

# MUDANÇAS DEMOGRÁFICAS NO BRASIL E SEUS IMPACTOS SOBRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA: UMA ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO<sup>1</sup>

Terciane Sabadini Carvalho (PPGDE/UFPR)

Flaviane Souza Santiago (UFJF)

Fernando Salgueiro Perobelli (PPGE/UFJF)

**Resumo:** Nos últimos anos, o debate sobre as questões relacionadas às mudanças demográficas e seus impactos sobre a economia tem aumentado. Contudo, a mudança demográfica não afeta somente variáveis como o crescimento econômico e mercado de trabalho, mas também o consumo agregado, e principalmente a composição deste consumo. Estas alterações de composição da população podem ocorrer nas próximas décadas em muitas partes do globo, e seus efeitos sobre a composição do consumo, notadamente sobre a demanda de energia e emissões ainda não são conhecidos. Neste contexto, este artigo busca computar as mudanças no padrão de consumo no Brasil decorrentes das mudanças projetadas na pirâmide etária em 2050 e as consequências destas mudanças sobre as emissões de CO<sub>2</sub>. Para isto, serão realizadas projeções usando um modelo de insumo-produto para a economia brasileira para o ano de 2010 considerando 15 setores produtivos e 6 grupos etários. Os resultados sugerem que a mudança na estrutura etária não parece levar a um padrão de consumo menos intensivo em emissões, ainda que a participação de setores como Combustíveis e Transportes tenham apresentado uma pequena diminuição no vetor de consumo para 2050.

**Palavras-Chave:** insumo-produto, mudanças demográficas, consumo.

**Abstract:** In recent years, the debate on issues related to demographic changes and their impacts on the economy has increased. However, demographic changes affect not only variables such as economic growth and the labor market, but also aggregate consumption, and especially the composition of this consumption. These changes in population composition may occur in the coming decades in many parts of the globe, and their effects on the composition of consumption, notably on energy demand and emissions are not yet known. In this context, this article aims to estimate the changes in the pattern of consumption in Brazil due to the changes projected in the age pyramid in 2050 and the consequences of these changes on CO<sub>2</sub> emissions. For this, projections will be made using an input-output model for the Brazilian economy for the year 2010 considering 15 productive sectors and 6 age groups. The results suggest that the change in the age structure does not seem to lead to a less intensive consumption pattern in emissions, although the share of sectors such as Fuels and Transport showed a small decrease in the consumption vector by 2050.

**Keywords:** input-output, demographic changes, consumption.

**Código JEL:** C67, Q54, J11

**Área 11** - Economia Agrícola e do Meio Ambiente

---

<sup>1</sup> Os autores agradecem ao financiamento da FAPEMIG, CNPq e CAPES para realização dessa pesquisa.

## 1. Introdução

Nas últimas décadas, pesquisadores ao redor do mundo têm demonstrado crescente preocupação em estudar questões relacionadas às mudanças demográficas e seus impactos sobre a economia. Segundo Park e Hewings (2007), destacam-se pesquisas com foco no impacto do tamanho da população sobre o crescimento econômico, cujo debate ficou centrado em se o crescimento econômico é limitado, promovido ou é independente do crescimento da população. Entre a corrente pessimista, como Ehrlich (1968), acredita-se que o rápido crescimento econômico é uma ameaça aos recursos limitados, pois grande parte dos investimentos precisa ser usada para atender a população crescente. Do outro lado, os mais otimistas (KUZNETS, 1967, SIMON, 1981) acreditam que uma população maior facilita as economias de escala e promove a inovação tecnológica.

Outra preocupação desta literatura é o efeito do crescimento da população sobre o mercado de trabalho e suas consequências sobre os sistemas de previdência social, que poderá enfrentar dificuldades caso a razão de pensionistas por trabalhador aumente (KRONENBERG, 2009; O'NEIL *et al.*, 2010; DEWHURST, 2006; YOON e HEWINGS, 2006). Contudo, a mudança demográfica não afeta somente variáveis como o crescimento econômico e o mercado de trabalho, mas também o consumo agregado, e principalmente a composição deste consumo. De modo geral, segundo O'Neil *et al.* (2010), o tratamento da população na literatura tem sido limitado aos efeitos diretos de mudanças no tamanho da população, e, segundo Park e Hewings (2007), prestam pouca atenção em como a estrutura etária da população pode influenciar o crescimento econômico e o consumo.

Por outro lado, os estudos de Park e Hewings (2007), Kronenberg (2009), Dalton *et al.* (2008) e Fougère *et al.* (2007), tentaram decompor o crescimento da população em termos de componentes de fecundidade e mortalidade e, mais importante, examinar os impactos da distribuição etária no crescimento econômico. Se os indivíduos têm comportamentos diferentes nos diversos estágios da vida, mudanças na estrutura etária na economia pode ter um efeito imediato. Por exemplo, um país com uma elevada proporção de idosos pode experimentar crescimento econômico mais baixo porque uma grande parte dos recursos terá de ser alocada para atender uma população menos produtiva.

Na mesma direção, Dalton *et al.* (2008) afirmaram que outros fatores demográficos podem ser importantes, como os efeitos indiretos de escala que podem surgir por meio de mudanças na composição da população devido ao envelhecimento, urbanização ou outros determinantes do crescimento econômico. De qualquer maneira, com muitas economias experimentando mudanças demográficas, é necessário considerar os impactos dessas mudanças na estrutura de produção e consumo.

Segundo Kronenberg (2009), é consenso entre a maioria dos economistas que o padrão atual de consumo é insustentável e o debate gira em torno dos instrumentos que podem ser utilizados para mudá-lo. Muitas vezes, contudo, esquecem que na verdade, os padrões já estão variando por causa das mudanças demográficas. O processo resultante das taxas de expectativa de vida mais elevadas em conjunto com taxas de fecundidade mais baixas contribui para mudanças nos padrões de consumo.

Estas alterações de composição da população podem ocorrer nas próximas décadas em muitas partes do globo, e seus efeitos sobre a composição do consumo, notadamente sobre a demanda de energia e emissões ainda não são conhecidos. A composição da população pode afetar os padrões de consumo, que variam nos seus requerimentos indiretos de energia por causa da energia incorporada nos diferentes bens de consumo (BIN e DOUWLATABADI, 2005). Embora tais mudanças possam afetar o uso de energia e, conseqüentemente as emissões de gases de efeito estufa (GEE), as análises dos cenários de emissões têm deixado essas questões de lado (YOON e HEWINGS, 2006).

Análises estatísticas de dados históricos sugerem que o crescimento da população tem contribuído para o crescimento das emissões nos últimos anos (DIETZ e ROSA, 1997; COLE e NEUMAYER, 2004; FAN *et al.*, 2006) e que a urbanização, envelhecimento, e mudanças no tamanho das famílias também podem afetar o uso de energia e as emissões. Ainda assim, segundo O'Neil *et al.* (2010), uma análise explícita dos efeitos desta mudança demográfica sobre as emissões no futuro tem sido limitada. Embora grande parte dos estudos inclua suposições sobre o crescimento populacional futuro, apenas alguns estudos investigaram explicitamente os efeitos separados das mudanças demográficas sobre as emissões (O'NEIL

*et al.*, 2010). As famílias podem afetar as emissões diretamente por meio do consumo ou indiretamente por meio dos efeitos sobre os setores da economia via cadeia produtiva.

