

ANEXO J

ESTUDO METODOLÓGICO
AVALIAÇÃO DO USO DOS DADOS DO TerraCLASS NO EGC-AMAZÔNIA

CONTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DESMATADAS PARA O CRESCIMENTO
ECONÔMICO DA AMAZÔNIA LEGAL

Terciane Sabadini Carvalho¹
Aline Souza Magalhães²
Edson Paulo Domingues³

RESUMO:

O desmatamento na Amazônia Legal Brasileira (AML) vem sendo alvo de medidas e políticas que envolvem tanto a sua aferição como controle. Nesse contexto, o objetivo do artigo é investigar se existe um *trade-off* entre os objetivos de conservação ambiental e de crescimento econômico estimando a contribuição do desmatamento para o crescimento das 103 microrregiões da AML, isto é, projetar o custo de oportunidade das políticas que objetivam reduzir o desmatamento na região. Para isso, foram realizadas simulações com um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) *bottom-up*, o EGC-AMAZÔNIA, construído com dados econômicos e de comércio das microrregiões da AML, a fim de manter as especificidades e heterogeneidade da região. Assim, o modelo pode capturar a expansão da oferta de terra em decorrência do aumento do desmatamento, que por sua vez afeta as possibilidades de produção associadas ao uso da terra por toda a Amazônia provocando deslocamentos nas possibilidades de produção regional, assim como alterações nos padrões da produção agrícola e de comércio na região. Dos resultados obtidos, apresentou-se que o *trade-off* clássico entre preservação ambiental e crescimento econômico não é significativo para o caso do desmatamento na Amazônia, uma vez que o desmatamento pouco contribui para o crescimento da economia. Além disso, um aumento na produtividade da agropecuária na Amazônia Legal de 1% ao ano seria suficiente para compensar os ganhos projetados decorrentes da expansão da ocupação de terras.

Palavras-chave: desmatamento, Amazônia Legal, Equilíbrio Geral Computável

ABSTRACT:

The deforestation in the Brazilian Legal Amazon (LAM) has been the target of measures and policies that involve both its measurement and control. In this context, this paper aims to investigate whether there is a trade-off between environmental conservation and economic growth objectives by estimating the contribution of deforestation to the growth of the 103 micro-regions of the LAM, i.e., to calculate the opportunity cost of policies that aim to reduce deforestation in the region. Thus, we have performed simulations with a Computable General Equilibrium model (CGE) bottom-up, the CGE-AMAZON, built with economic and trade data of the micro-regions in order to maintain the region specificities and heterogeneity. Thus, the model can capture the expansion of land supply due to increased deforestation, which in turn affects the production possibilities associated with the use of land throughout the Amazon causing shifts in regional production possibilities, as well as changes in patterns agricultural production and trade in the region. The results obtained showed that the classic trade-off between environmental preservation and economic growth is not significant for the case of deforestation in the Amazon, since deforestation contributes little to economic growth. Moreover, a productivity increase of agriculture in the Amazon region of 1% per year would be enough to offset the projected gains resulting from the expansion of land occupation.

Key-words: deforestation, Legal Amazon, Computable General Equilibrium

¹ Doutoranda em Economia no CEDEPLAR/UFMG.

² Doutoranda em Economia no CEDEPLAR/UFMG.

³ Professor Dr. Adjunto do Departamento de Ciências Econômicas – CEDEPLAR/UFMG

CONTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DESMATADAS PARA O CRESCIMENTO ECONÔMICO DA AMAZÔNIA LEGAL

1. INTRODUÇÃO

O processo de desmatamento na Amazônia Legal Brasileira tem atraído a atenção de pesquisadores e do poder público, nas diversas esferas de governo, em torno de medidas e políticas que envolvem tanto sua aferição como controle. Este processo apresenta diversas causas discutidas pela literatura, entre elas a expansão da atividade econômica. Reconhecidamente, uma das principais forças motrizes do desmatamento na região é a transformação de florestas em áreas de ocupação para agricultura e pecuária (SCHMINK e WOOD, 1992; REIS e MARGULLIS, 1991; ANDERSEN *et al.*, 2002). Esta transformação tem implicações como a ampliação da produção, do emprego e da atividade econômica. Assim, a floresta tem um valor econômico quando transformada em insumo produtivo (terra) para a agricultura e a pecuária. A floresta também apresenta valores não-econômicos que, no entanto, não são facilmente medidos já que envolvem a valoração de um bem ambiental e aspectos como o valor da biodiversidade, das culturas dos povos habitantes, entre outros, que são difíceis de serem mensurados e dependem do contexto regional em que ocorrem.

Ao longo da década de 1990, as taxas anuais de desmatamento situaram-se em torno dos 17 mil km² com ascensão vertiginosa na década de 2000, quando o desmatamento anual alcançou 27 mil km² em 2004 (SOARES-FILHO *et al.*, 2009). Contudo, desde 2004, o ritmo de desmatamento tem declinado, situando-se em 11,2 mil km² em 2007, a segunda menor taxa histórica medida pelo Programa de Observação do Desmatamento – PRODES (INPE, 2009). Essa queda se explica em parte pela influência de fatores econômicos como a redução dos preços internacionais da soja e da carne, além da valorização do real, que prejudica as exportações. Atrelado a isso, o aumento da fiscalização desde 2004, com a implementação pelo Governo Federal de programas como o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia⁴ também podem ser apontados como causa da tendência atual de redução do desmatamento na Amazônia (SOARES-FILHO *et al.*, 2009).

