,33±3,71	5,69±3,965	6,95±3,90	7,22±3,77	6,68±3,87
		Sobrepeso	6,16±3,67	5,68±3,91	6,61±3,81	6,61±3,54	6,28±3,77
Obesidade		6,14±3,66	5,56±3,81	6,49±3,83	6,11±3,24	6,18±3,72	
Gênero	02-03	Déf. de Peso	5,39±4,00	5,07±4,15	6,02±4,14	5,95±4,50	5,61±4,42
		Normalidade	5,88±4,15	5,71±4,03	6,85±4,10	6,80±4,08	6,45±4,23
		Sobrepeso	6,21±4,03	5,91±3,90	6,94±3,97	6,69±3,80	6,54±4,03
		Obesidade	6,15±4,03	5,90±3,85	6,78±3,85	6,46±3,68	6,43±3,94
	08-09	Déf. de Peso	1,67±0,47	1,66±0,48	1,65±0,48	1,69±0,46	1,69±0,46
		Normalidade	1,47±0,50	1,48±0,50	1,49±0,50	1,52±0,50	1,51±0,50
Sobrepeso		1,43±0,50	1,51±0,50	1,47±0,50	1,45±0,50	1,44±0,50	
Cor e raça	02-03	Obesidade	1,57±0,50	1,64±0,48	1,62±0,49	1,60±0,49	1,56±1,50
		Déf. de Peso	1,65±0,48	1,66±0,47	1,68±0,47	1,70±0,46	1,66±0,48
		Normalidade	1,50±0,50	1,51±0,50	1,52±0,50	1,53±0,50	1,52±0,50
		Sobrepeso	1,46±0,50	1,51±0,50	1,48±0,50	1,46±0,50	1,46±0,50
	08-09	Obesidade	1,59±0,49	1,63±0,48	1,61±0,49	1,58±0,49	1,58±0,49
		Déf. de Peso	3,12±1,35	2,99±1,37	2,22±1,41	1,57±1,14	2,48±1,46
Normalidade		3,11±1,35	2,97±1,38	2,16±1,40	1,41±1,00	2,50±1,47	
Tipo de domicílio	02-03	Sobrepeso	3,08±1,37	2,93±1,40	2,10±1,38	1,40±0,97	2,44±1,47
		Obesidade	3,10±1,35	2,91±1,41	2,12±1,39	1,47±1,05	2,48±1,46
		Déf. de Peso	3,26±1,28	2,99±1,35	2,25±1,39	1,68±1,21	2,58±1,44
		Normalidade	3,21±1,31	3,01±1,34	2,26±1,42	1,56±1,13	2,55±1,44
	08-09	Sobrepeso	3,21±1,31	2,97±1,36	1,48±0,50	1,51±1,10	2,55±1,45
		Obesidade	3,14±1,32	2,98±1,35	1,61±0,49	1,58±0,49	2,50±1,44
Déf. de Peso		1,05±0,29	1,03±0,21	1,12±0,34	1,04±0,20	1,02±0,17	
Tipo de domicílio	02-03	Normalidade	1,05±0,27	1,04±0,21	1,12±0,33	1,07±0,26	1,04±0,21
		Sobrepeso	1,03±0,20	1,04±0,21	1,13±0,34	1,06±0,24	1,05±0,22
		Obesidade	1,03±0,19	1,03±0,18	1,12±0,33	1,05±0,22	1,03±0,20
		Déf. de Peso	1,05±0,27	1,05±0,27	1,09±0,30	1,06±0,24	1,05±0,26
	08-09	Normalidade	1,06±0,30	10,5±0,23	1,12±0,35	1,08±0,28	1,06±0,27
		Sobrepeso	1,06±0,29	1,05±0,24	1,12±0,34	1,07±0,27	1,06±0,25
Obesidade		1,05±0,25	1,06±0,25	1,11±0,32	1,07±0,26	1,05±0,25	

**Tabela 5** – Valores médios e seus respectivos desvios padrão das variáveis coletadas com escalas intervalares nas POF de 2002-2003 e de 2008-2009, por classe de IMC, para cada grande região do Brasil.