Conforme observado por Dewhurst (2006), o padrão de consumo dos mais jovens e dos mais velhos é diferente. Deste modo, um resultado geral dos estudos sobre os padrões de consumo é a observação que pessoas de diferentes grupos de idade apresentam padrões de consumo distintos. Os aposentados não exibem o mesmo padrão de consumo que os atualmente empregados e pais com filhos mais novos apresentam demandas diferentes daqueles que têm filhos mais velhos ou até mesmo já saíram de casa. Qualquer envelhecimento da população vai deslocar os padrões de demanda dos padrões exibidos pelas pessoas mais jovens em direção aos exibidos pelas pessoas mais velhas, aumentando a demanda por alguns bens e serviços e diminuindo a demanda por outros. Esta mudança no padrão de consumo e o consequente efeito multiplicador por toda a economia doméstica mostrará oportunidades de expansão para alguns setores e apontará uma contração em outros (DEWHURST, 2006).

No caso brasileiro, Wong e Carvalho (2006) apontam um crescimento diferenciado previsto para a população em idade ativa nas próximas décadas. O Brasil se encontra em estágio avançado de transição tanto para mortalidade como para fecundidade, o que permite prever que a população de idosos com idade acima de 65 anos aumentará em velocidade acelerada (2 a 4% ao ano), enquanto a população jovem diminuirá (NASRI, 2008). Esta transição foi desencadeada a partir dos anos 1960 com a redução da fecundidade que se iniciou nos grupos populacionais mais privilegiados e nas regiões mais desenvolvidas. No futuro, a população se estabilizará, porém, se tornará mais idosa e com uma taxa de crescimento baixa, talvez até negativa.

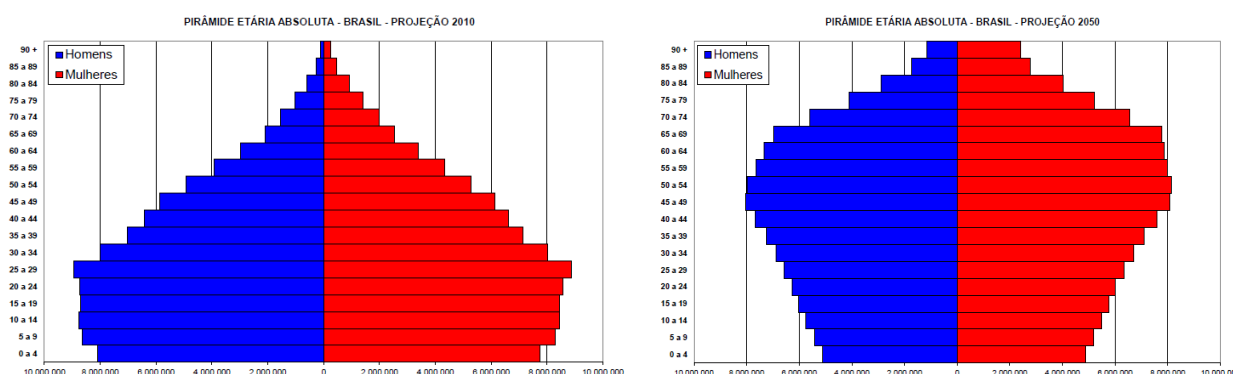
Segundo dados do IBGE (2010), o grupo etário de 5 a 9 anos declinou de 14 para 12% entre 1970 e 1990. Neste período, a presença de crianças com menos de 5 anos reduziu-se de 15 para 11%. No ano 2000, cada um desses grupos passou a representar 9% da população total. Por outro lado, o grupo etário composto por pessoas acima de 65 anos cresceu de 3,5 em 1970 para 5,5% em 2000. Em 2050, este grupo etário deverá responder por cerca de 19% da população brasileira. Estes fatos levarão a uma mudança de padrão na pirâmide populacional brasileira. A Figura 1 ilustra a mudança da pirâmide etária brasileira de 2010 para a projeção de 2050.

Observa-se pela Figura 1 um aumento da participação de pessoas mais velhas no total da população brasileira. Esta mudança demográfica projetada afeta a demanda final, o que por sua vez, gera repercussões sobre a estrutura de produção da economia, isto é, a participação de setores individuais na produção total. Kronenberg (2009) afirma que existe razão para acreditar que as mudanças no consumo induzidas pelas mudanças demográficas também afetarão o uso de energia e as emissões de GEE. Por exemplo, pessoas mais velhas geralmente consomem mais energia térmica e menos gasolina do que os jovens, porque tendem a ser mais sensíveis ao frio e usar o carro com menos frequência. Essa e outras mudanças, possivelmente afetarão as emissões de GEE no Brasil.

Neste contexto, este artigo busca estimar as mudanças no padrão de consumo no Brasil decorrentes das mudanças projetadas na pirâmide etária em 2050 e as consequências destas mudanças sobre as emissões de CO<sub>2</sub>. O Brasil lidera o movimento de participação dos países em desenvolvimento no esforço mundial de redução das emissões de GEE, e já apresentou diversas propostas de metas voluntárias, tais como o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (2009) e sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (*Intended Nationally Determined Contribution*, 2015). Deste modo, torna-se relevante avaliar como a mudança da pirâmide etária brasileira vai afetar suas emissões futuras.

Para isto, serão realizadas projeções usando um modelo de insumo-produto para a economia brasileira para o ano de 2010. Um modelo de insumo-produto é ferramenta adequada já que o objetivo deste estudo é apresentar as mudanças nos padrões de consumo específicos por faixa etária e seus impactos nos diversos setores da economia. Vale ressaltar que assim como apontado por Dewhurst (2006), a metodologia utilizada apresenta algumas limitações, já que não incorpora o efeito de novas tecnologias, mudanças nos preços relativos e mudanças nos padrões comportamentais. Entretanto, trata-se de um estudo inédito para o Brasil, sendo a primeira tentativa de avaliação do impacto do envelhecimento da população no padrão de consumo e nas emissões de CO<sub>2</sub>. O modelo de insumo-produto é capaz de capturar tanto os efeitos diretos desta mudança, como os efeitos indiretos via ligações inter-setoriais.

Além desta introdução este artigo está dividido em mais cinco seções. A próxima aponta algumas evidências da literatura sobre o impacto das mudanças demográficas no padrão de consumo e nas emissões de CO<sub>2</sub>. A terceira seção apresenta a metodologia e a quarta descreve a base de dados utilizada. Após, tem-se a análise e discussão dos resultados e por fim, a sexta seção apresenta as considerações finais.



**Figura 1 – Pirâmide etária em 1970 e projeção da pirâmide etária em 2050 para o Brasil**  
Fonte: IBGE (2010)

## 2. Evidências da Literatura

Dietz e Rosa (1997) afirmaram que a crescente concentração de GEE ameaça produzir mudanças significativas no clima global. Existe um consenso científico que o aumento das concentrações de GEE são consequência da atividade humana por todo o globo. Neste contexto, os autores desenvolveram um modelo estocástico chamado *Impact* (População, Riqueza, e Tecnologia - IPAT) para estimar os efeitos da população, riqueza e tecnologia sobre as emissões de CO<sub>2</sub>. Seus resultados mostraram que o crescimento da população, neste caso, não considerando sua distribuição etária, tende a agravar as emissões de GEE.

Cole e Neumayer (2004) usaram métodos econométricos de dados em painel para estimar a relação entre dois poluentes e fatores demográficos, assim como o tamanho da população. Para as emissões de CO<sub>2</sub>, os autores, assim como Dietz e Rosa (1997), encontraram evidências de que o aumento da população causa um aumento proporcional nas emissões.