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em agosto de 2011 a área desmatada⁵ na Amazônia Legal Brasileira alcançou aproximadamente 750 mil quilômetros quadrados, o que representa cerca de 14% de sua área geográfica. A maior parte do desmatamento, em torno de 570 mil km² realizou-se entre 1977 e 2004. No período 2010-2011, o INPE divulgou que o desmatamento na região foi de 5.739 km², significando uma redução de 9,6% em relação ao período anterior (INPE, 2011). Em relação aos estados que mais desmataram até 2011 tem-se o Pará em primeiro lugar, responsável por 33% do desmatamento total, seguido pelo Mato Grosso, com 27% e o Maranhão com 14%.

Uma série de fatores e agentes está relacionada ao desmatamento da Amazônia, como elencado em diversos estudos. Schmink e Wood (1992) destacam que entre as décadas de 1970 e 1980, o principal vetor do desmatamento foi a expansão da fronteira agropecuária. Segundo Reis e Margullis (1991) essa expansão foi motivada pela facilidade de crédito e pelos incentivos fiscais, e reforçada pela relação positiva entre a criação de corredores de acesso à região, a migração e a especulação fundiária. Além disso, a legislação brasileira teria estimulado, de certo modo, o desmatamento, à medida que a reivindicação de terra se dava a partir da comprovação produtiva de seu uso, provocando a consequente conversão da floresta em pasto.

⁴ O Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM) - lançado em 2004 como resposta governamental às crescentes taxas de desmatamento na Amazônia - tem como objetivo promover a redução das taxas de desmatamento por meio de um conjunto de ações integradas de ordenamento territorial e fundiário, monitoramento e controle ambiental, fomento a atividades produtivas sustentáveis, envolvendo parcerias entre órgãos federais, governos estaduais, prefeituras, entidades da sociedade civil e o setor privado.

⁵ Todavia, deve-se explicar o que se considera como terras “desmatadas”. Tradicionalmente, o desmatamento na Amazônia tem sido definido como “a destruição completa e permanente da floresta” para permitir usos alternativos da terra. Isso reflete uma visão de grande parte da literatura que foca na mudança do uso da terra, reconhecendo que a tendência do desmatamento na Amazônia é guiada pela demanda por novas áreas para cultivo ou pasto, diferente do predomínio da demanda por madeira, que ocorre em grande parte da Ásia, ou lenha, como em parte da África (GEIST e LAMBIN, 2002).

Segundo Oliveira Jr. *et al.* (2010), a especulação fundiária e a abertura de estradas, decorrentes da exploração madeireira, seriam processos que corroborariam o efeito da exploração pecuária sobre o desmatamento. Ainda, a pecuária apresenta elevada rentabilidade na região. Além desses fatores, em função das próprias regras de mercado, outras atividades como a agricultura mecanizada para a exploração de grãos, como a soja e o milho, têm ganhado expansão na área plantada da região, especialmente pelo fato da sua utilização potencial para a fabricação de biodiesel.

O desmatamento na Amazônia também é foco de preocupações quanto às mudanças climáticas. Diante do crescente debate sobre as consequências do aquecimento global, a região se tornou alvo de políticas de redução de desmatamento por se constituir em uma medida importante para a mitigação desse fenômeno, uma vez que a maior parte das emissões de gases de efeito estufa no Brasil (cerca de 60% das emissões totais) provém da mudança no uso do solo e florestas (MCT, 2010). Quando ocorrem mudanças no uso/ocupação da terra, isto é, quando uma floresta é derrubada e queimada, dando lugar a pastagens, agricultura ou outra forma de uso da terra, há liberação de grande quantidade de carbono na forma de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera, contribuindo para o aquecimento global. Nordhaus (1991) afirma que a redução nas taxas de desmatamento seria um meio com menores custos de se conter as emissões de CO₂ comparado ao custo da redução do consumo de combustíveis fósseis nos países mais desenvolvidos. Assim, em um cenário em que a discussão em torno das mudanças climáticas passa a ser cada vez maior nos países em desenvolvimento, apresenta-se a importância de se estudar o desmatamento e o valor econômico da floresta, já que a região da Amazônia pode ser alvo de políticas de mitigação.

Nesse contexto, o Brasil apresentou na COP 15⁶, realizada em dezembro de 2009, um compromisso de reduções de emissões de CO₂ até 2020, propondo diminuir a taxa de desmatamento da Amazônia em 80% nesse período. Esse tipo de política de conservação florestal pode ou não ter impacto sobre a competitividade da agricultura, da pecuária e mesmo da indústria extrativa mineral, que são importantes produtos de exportação na economia da região. Ademais, outra questão de grande visibilidade e que tem suscitado discussões no governo, na mídia e na sociedade civil como um todo é o novo Código Florestal⁷ brasileiro, que dentre outros aspectos discute as áreas de preservação permanente (APPs).

Dada toda esta conjuntura acerca do desmatamento na Amazônia, é relevante investigar se existe um *trade off* entre os objetivos de conservação ambiental e de crescimento econômico, estimando a contribuição do desmatamento para o crescimento das economias da Amazônia Legal. Para tal, é utilizado um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), que se configura como a ferramenta mais adequada para captar os impactos e as consequências setoriais, macroeconômicas e regionais da expansão do desmatamento. Um modelo EGC é capaz de incorporar esta expansão, ampliando o uso e oferta da terra agrícola, o que por sua vez, afetaria a atividade econômica das regiões. A hipótese é que o desmatamento afeta as possibilidades de produção associadas ao uso da terra por toda a Amazônia, e os deslocamentos resultantes nas possibilidades de produção regional alterariam os padrões atuais da produção agropecuária e de comércio na região. Modelos de equilíbrio parcial ou econométricos, nesse caso, seriam limitados por não considerarem como a política afetaria os preços relativos dos insumos e dos produtos, além disso, não seriam capazes de avaliar a distribuição dos impactos econômicos pelos setores e regiões de uma economia.