Variável	POF	Classe de IMC	Grandes regiões				
			N	NE	SE	S	CO
Número de moradores	02-03	Déf. de Peso	4,83±2,66	4,84±2,46	4,03±1,94	3,88±1,72	4,00±2,13
		Normalidade	4,82±2,45	4,69±2,30	3,97±1,81	3,68±1,61	3,92±1,76
		Sobrepeso	4,68±2,30	4,44±2,11	3,88±1,73	3,67±1,53	3,82±1,74
		Obesidade	4,62±2,23	4,41±2,06	3,89±1,70	3,60±1,53	3,83±1,66
	08-09	Déf. de Peso	4,61±2,36	4,28±2,20	3,77±1,67	3,72±1,46	3,55±1,76
		Normalidade	4,56±2,34	4,20±2,03	3,61±1,64	3,55±1,52	3,61±1,64
Sobrepeso		4,35±2,22	4,04±1,95	3,52±1,54	3,44±1,45	3,51±1,55	
Obesidade		4,33±2,15	4,03±1,92	3,53±1,56	3,42±1,49	3,55±1,53	
Número de cômodos	02-03	Déf. de Peso	5,09±2,00	5,88±2,10	6,04±2,23	6,26±2,53	5,85±2,36
		Normalidade	5,15±2,08	6,00±2,16	6,34±2,44	6,53±2,51	6,01±2,41
		Sobrepeso	5,39±2,10	6,31±2,25	6,46±2,37	6,67±2,47	6,21±2,50
		Obesidade	5,52±2,07	6,41±2,20	6,53±2,45	6,48±2,46	6,32±2,45
	08-09	Déf. de Peso	5,13±2,04	5,85±2,06	6,28±2,33	6,48±2,24	6,11±2,25
		Normalidade	5,17±2,10	6,07±2,12	6,36±2,27	6,59±2,34	6,17±2,35
Sobrepeso		5,38±2,17	6,24±2,11	6,47±2,33	6,78±2,39	6,35±2,29	
Obesidade		5,63±2,18	6,34±2,18	6,53±2,29	6,72±2,30	6,39±2,28	
Número de dormitórios	02-03	Déf. de Peso	2,13±0,99	2,31±0,96	2,11±0,89	2,21±0,93	2,13±0,96
		Normalidade	2,16±0,94	2,30±0,93	2,17±0,91	2,19±0,89	2,14±0,87
		Sobrepeso	2,19±0,94	2,29±0,91	2,16±0,89	2,20±0,88	2,15±0,87
		Obesidade	2,23±0,92	2,31±0,89	2,18±0,90	2,18±0,90	2,18±0,86
	08-09	Déf. de Peso	2,18±0,98	2,26±0,97	2,20±0,89	2,23±0,88	2,15±0,95
		Normalidade	2,15±0,98	2,23±0,93	2,09±0,87	2,20±0,88	2,10±0,90
Sobrepeso		2,15±0,95	2,21±0,90	2,07±0,86	2,16±0,89	2,08±0,88	
Obesidade		2,19±0,97	2,22±0,90	2,09±0,87	2,16±0,90	2,09±0,88	
Número de banheiros	02-03	Déf. de Peso	1,00±0,59	0,97±0,73	1,20±0,66	1,23±0,76	1,22±0,86
		Normalidade	1,04±0,65	1,05±0,77	1,32±0,77	1,32±0,77	1,27±0,78
		Sobrepeso	1,13±0,67	1,19±0,82	1,38±0,76	1,33±0,74	1,33±0,84
		Obesidade	1,16±0,66	1,24±0,80	1,40±0,83	1,28±0,71	1,39±0,90
	08-09	Déf. de Peso	1,05±0,57	1,05±0,67	1,32±0,72	1,32±0,76	1,31±0,74
		Normalidade	1,13±0,63	1,13±0,72	1,38±0,74	1,35±0,70	1,35±0,79
Sobrepeso		1,20±0,69	1,21±0,72	1,42±0,77	1,40±0,73	1,40±0,82	
Obesidade		1,25±0,64	1,26±0,75	1,44±0,77	1,37±0,70	1,41±0,84	
Tempo de estudo (anos)	02-03	Déf. de Peso	5,68±4,58	4,94±4,55	6,12±4,56	6,13±4,50	6,03±4,78
		Normalidade	5,73±4,39	5,09±4,52	6,72±4,55	7,08±4,39	6,45±4,50
		Sobrepeso	5,60±4,40	5,14±4,54	6,36±4,54	6,39±4,28	6,02±4,46
		Obesidade	5,55±4,38	4,97±4,44	6,09±4,60	5,76±3,98	5,97±4,45
	08-09	Déf. de Peso	6,38±4,54	6,12±4,81	7,32±4,52	7,48±4,73	6,73±4,78
		Normalidade	6,90±4,58	6,27±4,68	7,76±4,44	7,84±4,40	7,54±4,53
Sobrepeso		6,72±4,60	6,03±4,64	7,49±4,43	7,25±4,31	7,11±4,52	
Obesidade		6,73±4,61	5,87±4,61	6,95±4,43	6,69±4,29	6,79±4,51	
Renda (R\$/mês)	02-03	Déf. de Peso	1325±2374	1069±2419	1681±2247	1862±3569	1483±2073
		Normalidade	1424±2418	1164±3182	2264±3378	2142±3116	1804±3349
		Sobrepeso	1628±2410	1164±3182	2458±3378	2186±3048	1976±3681
		Obesidade	1801±3842	1454±5683	2543±3547	2102±2882	2021±3189
	08-09	Déf. de Peso	1860±2055	1597±1904	2582±4168	2815±3188	2212±2499
		Normalidade	2147±2764	1790±2585	2988±4238	3058±3678	2701±3788
Sobrepeso		2426±3082	1997±2714	3238±4581	3244±3795	2991±4107	
Obesidade		2708±3254	2220±3254	3297±4983	3220±3771	3060±4218	
Idade (anos)	02-03	Déf. de Peso	39,08±18,82	39,96±19,27	41,27±19,94	41,40±19,54	39,07±17,90
		Normalidade	37,59±14,86	39,45±16,45	41,25±16,59	39,90±15,32	38,33±14,95
		Sobrepeso	42,03±14,44	44,49±15,65	44,99±15,42	44,97±14,97	42,96±14,54
		Obesidade	43,89±13,77	46,04±15,00	47,26±14,72	47,68±14,18	44,47±13,71
	08-09	Déf. de Peso	37,03±17,64	40,52±19,68	41,27±19,94	40,57±20,12	41,49±19,25
		Normalidade	37,67±15,76	39,74±16,80	41,25±16,59	40,69±16,16	39,63±15,99
Sobrepeso		41,90±14,94	44,10±16,03	44,99±15,42	45,77±15,34	43,84±15,12	
Obesidade		44,10±14,09	45,65±15,53	47,26±14,72	47,79±14,86	45,62±14,08	

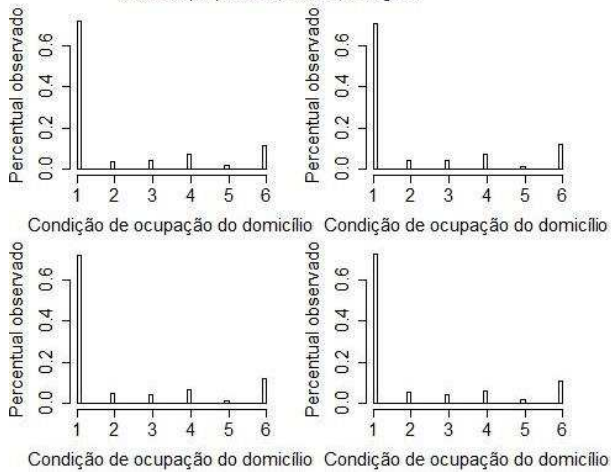
Desta forma, pode-se perceber que houve algumas variações entre as regiões, para valores médios e de desvios de algumas variáveis, considerando uma mesma classe de IMC. Porém, ao analisar cada variável individualmente, os valores médios e de desvio padrão são muito próximos entre as classes, independentemente da região estudada.

Uma vez que o comportamento em termos de médias e desvios padrão para cada variável e cada classe de IMC foi similar nas diferentes regiões, procedeu-se uma análise de frequências dos valores de forma agrupada para o país como um todo. Os histogramas estão representados nas Figuras 1 e 2, divididas apenas por variáveis categóricas e aquelas em que a unidade de medida é intervalar, respectivamente. Observa-se claramente que não somente a média e o desvio padrão são semelhantes, mas sim toda a distribuição de frequência dos valores encontrados na amostra. Apenas a variável “idade” apresentou comportamento diferenciado entre as classes de IMC, em que há maior concentração de pessoas mais jovens nas classes de “déficit de peso” e de “normalidade” e também a variável gênero, que mostra maior concentração de mulheres nas classes “déficit de peso” e “obesidade”, isto para ambos os períodos analisados.



POF 02-03

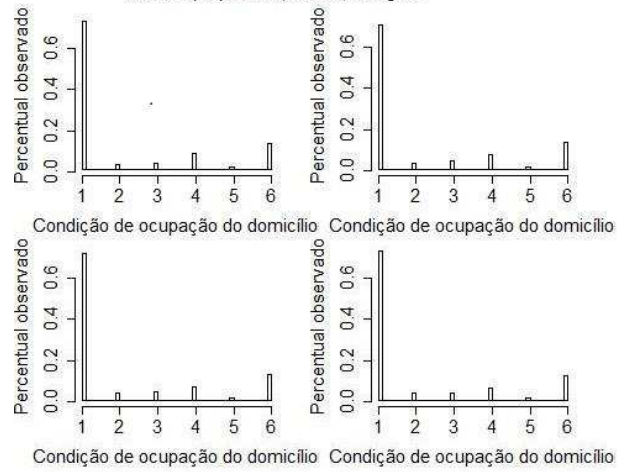
1: Próprio pago; 2: Próprio em aquisição; 3: Cedido por empregador; 4: Cedido por particular; 5: Outra; 6: Alugado



(1-c)

POF08-09

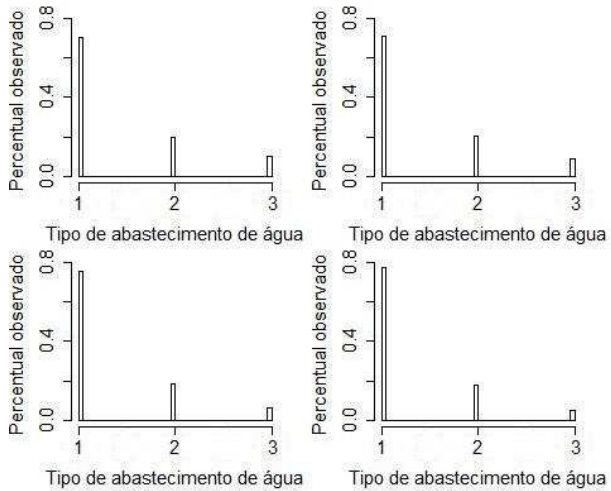
1: Próprio pago; 2: Próprio em aquisição; 3: Cedido por empregador; 4: Cedido por particular; 5: Outra; 6: Alugado