Já Fougère *et al.* (2007) avaliaram os impactos setoriais do envelhecimento da população do Canadá que surgem da combinação de duas mudanças estruturais e seu mercado de trabalho, mas não avaliaram as emissões de GEE decorrentes destas mudanças. A primeira é o choque negativo da oferta de trabalho devido ao crescimento mais baixo da força de trabalho. A segunda é a mudança na composição de consumo devido ao aumento na proporção de consumidores mais velhos. A análise é feita usando um modelo de equilíbrio geral computável ocupacional e setorial com gerações sobrepostas. O principal resultado do estudo é que embora o choque de oferta negativo seja dominante, existe também alguns deslocamentos setoriais importantes devido às mudanças na demanda final. Por exemplo, a participação setorial dos serviços de saúde no total do PIB deve aumentar em aproximadamente 50%, de 4,8% do PIB em 2000 para 7% em 2050.

Dewhurst (2006) avaliou os efeitos do envelhecimento da população da Escócia, também sem considerar os seus impactos nas emissões de GEE. Considerando que os padrões de consumo são diferentes de acordo com a idade média dos membros de uma família, desagregou a coluna das famílias da matriz de insumo-produto escocesa em três subsectores: i) Famílias mais jovens (chefe da família com menos de 65 anos); ii) famílias maduras (chefe da família entre 65 e 74 anos); e iii) famílias mais velhas (chefe com 75 ou mais). O estudo ainda utilizou projeções de mudanças nas composições das famílias para prever modificações que podem ser esperadas no consumo. Mantendo a renda constante, um aumento de famílias mais velhas e uma diminuição das famílias mais jovens reduziria a demanda final para algumas *commodities* e aumentaria para outras.

Outros estudos tentaram avaliar os efeitos das mudanças demográficas, notadamente do envelhecimento da população, sobre a economia e as emissões de GEE. De acordo com Fan *et al.* (2006),

todos os países dividem a responsabilidade de limitar o rápido crescimento das emissões de GEE para tentar mitigar os efeitos das mudanças climáticas pelo mundo. Para que isto aconteça de forma eficiente, pesquisadores estão preocupados com os fatores que impactam as emissões de CO<sub>2</sub> e qual a extensão desses impactos.

Existem duas perspectivas distintas sobre os impactos do crescimento demográfico na qualidade do meio ambiente: a tradição Malthusiana e a abordagem Boserupiana. A primeira afirma que a degradação ambiental acontece por causa da pressão que a população coloca nos recursos. De maneira oposta, a perspectiva Boserupiana (BOSERUP, 1981) afirma que o crescimento da população estimula o aparecimento de inovações tecnológicas, que atenuam o impacto negativo sobre o meio ambiente. Consequentemente, os malthusianos preveem que o impacto da população sobre as emissões de GEE são mais que proporcionais, enquanto os Boserupianos afirmam que essa relação não existe, ou se existe, apresenta uma elasticidade negativa (FAN *et al.*, 2006).

Neste sentido, Fan *et al.* (2006) investigaram o impacto da população, riqueza e tecnologia sobre as emissões de CO<sub>2</sub> de países com diferentes níveis de renda no período de 1975 a 2000, usando o modelo econométrico STIRPAT (*Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology*). Seus resultados mostraram que globalmente, o crescimento econômico tem o maior impacto sobre as emissões de CO<sub>2</sub>. A proporção da população com idade entre 15 a 64 anos apresenta um impacto negativo sobre as emissões nos países com maior nível de renda e impacto positivo sobre as emissões de países com outros níveis de renda.

Dalton *et al.* (2008) analisaram como a composição etária das famílias dos EUA podem, nas próximas décadas, afetar o uso de energia e as emissões de CO<sub>2</sub>. Para isso, incorporaram a estrutura etária da população dentro de um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico com múltiplas famílias heterogêneas. O modelo é usado para estimar e comparar os efeitos do envelhecimento da população e de mudanças técnicas sobre a trajetória de uso de energia e emissões de CO<sub>2</sub>. Os resultados mostraram que o envelhecimento da população pode contribuir para a redução das emissões no longo prazo em quase 40% em um cenário de baixo crescimento populacional. Os efeitos do envelhecimento da população sobre as emissões podem ser maiores do que os efeitos de mudanças técnicas em alguns casos.

Kronenberg (2009) estimou o impacto da mudança demográfica na Alemanha sobre o uso de energia e emissões de GEE. O autor utilizou micro dados de pesquisa domiciliar para identificar padrões de consumo específicos por faixa etária e projetou o impacto da mudança demográfica sobre a estrutura de consumo até 2030, utilizando um modelo de insumo-produto ambiental. Seus resultados sugerem que até 2030, a mudança demográfica vai aumentar a participação do metano nas emissões totais de GEE e não contribuirá para a redução do uso de energia e emissões na Alemanha. O autor também analisou dois cenários de política distintos: uma redistribuição de renda de famílias em idade ativa para famílias mais velhas, e uma política de substituição do uso de veículos para transporte público. A primeira política não apresentou impacto significativo sobre as emissões, enquanto a segunda contribuiu para reduzir tanto o uso de energia como as emissões.

### 3. Metodologia

Para projetar o impacto do envelhecimento da população brasileira sobre as emissões de GEE, utilizou-se um modelo de insumo-produto (IP). Esse modelo consiste em um arcabouço analítico de equilíbrio geral<sup>2</sup> com a representação das relações existentes em uma economia, onde as atividades produtivas respondem às variações exógenas da demanda final. Desse modo, o modelo IP representa a economia nacional com fluxos intersetoriais de bens, onde a produção dos setores varia para satisfazer a demanda final. Em termos matriciais, a solução do modelo<sup>3</sup> pode ser apresentada como:

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

---

<sup>2</sup> Os modelos de insumo-produto são modelos de equilíbrio geral que adotam pressuposições de i) coeficientes tecnológicos constantes (função Leontief); ii) retornos constantes à escala; iii) demanda final exógena; iv) oferta perfeitamente elástica e; v) preços rígidos.

<sup>3</sup> Para maiores detalhes, ver Miller e Blair (2009).

O modelo considera cinco componentes de demanda final, a saber, o consumo das famílias, o consumo do governo, exportações, investimento (formação bruta de capital fixo), e variação de estoques. Os cinco componentes são determinados de forma exógena, o que pode subestimar os impactos na economia de um determinado choque, uma vez que o consumo das famílias se amplia quando há um aumento na produção, o que provoca, conseqüentemente, um aumento dos rendimentos familiares. Esses maiores rendimentos retornam às famílias por meio de novas aquisições em bens e serviços, resultando em um impacto adicional (DOMINGUES e CARVALHO, 2012).

Foi utilizada uma abordagem de insumo-produto ambiental que incorpora dados setoriais de emissões de CO<sub>2</sub> para analisar os impactos ambientais de mudanças no consumo e na produção. Este é um método bastante utilizado pela literatura, conforme pode ser visto nos trabalhos de Perobelli *et al.* (2015), Carvalho *et al.*, (2013), Kronenberg (2009), Carvalho e Perobelli (2009) e Lixon *et al.* (2008).

### 3.1 Projeção dos Impactos do Envelhecimento nas Emissões de CO<sub>2</sub>

Para alcançar os objetivos deste estudo, o primeiro passo foi fazer uma projeção do consumo final das famílias por setor e por grupo etário. Os dados da Pesquisa de Orçamento Familiar referente aos anos de 2008/2009 (POF 2008/2009) foram utilizados para mapear a composição do consumo considerando diferentes grupos etários, para então classificar este consumo dentro dos setores do modelo de insumo-produto. Em seguida, foi feita uma estimativa do consumo das famílias considerando as projeções demográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) até 2050. Após, essa projeção de consumo por setor e grupo etário, a mesma é incorporada ao modelo de insumo-produto, possibilitando avaliar o desenvolvimento da produção e das emissões. O Apêndice 1 apresenta com maior detalhamento as projeções demográficas do IBGE.