Nos estudos que envolvem a utilização de modelos EGC com uso da terra, desmatamento e Amazônia, destacam-se os trabalhos de Cattaneo (2001) e Pattanayak *et al.* (2010). O primeiro examinou a relevância de um conjunto de variáveis mencionadas na literatura como responsáveis pelo desmatamento da Amazônia utilizando um modelo EGC estático regional (Amazônia, Centro-Oeste, Nordeste, restante do Brasil). Os dados da matriz de insumo-produto foram calibrados para o ano de 1995 e dados do Censo Agropecuário produziram a regionalização das atividades agrícolas.

⁶ A COP 15 foi a Conferência das Partes, realizada pela UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de 7 a 18 de dezembro de 2009, em Copenhague (Dinamarca), em que ONGs, empresas e pessoas interessadas discutiram como o mundo pode resolver a ameaça do aquecimento global.

⁷ O Código Florestal Brasileiro foi criado pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. O Código estabelece limites de uso da propriedade, que deve respeitar a vegetação existente na terra, considerada bem de interesse comum a todos os habitantes do Brasil. O primeiro Código Florestal Brasileiro foi instituído pelo Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934.

No modelo de Cattaneo (2001), considerou-se um cenário de curto prazo, no qual se assume rigidez de salários e que não há migração de trabalho e capital entre as regiões; e outro de longo prazo, que assume flexibilidade de salários e permite a migração. Entre as simulações realizadas tem-se: i) desvalorizações na taxa de câmbio real entre 5% a 40%, ii) abolição dos subsídios agrícolas em todo o país, e iii) uma redução dos custos de transporte. Entre os resultados, notou-se que as políticas de desvalorização do câmbio provocam uma diminuição no desmatamento. O trabalho concluiu que existe um significativo *trade-off* entre conservação da floresta e o crescimento da agricultura.

Pattanayak *et al.* (2010) analisaram uma política do governo conhecida como FLONAS, que objetiva expandir em 50 milhões de hectares o sistema nacional de florestas, e seus impactos na saúde e no PIB por meio de um modelo EGC dinâmico de 2010 a 2050. Foi considerado um cenário de aquecimento moderado do IPCC⁸ em que ocorre um aumento de 2°C na temperatura. O modelo denominado Análise Dinâmica Aplicada da Economia Global (*Applied Dynamic Analysis of Global Economy - ADAGE*), combina a estrutura teórica EGC com dados econômicos de 2005. Os dados do GTAP descrevem as condições econômicas iniciais, a tecnologia de produção e os padrões de consumo no Brasil e outras regiões do mundo (Brasil, resto da América do Sul, Estados Unidos, Europa e resto do mundo). O modelo inclui dois tipos de famílias (rural e urbana), três setores agrícolas (cultivo, pecuária e florestas), um setor de produtos alimentícios, um setor de produtos florestais (madeira e papel), e outros nove setores não-agrícolas envolvendo *commodities* domésticas e importadas.

No “cenário base” do estudo de Pattanayak *et al.* (2010) ocorre uma redução percentual de 0,3% (urbano) e 0,6% (rural) no estoque de trabalho por causa do aumento das doenças relacionadas às mudanças do clima e dos três milhões de hectares de florestas que são desmatados anualmente. Por fim, o “cenário base” é comparado ao cenário de conservação FLONAS. Os principais resultados mostram que a conservação da floresta se contrapõe aos impactos negativos causados na saúde pelas mudanças climáticas. Entretanto, a conservação causa uma pequena queda no PIB (-0,1%), na maioria dos produtos (incluindo a agricultura) e também em outros importantes indicadores macroeconômicos (investimentos, exportações e importações).

Diante destas discussões, o objetivo deste artigo é projetar a contribuição das áreas desmatadas para o crescimento econômico das regiões na Amazônia Legal, por meio de simulações com um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) para as suas 103 microrregiões (definidas oficialmente pelo IBGE). O modelo EGC avança em relação aos demais que buscaram estudar o desmatamento, na medida em que sua base de dados foi construída especificamente com dados econômicos e de comércio das microrregiões da Amazônia Legal, a fim de manter as especificidades e heterogeneidade da região. Assim, a grande desagregação regional do modelo, numa região como a Amazônia Legal, é uma contribuição relevante quando se objetiva projetar os impactos da expansão da oferta de terra sobre a região e, sobretudo, entender de que maneira microrregiões com diferentes níveis de desenvolvimento serão afetadas. Além disso, uma simples análise dos dados tanto econômicos quanto de desmatamento não permitiriam inferir o efeito do desmatamento sobre o crescimento econômico, por exemplo. É necessário, desse modo, um modelo econômico de simulação que isole este fenômeno dos demais e que seja capaz de captar a interdependência de setores e regiões, projetando de modo consistente a contribuição da expansão da oferta de terra sobre o crescimento da economia. Um modelo de equilíbrio geral computável microrregional cumpre este objetivo, configurando-se como o instrumental mais adequado a esta análise.

Portanto, pretende-se avaliar a importância da atividade agropecuária e dos demais setores de atividade em cada microrregião, em termos de geração de renda e emprego, uso de capital e trabalho, e relações comerciais (compras e vendas de produtos entre as regiões e o exterior). Ao calibrar o modelo com as áreas desmatadas no período de 2006 a 2011 em cada microrregião, são geradas estimativas de crescimento da produção agropecuária, assim como de emprego e outros indicadores socioeconômicos (como o preço dos alimentos, PIB regional, exportações e bem-estar). Estas estimativas refletem o custo de oportunidade de políticas de redução do desmatamento na região. Desse modo, o artigo está dividido em mais quatro seções, além desta introdução. A primeira apresenta a estrutura teórica do modelo e como

⁸ IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*.

foi construída a base de dados *bottom-up*, a segunda mostra o fechamento do modelo e a simulação realizada. Após, tem-se as discussões e análises dos resultados, e por fim as considerações finais.