(1-d)

POF 02-03

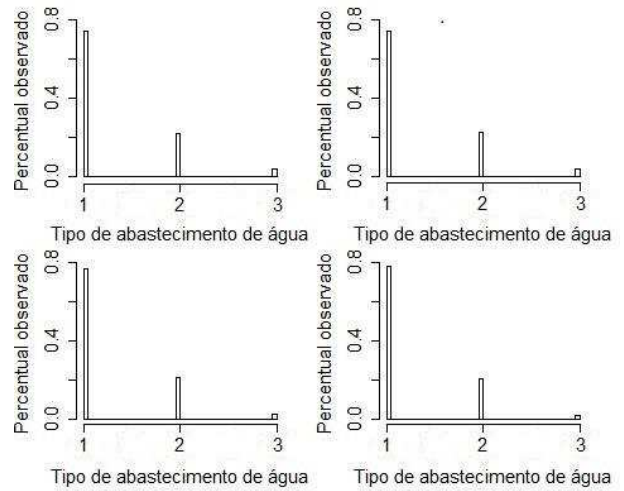
1: Rede geral; 2: Poço ou nascente; 3: Outra forma



(1-e)

POF08-09

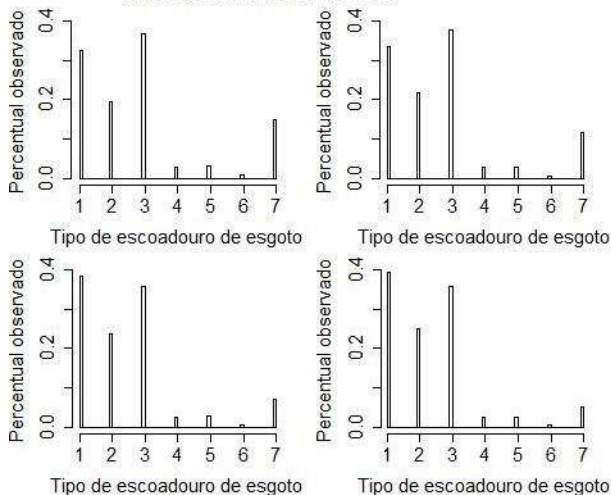
1: Rede geral; 2: Poço ou nascente; 3: Outra forma



(1-f)

POF 02-03

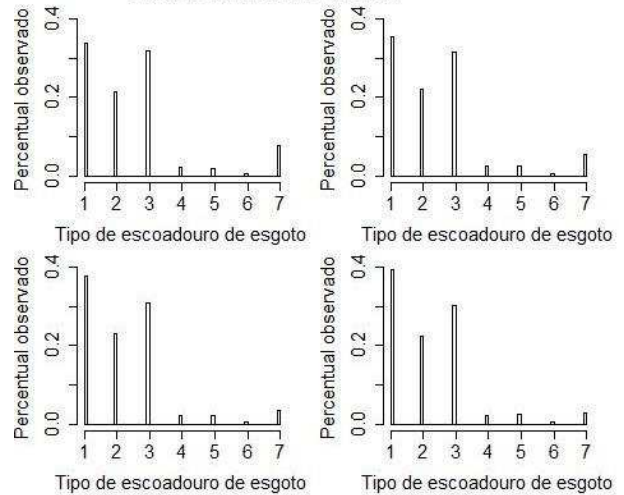
1: Rede geral; 2:Fossa séptica; 3: Fossa rudimentar; 4: Vala; 5: Rio, lago ou mar; 6:Outro; 7: Não tem



(1-g)

POF08-09

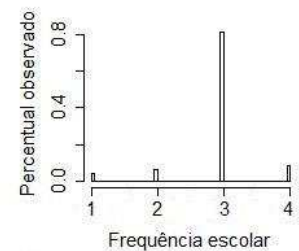
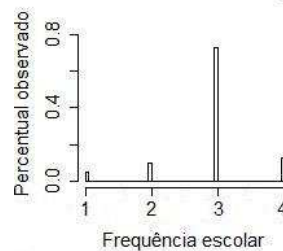
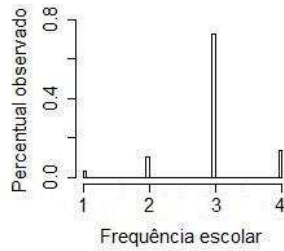
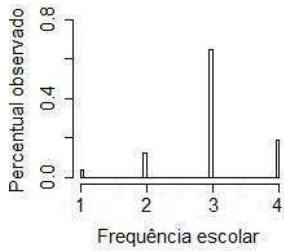
1: Rede geral; 2:Fossa séptica; 3: Fossa rudimentar; 4: Vala; 5: Rio, lago ou mar; 6:Outro; 7: Não tem



(1-h)

**POF 02-03** 1: Rede privada; 2: Rede pública; 3: Já frequentou; 4: nunca frequentou

**POF08-09** 1: Rede privada; 2: Rede pública; 3: Já frequentou; 4: nunca frequentou

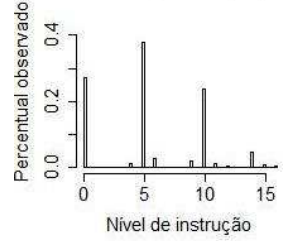
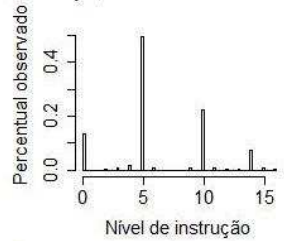


(1-i)

(1-j)

**POF 02-03** 0: Sem instrução; 1: Creche; 2: Pré-escola; 3: Alfabetização para crianças; 4: Alfabetização para adultos; 5: Ensino fundamental seriado; 6: Ensino fundamental não seriado; 9: Supletivo fundamental; 10 Ensino médio; 11: Supletivo ensino médio; 12: Tecnológico; 13: Superior incompleto; 14: Superior completo; 15: Especialização; 16: Mestrado ou doutorado

**POF08-09** 0: Sem instrução; 1: Creche; 2: Pré-escola; 3: Alfabetização para crianças; 4: Alfabetização para adultos; 5: Ensino fundamental seriado; 6: Ensino fundamental não seriado; 9: Supletivo fundamental; 10 Ensino médio; 11: Supletivo ensino médio; 12: Tecnológico; 13: Superior incompleto; 14: Superior completo; 15: Especialização; 16: Mestrado ou doutorado

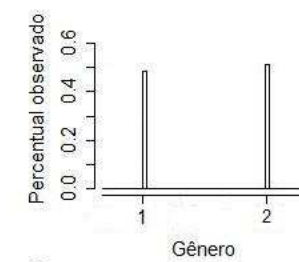
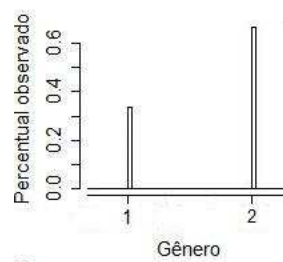
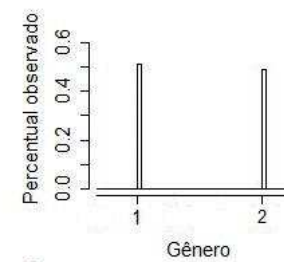
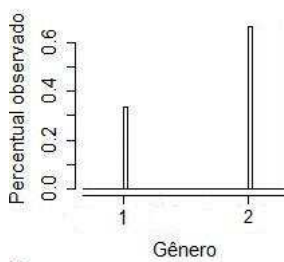