Seguindo o método proposto em Kronenberg (2009), o consumo das famílias foi desagregado em 6 grupos de acordo com a idade do chefe da família, assumindo que as famílias dentro de cada grupo são homogêneas. Considera-se que a composição de consumo de cada grupo é constante ao longo do tempo. Ocorrem apenas mudanças nos tamanhos dos grupos, como por exemplo, um crescimento do grupo mais velho em relação ao grupo mais jovem.

Desse modo, o consumo da família média, dentro do grupo etário  $m$ , do setor  $i$  seria:

$$c_m^i = y_m^i \cdot c_m \quad (3)$$

em que  $c_m^i$  representa o consumo do setor  $i$  pela família do grupo etário  $m$ .  $y_m^i$  representa a participação dos gastos totais da família  $m$  em  $i$ . E  $c_m$  é o consumo total da família que pertence ao grupo  $m$ .

Assim, o consumo total dentro de cada grupo etário  $m$  seria:

$$C_m^i = H_m c_m^i \quad (4)$$

em que  $H_m$  é o número de famílias no grupo  $m$ .

Somando o gasto de todos os grupos no setor  $i$ :

$$C^i = \sum_{m=1}^m C_m^i \text{ ou } C^i = \sum_{i=1}^i H_m y_m^i c_m \quad (5)$$

onde  $y_m^i c_m$  a proporção de consumo em  $i$ , que é considerada constante no tempo. A mudança ocorre em  $H_m$  que será estimada usando a projeção demográfica. Essa suposição está de acordo com os objetivos do artigo, que pretende estimar, de forma isolada, as mudanças nas emissões de CO<sub>2</sub> que poderiam acontecer devido às mudanças demográficas. Sabe-se que tanto  $y_m^i$  como  $c_m$  podem se modificar ao longo do tempo por causa, por exemplo, do efeito substituição de mudanças nos preços relativos, efeito renda ou até mesmo uma mudança nos padrões de consumo. Contudo, este artigo pretende capturar o possível impacto sobre as emissões de uma mudança na pirâmide etária brasileira. Finalmente,  $C^i$  representa, desse modo, a demanda final do modelo insumo-produto.

Depois de realizada a projeção demográfica e de consumo para 2050 que vai entrar na demanda final do modelo fechado para a famílias  $X = (I - A^*)^{-1}Y^*$ , as emissões de CO<sub>2</sub> resultantes e os efeitos diretos, indiretos e induzidos são calculados. Primeiramente, um vetor de intensidade de emissões é calculado.

$$e_i = \frac{E_i}{X_i} \quad (6)$$

em que  $E_i$  é o vetor de emissões de CO<sub>2</sub> que inclui os setores do modelo e as famílias, e  $X_i$  representa a produção total dos  $i$  setores. O impacto da mudança da pirâmide etária sobre as emissões pode ser calculado como:

$$EM = \text{diag}(e_i) \cdot [(I - A^*)^{-1} \cdot Y^*] \quad (7)$$

Onde EM é uma matriz de emissões que representa os impactos do envelhecimento sobre as emissões de CO<sub>2</sub>.

### 3.2 Análise das emissões incorporadas no vetor de consumo das famílias

Além de projetar os impactos das mudanças na estrutura etária nas emissões de CO<sub>2</sub> causados diretamente pelos setores produtivos, este artigo também apresenta a intensidade de emissões por diferentes grupos etários.

A mensuração das emissões incorporadas nos diferentes grupos de famílias é dada pela seguinte equação (em notação matricial):

$$EM_H = \text{diag}(e_i) \cdot C \quad (8)$$

Em que  $EM_H$  representa as emissões incorporadas em cada grupo etário e  $C$  representa o vetor de consumo para cada um dos setores do modelo de insumo-produto.

## 4. Base de dados

Para estimar as mudanças no padrão de consumo no Brasil decorrentes das mudanças demográficas e as consequências destas mudanças sobre as emissões de CO<sub>2</sub>, este trabalho utiliza a matriz de insumo-produto produzida pelo IBGE para o ano de 2010, que apresenta uma abertura para 67 setores da economia brasileira. Foram usados também dados da POF (2008/2009), assim como dados do trabalho do Balanço Energético Nacional – BEN (2010).

O primeiro passo na preparação dos dados foi compatibilizar os setores das três bases. A agregação feita na matriz nacional teve como objetivo preservar as informações quanto as informações de consumo, levando-se em consideração o grau de homogeneidade das atividades de cada um, segundo a classificação do IBGE. Uma vez que o objetivo do trabalho é avaliar o consumo final das famílias, optou-se por utilizar o agregado de cada produto. Então, no final, foram considerados 13 setores sendo dois setores energéticos, combustíveis e energia, dado os objetivos deste estudo. A agregação adotada teve como objetivo preservar, tanto quanto possível, as informações fornecidas pela matriz e pela POF.

Os dados da POF foram utilizados para mapear a composição do consumo por grupo etário. A POF é realizada pelo IBGE a cada cinco anos. O principal objetivo dessa pesquisa é mensurar as estruturas de consumo, dos gastos e dos rendimentos das famílias bem como a percepção das condições de vida da população, segundo as características dos domicílios e pessoas. Além disso, os dados são utilizados para subsidiar a construção do Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC).

A pesquisa de 2008/2009 contém informações sobre a população que vive em áreas urbanas e rurais no Brasil. Sua amostra é representativa das 27 unidades da Federação, nove áreas metropolitanas, bem como para todo o país. O tamanho da amostra incluiu 190.159 indivíduos residentes em 55.970 domicílios. A coleta de dados é realizada através de seis questionários, cinco deles são organizados de acordo com o tipo de despesa: 1) características dos agregados familiares e residentes; 2) despesas coletivas em bens domésticos duráveis 3) despesas coletivas em alimentos e limpeza, 4) despesas individuais; 5) ganhos e salários individuais. O último questionário investiga a percepção das condições de vida (IBGE, 2004b).

Neste artigo, todos os itens de despesas coletivas e individuais calculados e atualizados pelo IBGE foram utilizados. Como os dados da POF devem estar em consonância com os setores da matriz de insumo-produto, as despesas de bens e serviços foram mapeadas nas 15 categorias de bens e serviços<sup>4</sup> definidas

---

<sup>4</sup> No procedimento de compatibilização, o primeiro passo é organizar os cerca de sete mil itens da POF e distribuí-los de acordo com a classificação dos 127 produtos e 67 setores da matriz de insumo-produto. Para isso, utilizou-se o tradutor<sup>4</sup> elaborado pelo IBGE que associa cada produto da POF a um produto do Sistema de Contas Nacionais (SCN), que constitui a base de dados da matriz de insumo-produto. O tradutor do IBGE exclui despesas que não são consideradas consumo final, como impostos,

para a matriz de insumo produto reportados no Apêndice 1. Como a atenção neste trabalho é dirigida aos efeitos das mudanças demográficas no consumo, o passo seguinte foi traçar um perfil específico de consumo estratificado por composição etária domiciliar. Foram definidos seis grupos etários, considerando a idade do chefe do domicílio<sup>5</sup>: 1) menor que 30 anos; 2) entre 30 e 39 anos; 3) entre 40 e 49 anos; 4) entre 50 e 59 anos; 5) 60 a 69 anos, e 6) acima de 60 anos. Com essa desagregação, torna-se possível verificar a diferença de consumo entre os componentes das famílias com chefe domiciliar de maior idade e aqueles mais jovens e é considerado pela literatura um bom marcador do ciclo de vida domiciliar (HERTWICH, 2005).