2. MODELO E BASE DE DADOS

2.1 EGC-AMAZÔNIA

O EGC-AMAZÔNIA é um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) estático para as 103 microrregiões que fazem parte da Amazônia Legal (AML) e restante do Brasil. Trata-se de um modelo *bottom-up*, isto é, um modelo multirregional em que os resultados nacionais são agregações dos resultados regionais. É o primeiro modelo EGC construído para a economia da AML que apresenta essa desagregação por microrregião, realizada a fim de manter o máximo possível das especificidades e características das diferentes regiões. Com isso, o modelo consegue analisar as perdas ou ganhos econômicos assim como se ocorre alguma redistribuição da produção entre as diferentes regiões.

O ponto de partida para o EGC-AMAZÔNIA é o modelo multirregional de Equilíbrio Geral Computável IMAGEM-B⁹ construído no Cedeplar-UFMG. Assim como o IMAGEM-B, o EGC-AMAZÔNIA parte da estrutura teórica do TERM australiano, um acrônimo em inglês para *The Enormous Regional Model* (HORRIDGE *et al.*, 2005). O TERM¹⁰ é um modelo multirregional *bottom-up* EGC do tipo Johansen, em que a estrutura matemática é representada por um conjunto de equações linearizadas e as soluções são obtidas na forma de taxas de crescimento. Nessa tradição de modelagem também estão outros trabalhos para a economia brasileira, como os modelos PAPA (GUILHOTO, 1995), B-MARIA (HADDAD, 1999), EFES (HADDAD e DOMINGUES, 2001) e SPARTA (DOMINGUES, 2002).

O modelo é composto por blocos de equações que determinam relações de demanda e oferta, de acordo com hipóteses de otimização e condições de equilíbrio de mercado. Além disso, vários agregados nacionais são definidos nesses blocos, como nível de emprego agregado, PIB, saldo comercial e índices de preços. De modo geral, o EGC-AMAZÔNIA segue a especificação teórica padrão dos modelos EGC. Os setores produtivos minimizam os custos de produção sujeitos a uma tecnologia de retornos constantes de escala, em que a combinação de insumos intermediários e fator primário (agregado) é determinada por coeficientes fixos (Leontief). Há substituição via preços entre produtos domésticos e importados na composição dos insumos, via função de elasticidade de substituição constante (CES). Também ocorre substituição entre capital, trabalho e terra na composição dos fatores primários por meio de funções CES, porém o fator terra está alocado apenas para os setores de Agricultura e Pecuária. Uma especificação CES controla a alocação do composto doméstico entre as diversas regiões de origem. Isso implica que regiões com queda de custo relativo de produção aumentam seu *market-share* na região de destino do produto.

Os produtos de uma determinada microrregião direcionados para outra são compostos pelos valores básicos e pelas margens de comércio e transporte. A participação de cada margem no preço de entrega é uma combinação de origem, destino, bem e fonte. As margens sobre os produtos de uma região para outra podem ser produzidas em diferentes regiões. Espera-se que as margens sejam distribuídas mais ou menos equitativamente entre origem e destino, ou entre regiões intermediárias no caso de transporte entre regiões mais distantes. Existe substituição nos fornecedores de margem de acordo com uma função CES.

No modelo, há uma família representativa para cada microrregião, que consome bens domésticos (das microrregiões da economia nacional) e bens importados. A escolha entre domésticos e importados (de outros países) é realizada por uma especificação CES (hipótese de Armington¹¹). O tratamento da demanda das famílias é baseado num sistema combinado de preferências CES/Klein-Rubin. As equações de demanda são derivadas de um problema de maximização de utilidade, cuja solução segue etapas

⁹ O modelo IMAGEM-B foi construído a partir do modelo TERM-Cedeplar, para a análise dos impactos regionais do Plano Plurianual 2008-11 (PPA) de investimentos do governo federal (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2008). O TERM-Cedeplar é um modelo multirregional *bottom-up* calibrado para a economia brasileira e foi desenvolvido com a colaboração de Mauro Borges Lemos, Edson Domingues, Ricardo Ruiz, Ricardo Martins e Sueli Moro (Cedeplar-UFMG); Joaquim Bento de Souza Ferreira-Filho (Esaq-USP); Mark Horridge e James Giesecke (CoPS-Monash University, Austrália).

¹⁰ O TERM decorre do contínuo desenvolvimento do modelo ORANI (DIXON *et al.*, 1982) e de sua versão genérica, o ORANI-G (HORRIDGE, 2000).

¹¹ Hipótese de Armington - bens de origens diferentes são tratados como substitutos imperfeitos.

hierarquizadas. No primeiro nível ocorre substituição CES entre bens domésticos e importados. No nível subsequente há uma agregação Klein-Rubin dos bens compostos. Assim, a utilidade derivada do consumo é maximizada segundo essa função de utilidade. Essa especificação dá origem ao sistema linear de gastos (LES), no qual a participação do gasto acima do nível de subsistência, para cada bem, representa uma proporção constante do gasto total de subsistência de cada família.

Não existe no modelo relação fixa entre capital e investimento e essa relação é escolhida de acordo com os requisitos específicos da simulação. A primeira configuração específica é que a criação do novo estoque de capital em cada setor está relacionada com a lucratividade do setor. Como discutido em Dixon *et al.* (1982), este tipo de modelagem se preocupa primordialmente com a forma como os gastos de investimento são alocados setorialmente, e não com a determinação do investimento privado agregado. Além disso, a concepção temporal de investimento empregada não tem correspondência com um calendário exato; esta seria uma característica necessária se o modelo tivesse o objetivo de explicar o caminho de expansão do investimento ao longo do tempo. Destarte, a preocupação principal na modelagem do investimento é captar os efeitos de choques na alocação do gasto de investimento do ano corrente entre os setores.