(1-k)

(1-l)

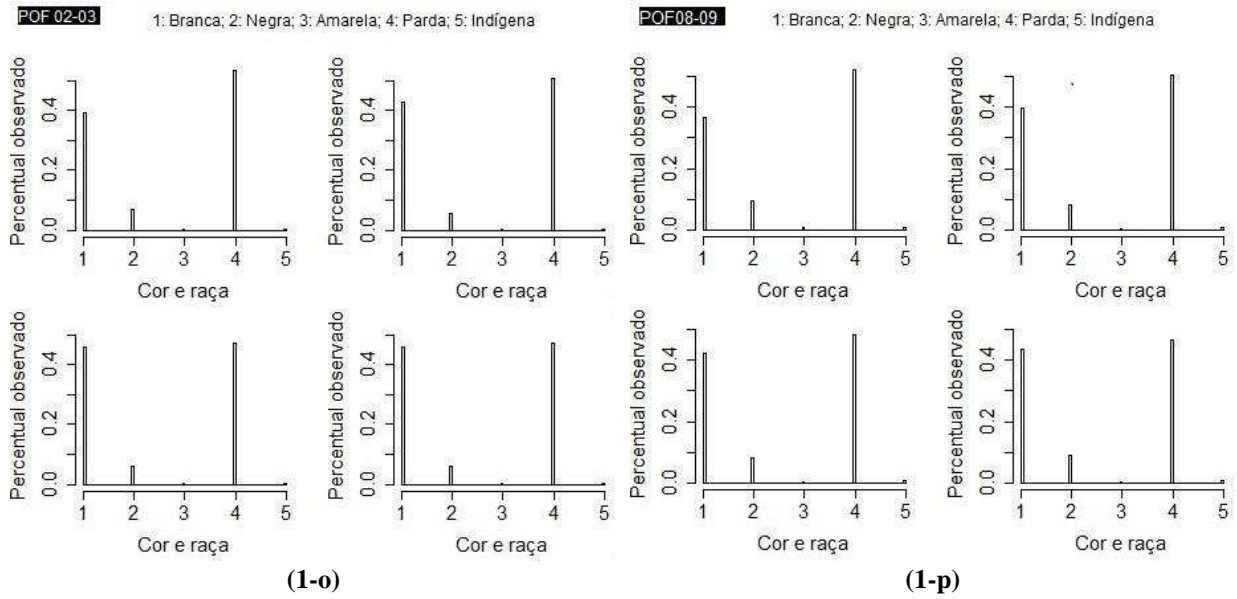
**POF 02-03** 1: Masculino; 2: Feminino

**POF08-09** 1: Masculino; 2: Feminino

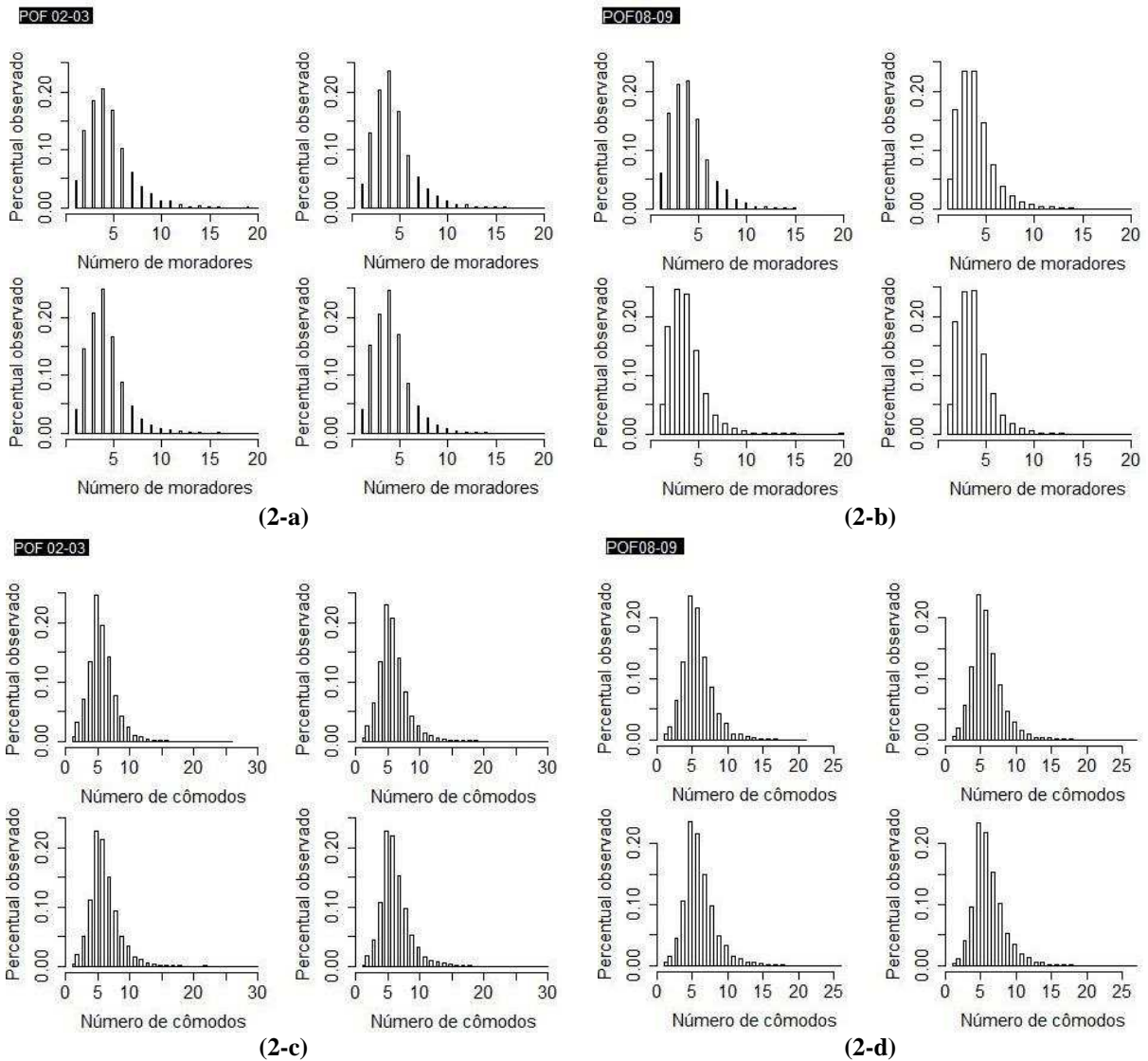


(1-m)

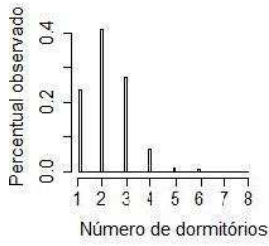
(1-n)