Os agregados familiares de diferentes faixas etárias não diferem apenas em termos de consumo de energia, mas também em outros aspectos. Embora o consumo desses serviços não esteja diretamente relacionado ao uso de energia e emissões de GEE, pode estar relacionado com a produção. Assim, uma mudança entre o consumo de cuidados de saúde e a educação pode ter efeitos indiretos sobre o uso de energia e as emissões de GEE (LÜHRMANN, 2007; KRONENBERG, 2009; SANTIAGO, 2014).

Analisando os dados da POF 2008/2009, por meio da Tabela 1 é possível observar que a participação dos alimentos permanece praticamente constante para os grupos etários com idade até 59 anos (em média 14% do orçamento), aumentando para os grupos mais velhos (15,70% para 60-69 anos e 18,69% para 70 anos ou mais). Os grupos etários mais velhos (60-69 anos e 70 anos ou mais) tendem a alocar uma parcela relativamente grande de suas despesas totais aos cuidados de saúde (11,06%), energia (4,43%) e serviços (11,28%). Em relação aos serviços, uma das hipóteses explicativas é a prestação de serviços de cuidados com os idosos que pode implicar em maiores gastos. Enquanto os grupos mais jovens tendem a alocar uma parcela significativa de suas despesas com produtos têxteis e vestuários, transporte e educação. Por exemplo, nesse grupo cerca de 7% do seu orçamento é destinado para aquisição de têxteis e vestuários, enquanto a participação nas despesas é de apenas 5% para o grupo acima de 70 anos.

A partir da agregação da matriz, a segunda etapa do trabalho foi fazer a conversão dos coeficientes de energia (em 1.000 *tep*) em emissão de CO<sub>2</sub> (Gg) causada pelo uso dos combustíveis pelos vários setores da economia. Para isto, aplicaram-se os coeficientes de conversão encontrados na Economia & Energia (2002).

**Tabela 1 - Distribuição dos gastos das famílias segundo tipos de domicílio no Brasil, agregada para 15 produtos (em %)**

---

transferências e formação bruta de capital. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/2009/default\\_SCN.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/2009/default_SCN.shtm)>.

<sup>5</sup> Pessoa que exerce uma autoridade e responsabilidade pelos negócios da família e, na maioria dos casos, a mais importante fonte de sustento (IBGE, 2014).



Produtos	Grupos etários					
	<=29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+
Alimentos	14.29	14.25	13.93	14.02	15.70	18.69
Texteis e vestuário	7.48	6.66	6.71	5.68	5.39	5.03
Combustíveis	9.65	9.67	9.66	9.83	9.02	7.66
Etanol	0.49	0.57	0.74	0.76	0.66	0.40
Transporte	4.72	4.17	4.13	4.08	3.48	2.94
Saúde	3.44	3.52	4.23	4.98	8.10	11.06
Duráveis	24.25	25.22	23.80	22.32	20.05	15.61
Outras indústrias	8.73	8.03	7.41	6.84	6.93	6.98
Energia	2.82	3.10	3.32	3.44	3.81	4.43
Água	1.14	1.11	1.15	1.20	1.43	1.77
Educação	2.12	2.58	3.20	3.09	2.05	0.99
Intermediação financeira e seguros	2.15	2.88	3.32	4.54	5.67	7.10
Serviços	8.44	8.97	10.15	10.94	10.86	11.28
Serviços de alojamento e alimentação	9.16	8.42	7.42	7.52	6.15	5.33
Serviços imobiliários e aluguel	1.13	0.86	0.84	0.77	0.70	0.73
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fonte: Pesquisa de Orçamento Familiar - POF 2008/2009 (IBGE, 2004).

## 5. Discussão e Análise dos Resultados

Essa seção identifica os principais resultados obtidos a partir da implementação da metodologia proposta no item 3 do artigo.

### 5.1 Intensidade de emissões setoriais

Os resultados apresentados nessa seção referem-se aos impactos sobre as emissões de CO<sub>2</sub> causados por cada setor para atender a um aumento na demanda final em R\$ 1 milhão. Lembrando que o estudo considera apenas as emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis. Na Figura 2 podem ser observados os resultados de impacto total.

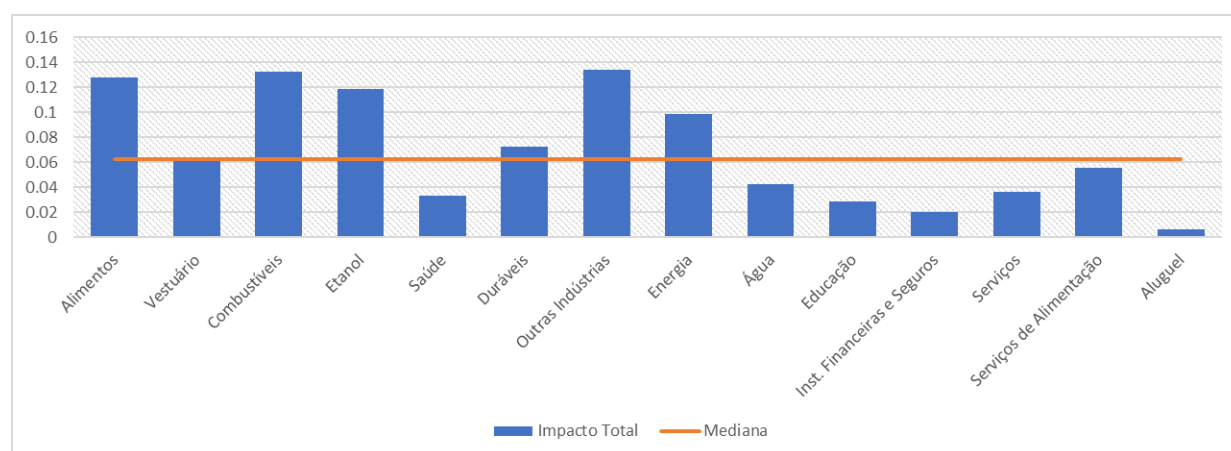


Figura 2 – Impacto total nas emissões de CO<sub>2</sub> (em Gg) de um aumento na demanda final em R\$ 1 milhão.

Fonte: Elaboração própria, com base no resultado do modelo.

Observa-se pela Figura 2 que os setores de Alimentos, Combustíveis, Etanol, Duráveis, Outras Indústrias, e Energia são as atividades que mais provocam um aumento das emissões para atender a um aumento na demanda final. Contudo, destaca-se que o setor de Transportes<sup>6</sup>, retirado do gráfico, seria o que causaria o maior impacto, com cerca de 0,88 Gg de emissões de CO<sub>2</sub>. Entretanto, é importante avaliar não somente os efeitos totais, mas também os efeitos diretos e indiretos, isto é, o aumento das emissões gerado para atender diretamente a demanda final e o aumento para atender a demanda intermediária.

Esses resultados podem ser observados na Figura 3. Em relação ao setor de Transportes, cerca de 90% do aumento de suas emissões ocorre para atender a demanda final. Os demais setores, com exceção do setor de serviços, também aumentam suas emissões principalmente para atender à demanda final. Com destaque para Combustíveis (cerca de 70%), Outras Indústrias (70%) e Alimentos (60%). Como os setores estão bastante agregados, nota-se que o efeito direto é mais intenso em todos eles.