As exportações setoriais respondem à curvas de demanda negativamente associadas aos custos domésticos de produção e positivamente afetadas pela expansão exógena da renda internacional, adotando-se a hipótese de país pequeno no comércio internacional. Não há uma teoria para o mercado de trabalho e a relação entre emprego e salários é escolhida conforme os objetivos da simulação. O consumo do governo é exógeno. A terra é considerada um fator fixo e exógeno ao modelo. Como existe substituição entre os fatores primários terra, trabalho e capital, a demanda por terra aumenta em relação aos outros fatores se o seu preço se torna relativamente mais baixo. Portanto, sendo a terra exógena, seu preço se ajusta para equilibrar o mercado de terra.

O EGC-AMAZÔNIA opera com equações de equilíbrio de mercado para todos os bens consumidos localmente, tanto domésticos como importados. Os preços de compra para cada um dos grupos de uso (produtores, investidores, famílias, exportadores, e governo) são a soma dos valores básicos e dos impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e margens. Impostos sobre vendas são tratados como taxas *ad-valorem* sobre os fluxos básicos. Há equilíbrio no mercado para todos os bens, tanto domésticos como importados, assim como no mercado de fatores (capital, terra e trabalho) em cada microrregião. As demandas por margens (transporte e comércio) são proporcionais aos fluxos de bens aos quais as margens estão conectadas. Os preços de compra para cada um dos grupos de uso em cada microrregião (produtores, investidores, famílias, exportadores, e governo) são a soma dos valores básicos e dos impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e margens (de comércio e transporte).

2.2 A CONSTRUÇÃO DA BASE DE DADOS

A base de dados do modelo EGC-AMAZÔNIA foi construída por meio de um processo de regionalização da matriz de insumo-produto nacional de 2005, a partir dos procedimentos sugeridos por Horridge (2006), adaptados para o caso brasileiro. O procedimento é composto por três estágios e pode ser resumido da seguinte forma: i) no primeiro estágio são criados os arquivos do modelo para a inserção e/ou geração dos dados adicionais, ao mesmo tempo em que é realizada a checagem da consistência dos dados iniciais; ii) no segundo estágio toda a base de dados *bottom-up* é construída por meio da interação de diversos procedimentos e equações que permitem a desagregação necessária dos dados; e iii) por fim, no último estágio é possível realizar as agregações setoriais e regionais desejadas, a partir das quais é aplicada uma simulação teste que checa a consistência da base de dados gerada.

A partir dos dados da matriz de insumo-produto de 2005 (com 55 setores e 110 produtos), criou-se uma matriz de comércio inter-regional por meio de uma série de fórmulas utilizando uma matriz de distâncias e a abordagem gravitacional. A principal hipótese de um modelo gravitacional¹² é que o comércio está baseado na distância entre as regiões e na interação derivada do tamanho de suas

¹² Uma difundida justificativa teórica à ideia de que os fluxos bilaterais de comércio dependem positivamente da renda das regiões e negativamente da distância entre elas baseia-se em um modelo de comércio desenvolvido por Krugman (1980). Um maior detalhe do método e algumas aplicações podem ser vistos em Miller e Blair (2009).

economias. Depois de criada a matriz de comércio inter-regional, um ajuste é realizado para preservar as relações contábeis de igualdade entre oferta e demanda, para isso, o método RAS¹³ foi utilizado.

Além da estrutura da matriz nacional foram utilizadas participações regionais da produção, exportações e consumo setorial para desagregar a base de dados em 104 regiões (103 microrregiões da Amazônia Legal e restante do Brasil) conforme o Quadro 1:

Quadro 1 - Informações Necessárias ao Procedimento de Regionalização

Variável	Descrição	Fonte dos dados
$RP_{i,r}$	Participação regional da produção (por i setores e r regiões)	IBGE, RAIS
$RI_{i,r}$	Participação regional do investimento (por i setores e r regiões)	RAIS
$RF_{c,r}$	Participação regional do consumo das famílias (por c produtos e r regiões)	POF, IBGE
$RX_{c,r}$	Participação regional das exportações (por c produtos e r regiões)	Sistema ALICEWEB da SECEX
$RG_{c,r}$	Participação regional do consumo do governo (por c produtos e r regiões)	IBGE
$RE_{c,r}$	Participação regional da variação de estoques (por c produtos e r regiões)	RAIS

Fonte: Elaboração Própria

Por exemplo, o $RP_{i,r}$ é a participação da produção do setor i localizado na região r , de tal forma que $\sum_r RP_{i,r} = 1$. Esses dados estão presentes em modelos *top-down* de equilíbrio geral, como é o caso do modelo BRIDGE¹⁴, no entanto, foi necessária uma divisão regional mais desagregada (em microrregiões). Para obter essas participações por microrregião foram utilizados dados de diversas fontes: PIB por microrregião (incluindo a divisão entre PIB da agropecuária, indústria, serviços e administração pública), divulgados pelo IBGE; exportações por microrregião (sistema ALICEWEB da SECEX), e a massa salarial (por setor de atividade e microrregião) obtida por meio da “Relação Anual de Informações Sociais” (RAIS). Devido ao objetivo do artigo, o fator terra está alocado para os setores agricultura e pecuária. A remuneração desse fator no banco de dados foi incluída por meio da variável de “Despesas realizadas pelos estabelecimentos – Arrendamento de terras” do Censo Agropecuario de 2006. Como a matriz é de 2005, foi aplicado um deflator para que os valores monetários do Censo se equiparassem aos da matriz de insumo-produto.