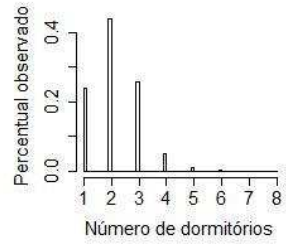
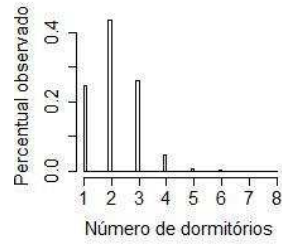
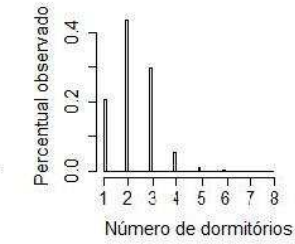
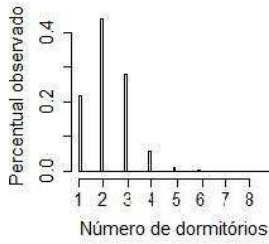
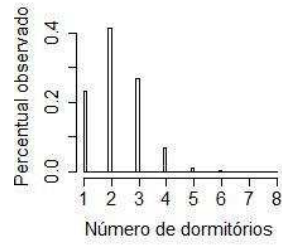
**Figura 1** – Histogramas por classe de IMC para variáveis com escala de avaliação categórica, referentes aos domicílios (Figuras a-h) e aos moradores (Figuras i-p). Classe “déficit de peso” no canto superior esquerdo, “normalidade” no superior direito, “sobrepeso” no inferior esquerdo e “obesidade” no inferior direito.



POF 02-03



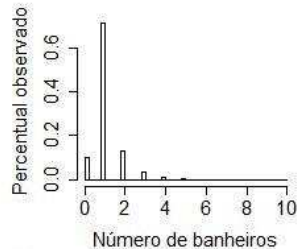
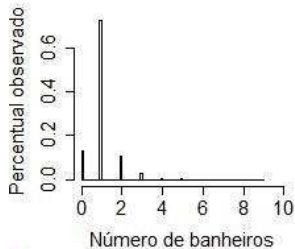
POF08-09



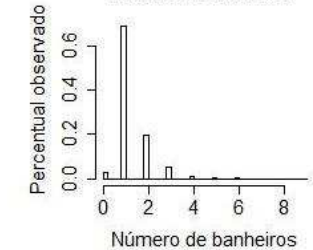
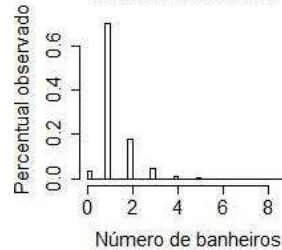
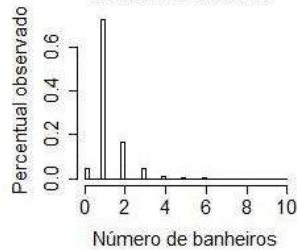
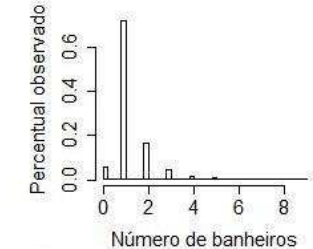
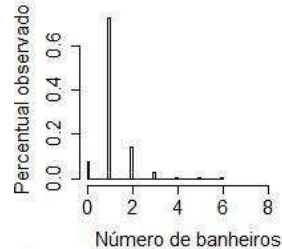
(2-e)

(2-f)

POF 02-03



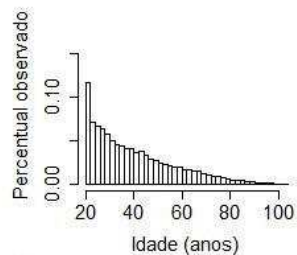
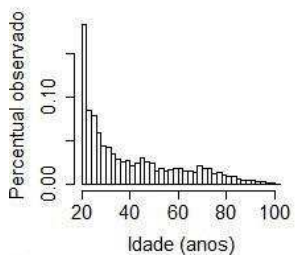
POF08-09



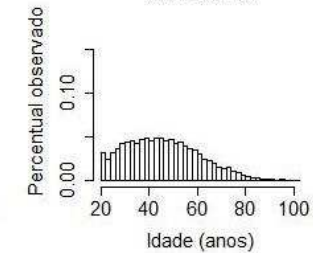
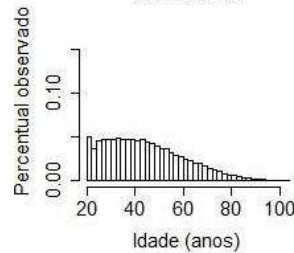
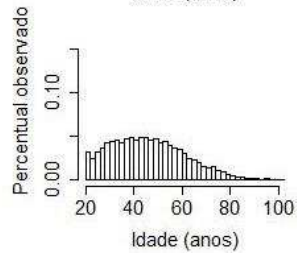
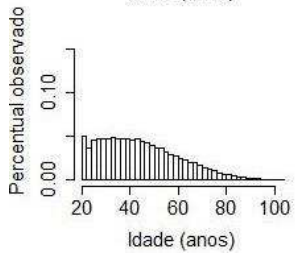
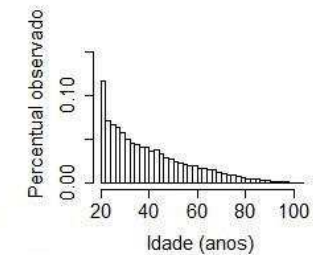
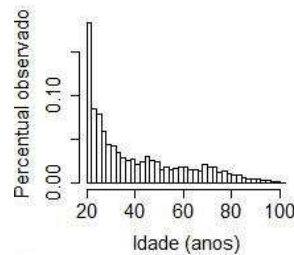
(2-g)

(2-h)