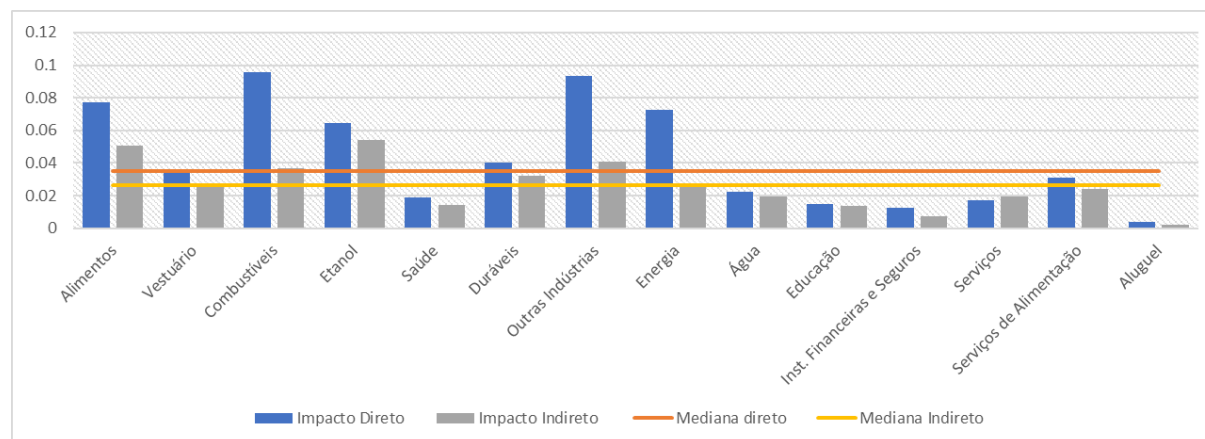


Figura 3 – Impactos diretos e indiretos nas emissões de CO<sub>2</sub> (em Gg) de um aumento na demanda final em R\$ 1 milhão.

Fonte: Elaboração própria, com base no resultado do modelo.

## 5.2 Impacto sobre as emissões dos setores produtivos devido à mudança na pirâmide etária

A Figura 4 apresenta os resultados para as mudanças na composição do consumo das famílias devido à mudança na estrutura etária da população, comparando os anos de 2010 e 2050.

<sup>6</sup> O Setor de Transportes foi retirado do gráfico, pois suas emissões estão muito acima dos demais setores, já que é a atividade que utiliza combustíveis fósseis como principal insumo de produção.

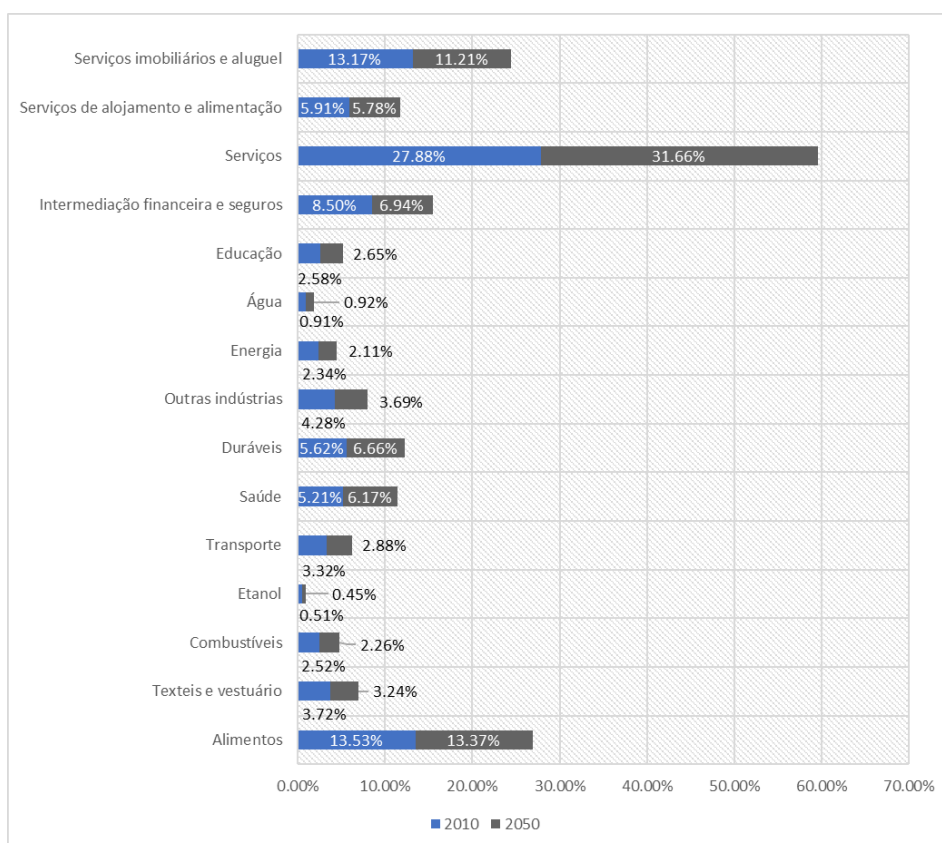


Figura 4 – Mudança na composição do vetor de consumo (gastos) por setor de atividade de 2010 para 2050.

Fonte: Elaboração própria, com base no resultado do modelo.

Observa-se pela Figura 4 que os setores Alimentos, Têxteis e Vestuário, Combustíveis, Etanol, Transportes, Outras Indústrias, Energia, Educação, Intermediação Financeira e Seguros, Serviços de Alojamento e Alimentação, e Serviços Imobiliários e de Aluguel perderam participação no vetor de consumo de 2050. O resultado é interessante, pois nota-se que os setores que mais aumentam as emissões para atender à demanda final estão perdendo participação no vetor de consumo devido à mudança na estrutura etária, ainda que esta perda seja apenas marginal.

Já setores menos intensivos em emissões, como Saúde e Serviços estão ampliando sua participação no vetor de consumo de 2050. O único setor intensivo em emissões que apresenta um aumento na composição do vetor de 2050 é o de Duráveis. Mas de modo geral, os resultados parecem indicar que a mudança na pirâmide etária direciona o consumo para atividades que incorporam menos emissões em suas atividades.

Para avaliar melhor os impactos da mudança da estrutura etária nos setores produtivos, tem-se a Tabela 2 com os resultados sobre as emissões.

Tabela 2 – Impacto da mudança demográfica nas emissões de CO<sub>2</sub> (em Gg) sobre a produção setorial

Setores	2010				2050			
	Impacto Indireto	Impacto Direto	Impacto total	Composição emissões	Impacto Indireto	Impacto Direto	Impacto total	Composição emissões
Alimentos	3,395.58	9,874.65	13,270.23	8.27%	6,317.89	18,463.11	24,781.00	8.56%
Texteis e vestuário	36.67	161.40	198.07	0.12%	62.21	268.22	330.44	0.11%
Combustíveis	1,523.83	4,142.06	5,665.89	3.53%	2,671.27	7,386.77	10,058.04	3.47%
Transporte	33,750.87	78,719.51	112,470.38	70.09%	64,384.35	136,846.24	201,230.59	69.49%
Saúde	5.59	71.13	76.72	0.05%	12.15	159.02	171.17	0.06%
Duráveis	175.00	779.36	954.36	0.59%	369.23	1,707.47	2,076.69	0.72%
Outras indústrias	7,034.27	14,267.77	21,302.05	13.27%	13,272.24	25,699.90	38,972.15	13.46%
Energia	1,345.03	3,487.36	4,832.38	3.01%	2,487.04	6,207.54	8,694.58	3.00%
Educação	1.66	35.87	37.53	0.02%	3.24	69.68	72.92	0.03%
Intermediação financeira e seguros	43.24	158.95	202.20	0.13%	78.71	262.36	341.07	0.12%
Serviços	154.55	499.60	654.14	0.41%	301.82	1,043.70	1,345.52	0.46%
Serviços de alojamento e alimentação	6.75	83.30	90.05	0.06%	13.72	154.34	168.05	0.06%
Serviços imobiliários e aluguel	315.88	401.39	717.27	0.45%	628.90	715.87	1,344.77	0.46%
<b>Total</b>	<b>47,788.93</b>	<b>112,682.36</b>	<b>160,471.29</b>	<b>100.00%</b>	<b>90,602.78</b>	<b>198,984.20</b>	<b>289,586.98</b>	<b>100.00%</b>

Fonte: Elaboração própria, com base no resultado do modelo.