Além desses dados, foram utilizados dados regionais adicionais conforme listado no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Quadro 2 - Dados adicionais para a regionalização

Variável	Descrição
$DIST_{r,r}$	Menor distância entre as regiões r e d
$MSHR_{c,r}$	Participação das importações nacionais c por porto de entrada r
$MWGT_{r,m}$	Margem ponderada
$DMAR$	Conjunto DMAR de distância relacionada às margens
$DFAC_{c,r}$	Fator de Distância para a fórmula gravitacional
$LMAR_m$	Tendência para que a margem tenha fonte local
$PO01$	População regional (em milhões de pessoas)

Fonte: Elaboração própria com base em Horridge (2006)

¹³ O método RAS é um mecanismo iterativo, que busca ajustar os valores das linhas e colunas de uma matriz, com seus totais, considerando a proporcionalidade dos valores totais. Esse método calcula um novo conjunto de valores para as células de uma matriz, a partir de uma estrutura já existente, fazendo com que a soma das linhas e das colunas fiquem consistentes com o total esperado. Maiores informações sobre o método RAS podem ser encontradas em Miller e Blair (2009).

¹⁴ O modelo nacional BRIDGE (DOMINGUES *et al.*, 2010) foi desenvolvido no Cedeplar, e está configurado para 55 indústrias/setores, 110 produtos, duas fontes (doméstico e importado), cinco componentes de demanda final (consumo das famílias, consumo do governo, investimentos, exportações, estoques), dois setores de margem (comércio e transportes) e três fatores primários (trabalho, capital e terra).

A matriz de distância rodoviária construída para a variável $DIST_{r,r}$ representa um avanço em relação às matrizes de distâncias euclidianas na calibragem de modelos EGC. A matriz de distância foi gerada por um algoritmo de otimização de trajetória do *software* Transcad na versão 5.0 sobre a rede de transporte multimodal brasileira, de forma que as trajetórias representam a distância com menor tempo de deslocamento entre pares de origem-destino (microrregiões). Para a população foram utilizadas as projeções de população do IBGE (2011) para 2005. As informações para a variável MSHR foram obtidas pelo sistema ALICEWEB da SECEX, com compatibilização por produto.

MWGT representa a margem (m) ponderada, que por hipótese, assume-se ser igual a um, tanto para o comércio como para os transportes em todas as microrregiões (r) do modelo. Isso quer dizer que as diferenças entre as margens nas microrregiões serão determinadas somente pela distância entre elas. A variável DMAR, na realidade, é um subconjunto de MAR (margens), que representa a margem que está atrelada à matriz de distâncias, no caso, a margem de transportes. LMAR é uma variável da tendência que a margem seja de fonte local. Como as margens da base de dados são os setores de comércio e transportes, assume-se que o valor da variável é igual a um, pois ambos os setores são considerados setores locais. DFAC é o fator de distância para a fórmula gravitacional que representa a facilidade ou dificuldade do transporte de determinados bens. Produtos agropecuários, por exemplo, são considerados de fácil transporte, e, portanto, assumem valor 1 para DFAC. Bens do comércio e administração pública, que não se deslocam de uma região para outra, assumem valor 2.

Após a calibragem do modelo com esses dados e os procedimentos computacionais de regionalização descritos no Apêndice, chegou-se ao modelo EGC-AMAZÔNIA para 103 microrregiões e restante do Brasil, com 4 setores (agricultura, pecuária, indústria e serviços) e 25 produtos.

2.3 FECHAMENTO E SIMULAÇÕES

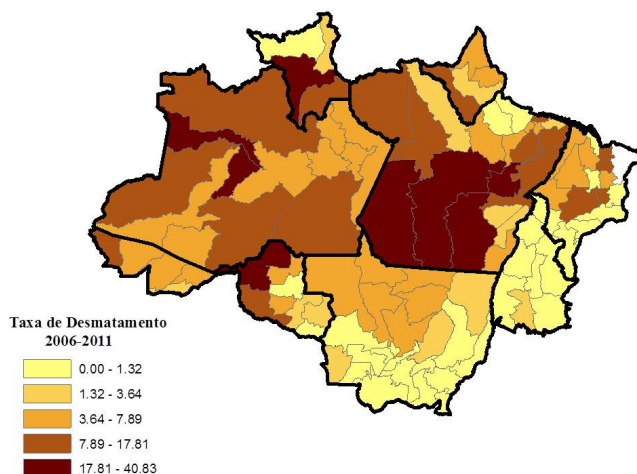
Esta seção apresenta o fechamento do modelo, isto é, as hipóteses adotadas para seu funcionamento, e a simulação realizada (construção do choque). O modelo EGC-AMAZÔNIA possui 72.662 equações e 115.768 variáveis, sendo 43.106 variáveis determinadas exogenamente. O fechamento define as variáveis que serão determinadas exogenamente ao modelo. Para isso, os modelos EGC de estática comparativa usualmente adotam dois tipos de fechamento padrão, adotando diferentes hipóteses para as variáveis econômicas, de acordo com o objeto de estudo. O primeiro é o chamado fechamento de “curto prazo” e o segundo é o fechamento de “longo prazo”. A principal diferença entre os fechamentos de curto e longo prazo se relaciona ao tratamento empregado na abordagem microeconômica do ajuste do estoque de capital. Como o horizonte para a simulação é de 5 anos, optou-se por utilizar um fechamento específico de longo prazo que se adapta às hipóteses e problemas na análise de política relacionadas ao desmatamento. O fechamento utilizado nas simulações adotou as seguintes hipóteses, consideradas mais adequadas:

1. A oferta de capital é endógena em todos os setores e microrregiões, com taxas de retorno fixas.
2. O emprego é endógeno e o salário real é exógeno em todas as microrregiões.
3. A oferta de terra é exógena, e o preço da terra determinado endogenamente (o choque de política de desmatamento altera a oferta de terra).
4. O investimento nacional é endógeno, obtido pela soma dos investimentos setoriais regionais.
5. O consumo real das famílias é endógeno em todas as microrregiões, determinado pela variação da renda do trabalho em cada microrregião.
6. O consumo do governo em todas as microrregiões é exógeno.
7. As exportações respondem endogenamente ao custo de produção, e as importações aos preços relativos e nível de atividade. Assim, o saldo comercial como proporção do PIB é endógeno.