POF 02-03

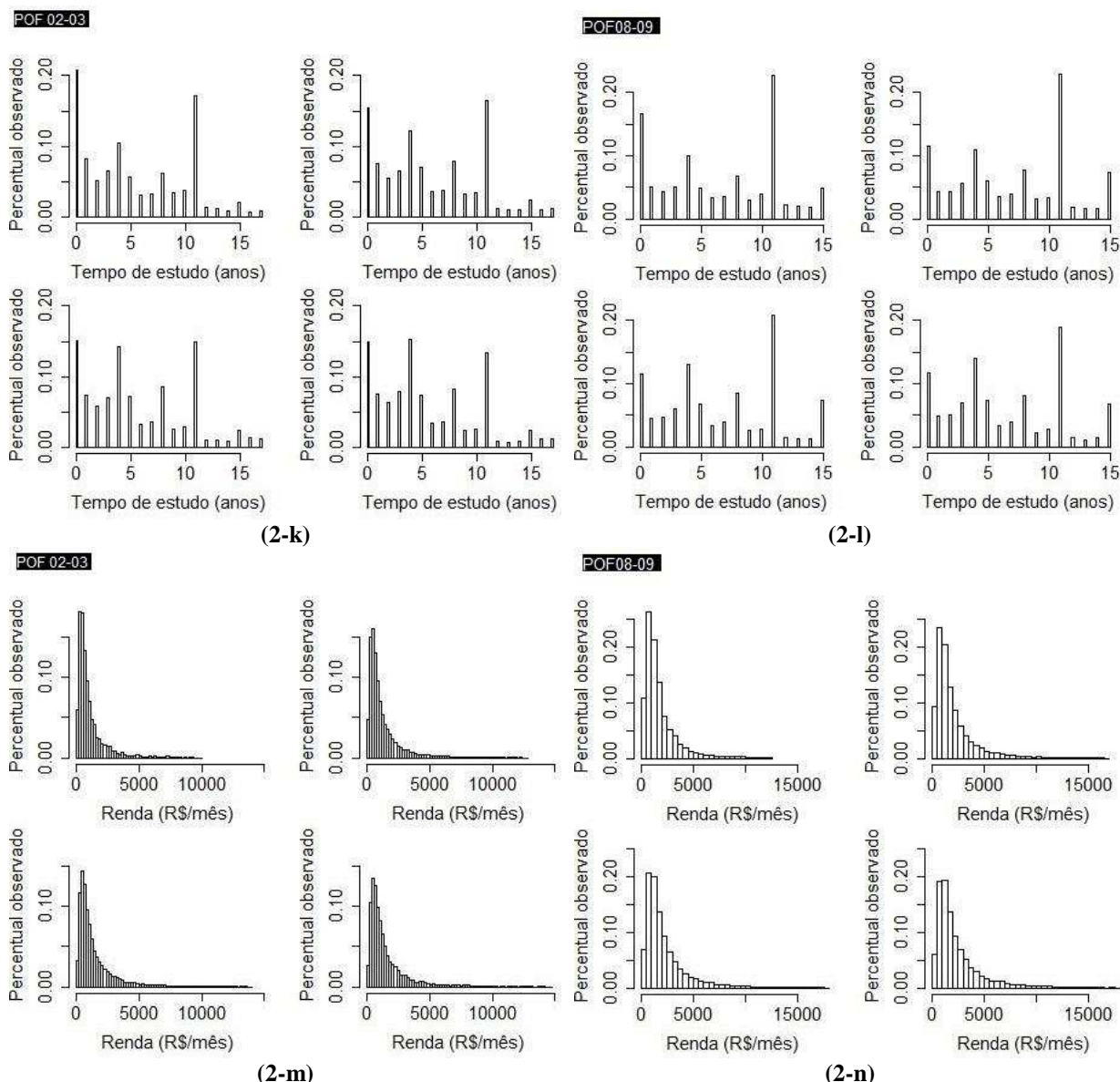


POF08-09



(2-i)

(2-j)



**Figura 2** – Histogramas por classe de IMC para variáveis com escala de avaliação intervalar, referentes aos domicílios (Figuras a-h) e aos moradores (Figuras i-n). Classe “déficit de peso” no canto superior esquerdo, “normalidade” no superior direito, “sobrepeso” no inferior esquerdo e “obesidade” no inferior direito.

Mediante os resultados expostos, pode-se inferir que as variáveis analisadas não permitem a discriminação da população em relação ao Índice de Massa Corporal, sendo, portanto, necessário que outras medidas sejam coletadas, para que o IMC possa ser monitorado de forma anual. Assim, o acompanhamento desta importante medida de segurança alimentar e nutricional poderá ser feito sem que esta seja coletada diretamente.

#### 4. Discussão

As variáveis utilizadas neste estudo não permitiram a discriminação da população em relação às classes de IMC previstas, já que as médias, desvios padrão e

frequência de observações foram muito similares entre as classes para todas as grandes regiões do país. Isto mostra a razão pela qual não foi possível obter um modelo de RNA que pudesse ser utilizado para classificar os indivíduos da população brasileira, e possibilitando o acompanhamento anual deste índice.

Embora o IMC não seja a melhor medida, este é o primeiro indicativo sobre a segurança alimentar e nutricional de uma população. Desta forma, o acompanhamento deste índice em menores intervalos temporais é de extrema importância.

Diversos pesquisadores têm levantado algumas medidas que podem estar relacionadas ao Índice de Massa Corporal das pessoas, por exemplo: (i) a ingestão de frutas e vegetais (inversamente relacionada ao IMC); (ii) a ingestão de carnes e ovos (relacionada positivamente com o IMC) (Dharod et al., 2013); (iii) o gênero, sendo que mulheres normalmente tem maior IMC (Larson e Story, 2011); (iv) a etnia, sendo que pessoas negras ou latinas podem apresentar maior IMC do que pessoas brancas, nos EUA (Flegal et al., 2012).

Em relação à segurança alimentar da população, alguns estudos mostram um paradoxo existente entre o Índice de Massa Corporal e a segurança alimentar da população de forma que, principalmente para as mulheres, há relação inversa entre a segurança alimentar e o IMC. Assim, para mulheres em insegurança alimentar há maior probabilidade de se encontrar obesidade (Dinour et al., 2007; Jilcott et al., 2011; Pan et al., 2012). Estes estudos foram realizados para a realidade dos Estados Unidos, porém serve de alerta para o que pode estar ocorrendo no Brasil que, mesmo tendo realidade diferente, pode apresentar o mesmo comportamento.

A prevalência de déficit de peso na população brasileira estava próxima a 5% na pesquisa realizada em 2002-2003, passando para menos de 3% na pesquisa de 2008-2009, em todas as grandes regiões do país. Em contrapartida, há aumento do percentual de pessoas nas classes “sobrepeso” e “obesidade”, o que gera certa preocupação quanto à segurança nutricional da população brasileira, já que cerca de 50% das pessoas estão enquadradas nestas classes na última pesquisa, enquanto na pesquisa anterior, a frequência destas classes era inferior a 40%.

Desta forma, há aparente segurança alimentar na população brasileira em todas as regiões país, porém este índice pode mascarar uma insegurança nutricional desta população. Assim sendo, não é suficiente encontrar medidas que permitam classificar indiretamente a população em relação ao IMC, mas também é necessário medir o índice de segurança alimentar da população por meio de um instrumento específico e

adequado, para que, de posse de todas estas informações, possam ser obtidas conclusões sobre a segurança alimentar e também nutricional da população em questão. Uma alternativa para tentar contornar esse problema, seria obter as variáveis “altura” e “peso” auto relatadas, porém, nesses casos, a altura seria normalmente superestimada e o peso seria subestimado, principalmente pelas mulheres. Portanto, a prevalência de obesidade seria provavelmente subestimada. As subestimações poderiam variar de acordo com idade, gênero, cor/raça e nível de escolaridade (Kuczmarski et al., 2001; Gillum e Sempos, 2005; Merrill e Richardson, 2009).

Uma sugestão seria a implementação de uma pesquisa semelhante à aplicada nos Estados Unidos, chamada de “U.S. Adult Food Security Survey Module”, que tem duas versões, uma completa com 18 itens e outra simplificada, constituída de seis itens apenas. Esta pesquisa é realizada por meio de questionários com questões objetivas, simples, com a finalidade de avaliar se a variedade e quantidade de alimentos é suficiente, se há preocupações de que os alimentos irão acabar antes de conseguir mais dinheiro e se houve situações de fome nos últimos meses anteriores à pesquisa. Desta forma, seria possível concluir quais seriam as características de uma família com insegurança alimentar e nutricional, além de associá-las ao IMC (Nord et al., 2002).

Por meio das variáveis analisadas, identifica-se que a população brasileira se encontra em provável segurança alimentar, uma vez que as quatro classes de IMC, índice preditor da segurança alimentar, foram caracterizadas de forma similar em relação às variáveis analisadas. Isto indica que, com base nessas variáveis, não é possível prever o IMC, mas também pode indicar que o país se encontra em estado de segurança alimentar, pois há pessoas com déficit de peso ou obesidade com diferentes idades, níveis de rendas familiares, etnias e nível de escolaridade, em todas as regiões do país, mostrando que estes fatores, isoladamente, não determinam o IMC dos indivíduos. Esta possível segurança alimentar identificada ao verificar a homogeneidade de características na amostra pode mascarar uma insegurança nutricional, uma vez que o aumento do percentual de pessoas obesas e com sobrepeso foi expressivo, mostrando um aumento de 25% do percentual da população nessa condição, no intervalo de seis anos (2002-2003 a 2008-2009).