Observa-se que devido aos aumentos dos gastos, as emissões totais sobem de cerca de 160 mil Gg para 290 mil Gg em 2050, o que representaria 80% de aumento. Mas deve-se lembrar que o modelo não está considerando nenhuma mudança tecnológica no período, apenas o impacto que uma mudança na pirâmide etária provocaria nas emissões das atividades produtivas se todos os coeficientes técnicos permanecessem iguais aos de 2010. Deste modo, o modelo consegue capturar qual seria o aumento das emissões, mantendo constante a tecnologia de 2010, que o aumento do consumo provocaria (direta e indiretamente) devido às mudanças na estrutura etária da população brasileira.

Neste caso, observa-se que os setores que são intensivos em emissões, como o de Combustíveis e Transportes perdem uma pequena participação na composição das emissões de 2010 para 2050 como resultado da mudança etária, ainda que essa redução seja pequena. Entretanto, setores como Alimentos, Duráveis, Outras Indústrias, que possuem um elevado impacto total nas emissões quando a demanda final aumenta, apresentam um ganho na composição das emissões em 2050.

### 5.3 Impacto nas emissões por grupo etário

A mudança do consumo decorrente das mudanças demográficas induz a modificações significativas na composição das emissões totais por diferentes grupos etários. Os resultados são apresentados na Tabela 3. Observa-se que devido ao envelhecimento da população, em 2050 os grupos etários que passam a apresentar um vetor de consumo mais intensivo em emissões são os grupos de 60 anos até 69, assim como os grupos acima de 70 anos. Os grupos mais jovens, abaixo de 29 anos e entre 30 a 39 anos, passam a representar apenas 13% do total em 2050, sendo que apenas o grupo abaixo de 29 anos era responsável por esse mesmo percentual na composição das emissões em 2010. Esse comportamento é pode ser explicado pelas projeções demográficas, em que o maior crescimento ocorre para o grupo acima de 60 anos.

Tabela 3 – Impacto da mudança demográfica em 2050 na intensidade de emissões de CO<sub>2</sub> (em Gg) por diferentes grupos etários

Grupos etários	2010		2050	
	Intensidade de emissões	Composição das emissões	Intensidade de emissões	Composição das emissões
<29	20,758.32	13%	14,430.85	5%
30-39	25,294.62	16%	23,137.39	8%
40-49	31,024.28	19%	36,903.08	13%
50-59	33,191.83	21%	53,876.90	19%
60-69	28,387.58	18%	74,112.92	26%
70+	21,814.67	14%	87,125.84	30%
<b>Total</b>	<b>160,471.29</b>	<b>100%</b>	<b>289,586.98</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaboração própria, com base no resultado do modelo.

## 6. Considerações Finais

Nos últimos anos, o debate sobre as questões relacionadas às mudanças demográficas e seus impactos sobre a economia tem aumentado. A literatura tem dado ênfase principalmente ao efeito do crescimento da população sobre o mercado de trabalho e suas possíveis consequências sobre os sistemas de previdência social. Entretanto, a mudança demográfica não tem efeito apenas sobre variáveis como o crescimento econômico, mercado de trabalho e previdência social, mas também sobre o consumo agregado, e principalmente sobre a distribuição deste consumo. O processo de envelhecimento da população contribui, deste modo, para mudanças nos padrões de consumo. E conseqüentemente, a mudança no padrão de consumo também causa efeitos sobre o uso de energia e nas emissões de GEE.

Neste contexto, este artigo buscou estimar e analisar as mudanças no padrão de consumo para o Brasil decorrentes das mudanças projetadas na pirâmide etária de 2010 até 2050 e as possíveis consequências destas mudanças sobre as emissões de CO<sub>2</sub>. Para isto, foram realizadas projeções usando um modelo de insumo-produto para a economia brasileira para o ano de 2010 considerando 15 setores produtivos e 6 grupos etários.

Os resultados obtidos indicam que a mudança demográfica tem um impacto significativo na estrutura das despesas de consumo das famílias considerando diferentes grupos etários. Os impactos mais importantes são observados nas áreas de saúde e educação. O uso de energia das famílias também é significativamente afetado. Além disso, a mudança na estrutura etária não parece levar a um padrão de consumo menos intensivo em emissões, ainda que a participação de setores como Combustíveis e Transportes tenham apresentado uma pequena diminuição de participação no vetor de consumo para 2050. Observa-se, portanto, que o envelhecimento populacional e as mudanças nos hábitos de consumo provenientes do mesmo não geram mudanças significativas na estrutura de emissões setorialmente, mas geram uma mudança na composição das emissões por grupo etário.

Este artigo não teve a intenção de instituir projeções definitivas de mudança demográfica e emissões de gases de efeito estufa, mas acredita-se que os resultados obtidos são informações importantes para a tomada de decisões referentes ao envelhecimento da população. É importante ressaltar que, as mudanças nos padrões de consumo de cada grupo etário de 2050 foram calculadas considerando apenas a projeção da população. Na realidade, espera-se que o padrão de consumo dentro de grupos etário altere em um período de tempo tão longo, devido ao aumento dos rendimentos, à mudança dos preços ou aos efeitos de coorte, por exemplo. Além disso, a análise insumo-produto baseou-se em coeficientes técnicos da matriz de 2010. Na realidade, esses coeficientes podem ser afetados por mudança tecnológica ou efeitos de substituição. Pesquisas futuras, no entanto, poderiam incorporar tais efeitos em um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC).