As simulações implementadas neste trabalho representam uma expansão no uso/oferta da terra nos setores da Agricultura e Pecuária para as microrregiões da Amazônia Legal. A ideia é que o desmatamento representaria uma expansão da terra ocupada pela agricultura e pecuária de 2006 a 2011. Assim, para cada microrregião da Amazônia Legal (103 microrregiões), os choques foram calculados utilizando dados de área desmatada em relação à área ocupada pela agropecuária no período de 2006 a 2011. A área desmatada foi obtida através de dados do INPE (2011) de desmatamento anual. Já para a área ocupada pelas atividades de Agricultura e Pecuária utilizou-se os dados do Censo Agropecuário de

2006 (IBGE, 2006). A figura 2 ilustra a taxa de desmatamento no período de 2006 a 2011 para as microrregiões da Amazônia Legal. Observa-se que as regiões que apresentam a maior razão de desmatamento por área ocupada são Altamira, São Félix do Xingu, Itaituba, Caracaraí, Japurá, Tefé e Porto Velho.

Figura 2: Desmatamento acumulado sobre o total da área ocupada pela agropecuária entre 2006-2011.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do INPE (2011) e IBGE (2006)

A fim de explicar como a expansão da oferta de terra é tratada nas simulações com o modelo, algumas hipóteses foram adotadas sobre o desmatamento e a expansão e ocupação da terra. Considerou-se que toda a terra desmatada é utilizada para expandir a área da agricultura e pecuária. Neste caso, embora as áreas desmatadas possam ter outras finalidades, como extração de madeira, construção de estradas, entre outras, o modelo vai projetar o valor da produção que seria obtida no caso extremo de que toda a área desmatada se destinasse à produção agropecuária, isto é, o valor máximo de produção que se obteria com o desmatamento. O objetivo então é captar a contribuição da floresta desmatada para o crescimento econômico e emprego na Amazônia Legal, ou em outras palavras, o custo de oportunidade da redução do desmatamento na região.

Levando em conta apenas os choques de expansão do uso da terra, pode-se julgar, inicialmente, que as microrregiões que apresentassem as maiores taxas de desmatamento durante o período seriam as responsáveis pelos maiores impactos em termos de crescimento do PIB microrregional ou nacional. Todavia, as simulações podem indicar padrões distintos, representados por outros fatores responsáveis pelo aumento de eficiência econômica, por exemplo, mas que não são tão representativos em termos de magnitude do choque. Neste contexto, existem outros determinantes que respondem pela relevância dos impactos para o crescimento do PIB, da renda ou emprego no modelo de equilíbrio geral, podendo-se citar o papel da estrutura das economias regionais, da participação da remuneração do fator terra no PIB das microrregiões, da relação de composição dos fatores primários, dos fluxos de comércio do setor agropecuário, da magnitude dos parâmetros e elasticidades de substituição e também do fechamento das simulações (determinação das variáveis endógenas e exógenas). Tais elementos de análise não são levados em consideração pela mera observação das variações de desmatamento no período, ou mesmo em modelos de equilíbrio parcial.

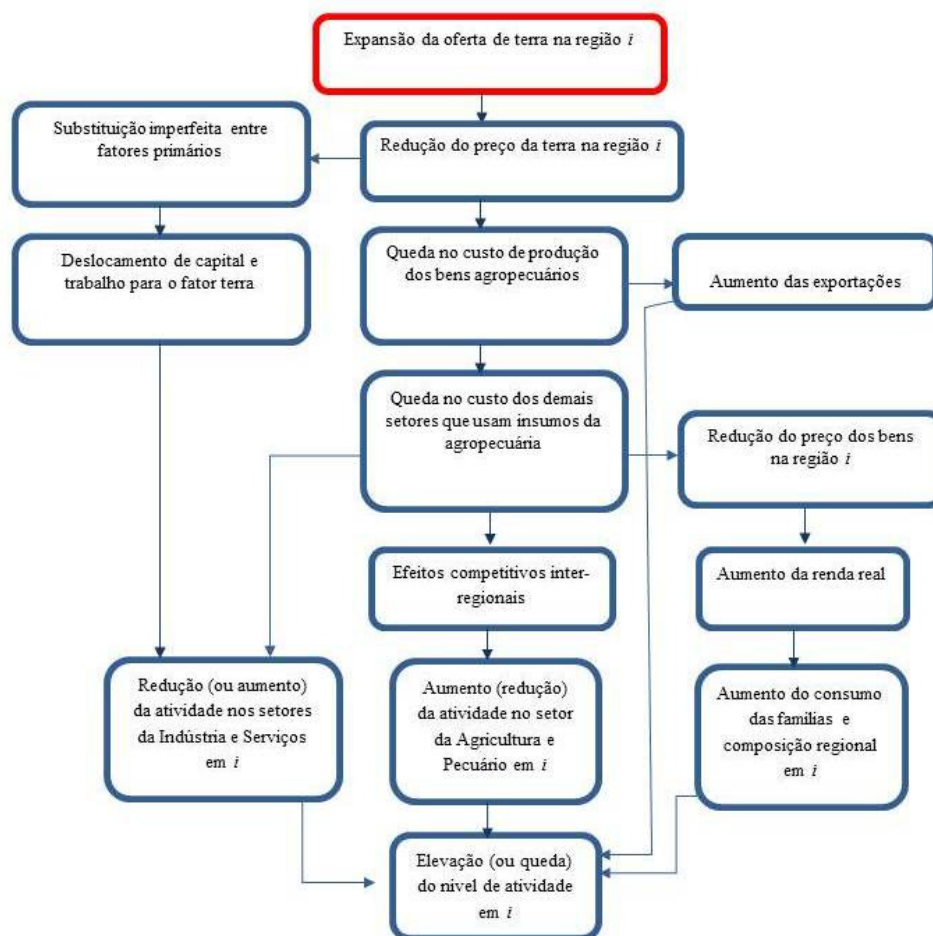
Uma visão geral dos mecanismos de causalidade das simulações, útil à interpretação dos resultados obtidos, pode ser visualizada na Figura 3, que descreve as principais implicações da expansão da oferta de terra na microrregião *d*. Conforme a estrutura do modelo, a expansão na oferta de terra tem um impacto inicial de redução do preço da terra, com impactos econômicos positivos ao baratear o custo de produção dos bens agropecuários, aumentando, diretamente, o nível de atividade do setor e indiretamente via cadeia produtiva e efeito renda, o nível de atividade dos setores da indústria e serviços. Além disso, os choques