É importante se certificar que a população não se encontra somente com segurança na disponibilidade e acesso aos alimentos, mas esteja em segurança nutricional (utilização dos alimentos), tendo acesso a alimentos com maior teor de micronutrientes e não somente em termos calóricos. Portanto, a avaliação do IMC para

determinar segurança alimentar e nutricional pode não ser um bom preditor quando avaliado individualmente, mas é importante que outras variáveis sejam analisadas em conjunto a este índice, de forma que seja possível a caracterização completa dos grupos com maior risco à insegurança alimentar.

## 5. Conclusão

A população brasileira está migrando para uma situação de maior índice de obesidade ao longo tempo, o que necessita de grande atenção por parte dos governantes do país, para que políticas públicas neste sentido sejam implementadas de forma eficiente e eficaz, a fim de reduzir a taxa de aumento da população obesa e, se possível, torná-las negativas. Assim, a aparente segurança alimentar dos brasileiros pode mascarar a insegurança nutricional que o país está vivendo.

Os instrumentos utilizados atualmente na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) não permite a classificação das pessoas, de forma indireta, quanto ao Índice de Massa Corporal (IMC). Sendo assim, o acompanhamento desta importante medida em intervalos temporais menores, se possível anualmente, é inviabilizado.

Medidas específicas de segurança alimentar e também de variáveis intimamente relacionadas ao IMC devem ser coletadas, para o melhor monitoramento da segurança alimentar e também nutricional da população brasileira.

## Referências Bibliográficas

- Aggarwal, A.; Monsivais, P.; Drewnowski, A. (2012) Nutrient intakes linked to better health outcomes are associated with higher diet costs in the US. *Plos One*, 7, e37533.
- Dachner, N.; Ricciuto, L.; Kirkpatrick, S. I.; Tarasuk, V. (2010) Food purchasing and food insecurity among low-income families in Toronto. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*, 71, e50-e56.
- Damico, A. (2011) Analyze Survey Data for Free with the R Language: analyze the pesquisa de orçamentos familiares (pof) with r. Disponível em: <<http://www.asdfree.com/search/label/pesquisa%20de%20orcamentos%20familiares%20%28pof%29>>. Acesso em agosto de 2014.
- \_\_\_\_ (2013) Analyze Survey Data for Free with the R Language: analyze the pesquisa nacional por amostra de domicílios (pnad) with r. Disponível em: <<http://www.asdfree.com/search/label/pesquisa%20nacional%20por%20amostra%20de%20domicilios%20%28pnad%29>>. Acesso em agosto de 2014.
- Dharod, J.M.; Croom, J.E.; Sady, C.S. (2013), Food Insecurity: Its Relationship to Dietary Intake and Body Weight among Somali Refugee Women in the United States. *Journal of Nutritional Education & Behavior*, 45, 47-53.
- Dinour, L.M.; Bergen, D.; Yeh, M. (2007) The Food Insecurity–Obesity Paradox: A Review of the Literature and the Role Food Stamps May Play. *Journal of American Dietetic Association*, 107:1952-1961.

- Doak, C.M.; Hoffman, D.J.; Norris, S.A.; Ponce, M.C.; Polman, K.; Griffiths, P.L. (2013) Is body mass index an appropriate proxy for body fat in children? *Global Food Security*, 2, 65–71.
- Drewnowski, A.; Darmon, N. (2005) Food choices and diet costs: an economic analysis. *Journal of Nutrition*, 135, 900-904.
- Drewnowski, A.; Specter, S. E. (2004) Poverty and obesity: the role of energy density and energy costs. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 6-16.
- EUFIC – European Food Information Council (2005) The determinants of choice. *EUFIC Review*, 04/2005.
- Flegal, K.; Carroll, M.; Kit, B.; Ogden, C. (2012) Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999-2010. *The Journal of the American Medical Association*, 307 (5), 491-497.
- Franklin, B.; Jones, A.; Love, D.; Puckett, S.; Macklin, J.; White-Means, S. (2012) Exploring mediators of food insecurity and obesity: a review of recent literature. *Journal of Community Health*, 37, 253-264.
- Gillum, R.F.; Sempos, C.T. (2005) Ethnic variation in validity of classification of overweight and obesity using self-reported weight and height in American women and men: The Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutrition Journal*, 4-27.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004) Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF 2002-2003. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro
- \_\_\_\_ (2010) Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF 2008-2009. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_ (2013) Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro.
- Jilcott, S.B.; Wall-Bassett, E.D.; Burke, S.C.; Moore, J.B. (2011) Associations between Food Insecurity, Supplemental Nutrition Assistance Program (SNAP) Benefits, and Body Mass Index among Adult Females. *Journal of American Dietetic Association*, 111, 1741-1745.
- Khashei, M.; Hamadani, A.Z.; Bijari, M. (2012) A novel hybrid classification model of artificial neural networks and multiple linear regression models. *Expert Systems with Applications*, 39 (3), 2606–2620.
- Kuczmarski, M.F.; Kuczmarski, R.J.; Najjar, M. (2001) Effects of age on validity of self-reported height, weight, and body mass index: Findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Journal of American Dietetic Association*, 101 (1), 28-34.
- Larson, N.I.; Story, M.T. (2011) Food Insecurity and Weight Status Among U.S. Children and Families: A Review of the Literature. *American Journal of Preventive Medicine*, 40 (2), 166–173.
- Levy, R. B.; Claro, R. M.; Mondini, L. Sichieri, R.; Monteiro, C. A. (2012) Distribuição regional e socioeconômica da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil em 2008-2009. *Revista de Saúde Pública*, 46 (1), 6-15.
- Merrill, R.M.; Richardson, J.S. (2009) Validity of self-reported height, weight, and body mass index: Findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2006. *Preventing Chronic Diseases*, 6 (4), A121.
- Nord, M.; Andrews, M.; Winicki, J. (2002) Frequency and duration of food insecurity and hunger in US households. *Journal of Nutritional Education & Behavior*, 34, 194-200.
- Paliwal, M.; Kumar, U.A. (2009) Neural networks and statistical techniques: A review of applications. *Expert Systems with Applications*, 36 (1), 2–17.
- Pan, L.; Sherry, B.; Njai, R.; Blanck, H.M. (2012) Food Insecurity Is Associated with Obesity among US Adults in 12 States. *Academy of Nutrition and Dietetics*, 112 (9), 1403-9.
- R Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Rehm, C. D.; Monsivais, P.; Drewnowski, A. (2011) The quality and monetary value of diets consumed by adults in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94, 1333-1339.

WHO – World Health Organization (1995) Physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, 854, Geneva, 1995. 462 p. Disponível em:

<[http://www.who.int/childgrowth/publications/physical\\_status/en](http://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status/en)>. Acesso em novembro de 2014.