## Referências Bibliográficas

- BETARELLI JUNIOR, A. A.; PEROBELLI, F. S.; VALE, V. A. Estimaco da matriz de insumo-produto de 2011 e Anlise do Sistema Produtivo Brasileiro. *TD. 001/2015*, Programa de Ps-Graduao em Economia Aplicada – FE/UFJF, 2015.
- BIN, S.; DOWLATABADI, H. Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO<sub>2</sub> emissions. *Energy Policy*, vol. 33, p. 197-208, 2005.
- BOSERUP, E. **Population and technological change: a study of long-term trends**. Chicago: University of Chicago Press, 1981.
- CARVALHO, T. S.; SANTIAGO, F. S.; PEROBELLI, F. S. International trade and emissions: The case of the Minas Gerais state – 2005. *Energy Economics*, vol. 40, p. 383-395, 2013.
- CARVALHO, T. S.; PEROBELLI, F. S. Avaliao da intensidade de emisses de CO<sub>2</sub> setoriais e na estrutura de exportaes: um modelo inter-regional de insumo-produto So Paulo/restante do Brasil. *Economia Aplicada*, vol. 13, n. 1, p. 99-124, 2009.
- COLE, M. A.; NEUMAYER, E. Examining the impact of demographic factors on air pollution. *Population and Environment*, vol. 26, n. 1, p. 5-21, 2004.
- DALTON, M.; O’NEIL, B.; PRSKAWETZ, A.; JIANG, L.; PITKIN, J. Population aging and future carbon emissions in the United States. *Energy Economics*, vol. 30, p. 642-675, 2008.
- DEWHURST, J. H. L. Estimating the effect of projected household composition change on production in Scotland. *Dundee Discussion Papers in Economics*, Working Paper n 186, 2006.
- DIETZ, T.; ROSA, E. A. Effects of population and affluence on CO<sub>2</sub> emissions. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 94, p. 175-179, 1997.
- DOMINGUES, E. P.; CARVALHO, T. C. Anlise dos Impactos Econmicos dos Desembolsos do BDMG nos anos 2005, 2009 e 2010. *Cadernos BDMG*, n. 21, p. 07-54, 2012.
- EHRlich P.R. *The Population Bomb*, New York, Ballatine, 1968.
- FAN, Y.; LIU, L. C.; WU, G.; WEI, Y. M. Analyzing impact factors of CO<sub>2</sub> emissions using STIRPAT model. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 26, p. 377-395, 2006.
- FOUGÈRE, M.; MERCENIER, J., MÉRETTE, M. A sectoral and occupational analysis of population ageing in Canada using a dynamic CGE overlapping generations model. *Economic Modelling*, vol. 24, p. 690-711, 2007.
- HERTWICH, E. G. Life Cycle Approaches to Sustainable Consumption: A Critical Review. *Environmental Science & Technology*, vol. 39, n. 13, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demogrfico 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGEa). Download. Estatísticas. Pesquisa de Oramento Familiar, 2004. Disponvel em: <[http://www.ibge.gov.br/home/xml/pof\\_2008\\_2009.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/xml/pof_2008_2009.shtm)>. Acesso em: janeiro 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGEb). Download. Estatísticas. Projeo da Populao do Brasil por sexo e idade: 2000-2060 e Projeo da Populao das Unidades da Federao por sexo e idade: 2000-2030. Disponvel em:[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao\\_da\\_populacao/2013/default\\_tab.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default_tab.shtm). Acesso em: maio de 2016.
- KRONENBERG, T. The impact of demographic change on energy use and greenhouse gas emissions in Germany. *Ecological Economics*, vol. 68, p. 2637-2645, 2009.
- KUZNETS, S. Population and economic growth. *Proceedings of the American Philosophical Society* 111, p.170-193, 1967.
- LIXON, B.; THOMASSIN, P. J.; HAMAIDE, B. Industrial output restriction and the Kyoto protocol: an input–output approach with application to Canada. *Ecological Economics*, vol. 68, p. 249-258, 2008.
- LHRMANN, M. *Effects of Population Ageing on Aggregated UK Consumer Demand*. London: Institute for Fiscal Studies and CEMMAP, 2007.
- MILLER, R.; BLAIR, P. *Input-output analysis: foundations and extensions*. New Jersey: Prentice-Hall, 2009. 464p.

- NASRI, F. O envelhecimento populacional no Brasil. *Einstein*, vol. 6, p. S4-S6, 2008.
- O'NEIL, B. C.; DALTON, M.; FUCHS, R.; JIANG, L.; PACHAURI, S.; ZIGOVA, K. Global demographic trends and future carbon emissions. *PNAS*, vol. 104, n. 41, p. 17521-17526, 2010.
- PARK, S.; HEWINGS, G. J. D. Aging and the Regional Economy: Simulation Results from the Chicago CGE model. *REAL 07-T-4*, June, 2007.
- PEROBELLI, F. S.; FARIA, W. R.; VALE, V. A. The increase in Brazilian household income and its impact on CO<sub>2</sub> emissions: evidence for 2003 and 2009 from input-output tables. *Energy Economics*, vol. 52, p. 228-239, 2015.
- SANTIAGO, F. S. *Projeções dos impactos econômicos decorrentes das mudanças demográficas no Brasil para o período de 2010 a 2050*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG/CEDEPLAR), 2014. Tese de Doutorado.
- SIMON, J. *The Ultimate Resource*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1981.
- YOON, S. G.; HEWINGS, G. J. D. Impact of Demographic Changes in the Chicago Region. *REAL 06-T-7*, 2006.
- WONG, L. L. R.; CARVALHO, J. A. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. *R. Bras. Est. Pop.*, v. 23, n. 1, p. 5-26, 2006.

### Apêndice 1 – Projeções demográficas

As projeções demográficas para o período 2010-2050 indicam que a participação do grupo da população de 0 a 19 anos irá diminuir enquanto (Figura 5), em contrapartida, a participação dos grupos mais velhos irá aumentar, com a população de 70 anos ou mais aumentando de 5,00% em 2016 para, 16,00%, em 2050. Esse cenário reflete a queda histórica da fecundidade e sua estabilização em níveis abaixo do nível de reposição, bem como a contribuição marginal, mas crescente, do ganho de longevidade.

A Tabela 4 apresenta a taxa média de crescimento da população total e por grupos etários, acumulada em períodos quinquenais (2010 a 2050). Observa-se que as taxas de crescimento dos grupos são muito distintas, com redução no crescimento da população de até 49 anos. O maior crescimento ocorre para o grupo acima de 60 anos. Esse resultado se reflete na taxa de crescimento total da população, que apresenta um crescimento positivo até 2040, mas a taxas decrescentes. A partir de 2040, espera-se uma redução do tamanho da população em que se aprofunda o decréscimo da população jovem e adulta.

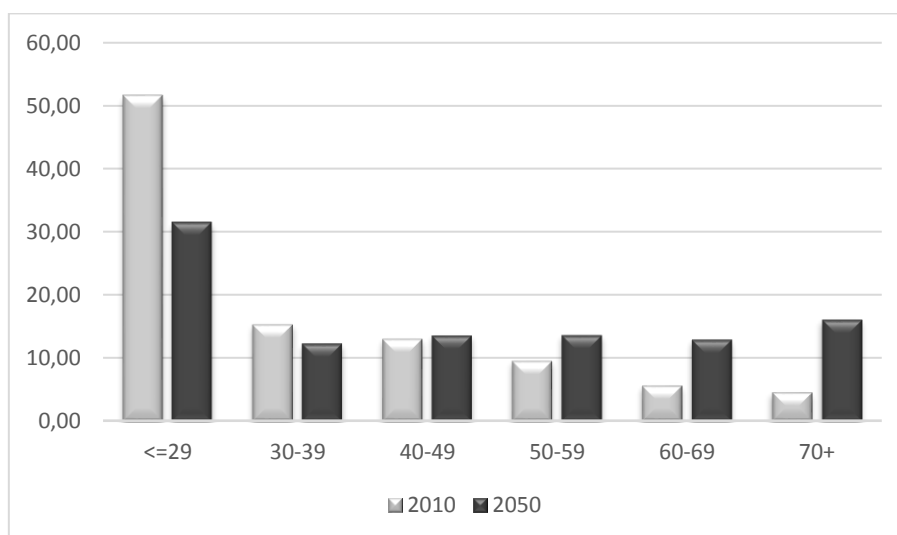


Figura 5 - Participação dos grupos etários na população brasileira, em 2016 e 2050 (em %)   
 Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2016b)

Tabela 4 -Taxas de crescimento quinquenais projetadas da população brasileira por grupos etários, 2010 a 2050 (var. %)

Quinquênios	<29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+	Total
2010/2015	-3.48	10.35	4.41	17.32	24.47	18.69	4.28
2016/2020	-3.39	9.11	4.63	15.78	24.12	18.73	3.51
2021/2025	-3.43	7.61	5.52	14.21	23.47	19.34	2.76
2026/2030	-3.52	5.92	6.81	12.63	22.66	20.28	1.97
2027/2035	-3.55	4.13	8.08	11.04	21.88	21.20	1.23
2036/2040	-3.48	2.33	9.09	9.48	21.20	21.95	0.55
2041/2045	-3.55	0.75	10.11	8.21	20.85	22.73	-0.07
2046/2050	-3.48	-0.94	10.87	6.86	20.52	23.36	-0.64

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2016b)