### Anexos – Scripts para tratamento e padronização dos dados no software R

#### #Script para modificação da extensão dos arquivos baixados de .rda para .txt e selecionar as variáveis desejadas

```
setwd("C:/Users/Dados/POF") #Seleciona o diretório em que o arquivo está salvo
#Para o "ano i"
```

```
#Para o domicílio
load("ano i/t_domicilio_s.rda") #Carrega o arquivo .rda
```

```
b<-t_domicilio_s[a[c(2:8,10:13,17:26,32,34:64)]] #Somente as variáveis desejadas
#Cria um arquivo .txt com as variáveis desejadas
write.table(b,"ano i/domicilios_ano_i.txt",quote=T,row.names=F,col.names=T)
```

```
#Para o morador (de forma semelhante ao domicílio)
load("ano i/t_morador_s.rda")
```

```
b<-t_morador_s[a[c(2:5,8:10,18,21:38,41:42,48:50,52:54,56:57,59)]]
write.table(b,"ano i/mor_ano_i.txt",quote=T,row.names=F,col.names=T)
```

#### #Script para unir os arquivos com os dados de moradores e domicílios em um conjunto único

```
setwd("C:/Users/Dados/POF") #Selecionando o diretório correto
```

```
dom_ano_i<-read.table("ano i/dom_ano_i.txt", h=T) #Lendo dados dos domicílios
```

```
mor_ano_i<-read.table("ano i/mor_ano_i.txt", h=T) #Lendo dados dos moradores
```

```
a<-as.data.frame(dom_ano_i) #transformando o conjunto de dados em "data frame"
```

```
b<-as.data.frame(mor_ano_i) #transformando o conjunto de dados em "data frame"
```

```
#Função utilizada para unir variáveis de moradores e domicílios, com base nas variáveis #"uf", "seq", "dv" e "domcl"
```

```
c<-merge(a,b,by=c("uf", "seq", "dv", "domcl"))
```

```
#Salvando o conjunto completo em um arquivo .txt
```

```
write.table(c,"pof_ano_i_completo.txt",row.names=F,col.names=T,quote=T)
```

#### #Script para criar o IMC, a classificação de IMC, remover pessoas com idade inferior a 20 anos e mulheres gestantes e lactantes e padronizar variáveis

```
#Para o ano i
```

```
setwd("C:/Users/Dados/POF/ano i") #Seleciona o diretório em que o arquivo está salvo
```

```
dados<-read.table("pof_ano_i_comp.txt", h=T)
```

```
#criando a variável IMC
```

```
imc<-dados["peso_imputado"]/((dados["altura_imputado"]/100)^2) #Cálculo do IMC
```

```
names(imc)<-"imc" #Ajustando o nome da variável para "imc"
```

```
imc<-format(round(imc,4), nsmall=4) #ajustando os valores para 4 casas decimais
```

```
#criando classificação do IMC
```

```
clas<-matrix(0,length(imc[,1]),1) #criando variável com tamanho igual à "imc"
```

```
#Armazenando na variável "clas" a classificação dos indivíduos quanto ao IMC
```

```
clas[imc<18.5]<-1
```

```
clas[imc>=18.5&imc<25]<-2
```

```
clas[imc>=25&imc<30]<-3
clas[imc>=30]<-4
```

```
#Unindo os dados à variável de classificação de IMC
dados<-cbind(imc,dados)
```

```
#Selecionando os indivíduos com idade superior a 20 anos
dados<-dados[(dados[, "idade_anos"]>=20),]
```

```
#Selecionando mulheres que não estejam grávidas nem amamentando
dados<-dados[((dados[, "cod_gravida"]==0)|(dados[, "cod_gravida"]==2)),]
```

```
#Padronizando a variável "tipo de domicílio"
dados[, "tipo"][dados[, "tipo"]==2]<-1
dados[, "tipo"][dados[, "tipo"]==3]<-2
dados[, "tipo"][dados[, "tipo"]==4]<-3
```

```
#Padronizando a variável "tipo de abastecimento de água"
dados[, "a_agua"][dados[, "a_agua"]==4]<-1
dados[, "a_agua"][dados[, "a_agua"]==5]<-2
dados[, "a_agua"][dados[, "a_agua"]==6]<-3
```

```
#Padronizando a variável "condição de ocupação"
dados[, "cond_ocup"][dados[, "cond_ocup"]==3]<-7
dados[, "cond_ocup"][dados[, "cond_ocup"]==4]<-3
dados[, "cond_ocup"][dados[, "cond_ocup"]==5]<-4
dados[, "cond_ocup"][dados[, "cond_ocup"]==6]<-5
dados[, "cond_ocup"][dados[, "cond_ocup"]==7]<-6
```

```
#Padronizando a variável "nível de instrução"
dados[, "nivel_instr"][dados[, "nivel_instr"]==13]<-14
dados[, "nivel_instr"][dados[, "nivel_instr"]==12]<-13
dados[, "nivel_instr"][dados[, "nivel_instr"]==11]<-12
dados[, "nivel_instr"][dados[, "nivel_instr"]==10]<-11
dados[, "nivel_instr"][dados[, "nivel_instr"]==9]<-10
dados[, "nivel_instr"][dados[, "nivel_instr"]==8]<-10
dados[, "nivel_instr"][dados[, "nivel_instr"]==7]<-9
dados[, "nivel_instr"][dados[, "nivel_instr"]==00]<-(-1)
dados[, "nivel_instr"][dados[, "nivel_instr"]==7]<-6
```

```
#Removendo Observações em que Peso = 0
dados<-dados[(dados[, "pesoinput"]>0),]
length(dados[, "pesoinput"])
```

```
#Removendo Observações em que Altura = 0
dados<-dados[(dados[, "alturaimput"]>0),]
```

```
#Removendo as observações "88" no nível de instrução (não respondeu)
dados<-dados[(dados[, "nivel_instr"]<88),]
```

```
#Removendo as observações "88" nos anos de estudo (não respondeu)
dados<-dados[(dados[, "anos_est"]<88),]
```

```
#Removendo as observações "8" na frequência escolar (não respondeu)
dados<-dados[(dados[, "freq_esc"]<8),]
```

```
#Removendo as observações "8" na cor (não respondeu)
dados<-dados[(dados[, "cor"]<8),]
```

```
write.table(dados, "ano_i_sem_incons.txt", row.names=F, col.names=T, quote=T) #Salvar o arquivo
```

## CONCLUSÃO GERAL

A segurança alimentar da população brasileira nas cinco grandes regiões do país não foi ameaçada pela produção de biocombustíveis, pois não houve indicação de fatores perturbadores na economia para que isto acontecesse.

Na última década, a população teve pequenas alterações no padrão de consumo de alimentos. Pode-se afirmar que estes leves desvios não foram causadas por elevações nos preços dos alimentos ou redução de sua disponibilidade, uma vez que a disponibilidade de alguns produtos aumentou e preços de outros reduziram. Além disso, o poder de compra da população aumentou e está sendo modificado devido à elevação do comprometimento salarial com produtos não alimentícios.

A população brasileira está migrando para uma situação de maior índice de obesidade ao longo tempo, o que necessita de grande atenção por parte dos governantes do país. Assim, a aparente segurança alimentar dos brasileiros pode mascarar a insegurança nutricional que o país está vivenciando.

Os instrumentos utilizados atualmente na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) não permite o reconhecimento de um padrão referente às pessoas, quanto ao *status* de peso, referentes ao Índice de Massa Corporal (IMC). Sendo assim, fica impossibilitado o acompanhamento desta importante medida anualmente, por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).

Medidas específicas relacionadas à segurança alimentar e também de variáveis que estejam vinculadas ao IMC devem ser realizadas, para o melhor monitoramento da segurança alimentar e também nutricional da população brasileira, de forma simples e rápida.

Desta forma, é justo dizer que a introdução do biodiesel e fortalecimento do etanol combustível na matriz energética brasileira não causou modificação na segurança alimentar do brasileiro. Se o investimento em biocombustíveis no Brasil continuar a ser realizado da mesma forma como vem acontecendo nesta última década, muito provavelmente a população brasileira não sofrerá com agravamentos em relação à insegurança alimentar devido a este fator.