de expansão na oferta da terra tende a engendrar impactos mais intensos sobre as microrregiões que têm sua economia baseada na agropecuária.

Outro efeito desencadeado pela expansão da oferta de terra é que este fator mais barato incentiva uma substituição de fatores primários (capital e trabalho) por terra. Tal deslocamento em conjunção com a queda no custo dos insumos agropecuários pode refletir em um efeito líquido de redução ou aumento do nível de atividade dos setores da Indústria e Serviços, por exemplo. Mesmo ocorrendo substituição dos fatores trabalho e capital em direção ao fator terra, pode haver um aumento no emprego e no investimento se o efeito atividade (aumento da produção) for mais forte que o efeito substituição (substituição entre os fatores terra, trabalho e capital). A redução dos preços dos produtos e o aumento do emprego podem ter um impacto de elevação do consumo das famílias. Como o modelo é inter-regional, a expansão do desmatamento também provoca uma realocação da produção em direção às regiões mais afetadas. Estes impactos são consistentemente projetados pelo modelo EGC visto que leva em conta a interdependência regional.

A ampliação na oferta de terra também tem potencial efeito sobre as exportações, pois a queda dos preços dos produtos da região torna os produtos exportados relativamente mais baratos que os produtos importados. As regiões diretamente afetadas serão aquelas com economia voltada principalmente às atividades agroexportadoras. Em síntese, o efeito líquido destas causalidades diretas e indiretas, que apontará o impacto sobre o nível de atividade de cada microrregião, será determinado pela intensidade de tais forças, pelas características e integração do comércio regional e também pela própria estrutura produtiva das regiões.

Figura 3: Principais mecanismos de causalidade para interpretação dos efeitos da expansão da oferta de terra na microrregião i .



Fonte: Elaboração própria

O conhecimento da estrutura produtiva das microrregiões também auxilia a compreensão dos principais resultados obtidos. Dessa forma, a Tabela 1 retrata a participação de cada um dos setores no modelo (agricultura, pecuária, indústria e serviços) no total produzido por cada microrregião em 2005. Pode-se observar que algumas microrregiões apresentam uma elevada participação da produção agrícola. Em muitas delas a participação da agricultura no total produzido ultrapassa 50%, com destaque para microrregiões nos estados do Mato Grosso e Roraima (Tesouro, 85,02%; Alto Araguaia, 83,47%; Caracará, 91,17% e Nordeste de Roraima com 81,10%). Contudo, são regiões que apresentam pequena participação no PIB total da região da AML. Em relação à pecuária, também se observa uma elevada participação desse setor principalmente em algumas microrregiões no Pará, como São Félix do Xingu com 64,21% e Arari com 45,55%, e no Mato Grosso, como Alto Guaporé com 50,83%. As regiões com estrutura produtiva baseada na indústria, por outro lado, como as que englobam as capitais dos estados, tendem a se beneficiar menos com a expansão do desmatamento.

Tabela 1 - Participação % dos setores na produção por microrregião

Participação % na Produção Total														
UF	Microrregião	Agricultura	Pecuária	Indústria	Serviços	Total	UF	Microrregião	Agricultura	Pecuária	Indústria	Serviços	Total	
RO	Porto Velho	5,59	4,20	25,91	64,30	100,00	AP	Oiapoque	53,97	0,00	1,93	44,09	100,00	
	Guaçará-Mirim	6,56	3,81	10,37	79,26	100,00		Amapá	36,73	16,01	17,24	30,02	100,00	
	Ariquemés	12,51	8,04	19,29	60,16	100,00		Macapá	3,90	0,17	22,28	73,64	100,00	
	Ji-Paraná	4,33	20,71	18,35	56,61	100,00		Mazagão	15,71	0,00	48,75	35,53	100,00	
	Alvorada D'Este	20,28	35,36	11,16	33,19	100,00	TO	Bico do Papagaio	8,11	28,28	1,85	61,75	100,00	
	Cacoal	10,56	6,85	21,68	60,91	100,00		Araguaína	5,19	15,69	3,17	75,95	100,00	
	Vilhena	10,54	3,60	21,60	64,26	100,00		Miracema do Tocantins	26,39	22,31	5,68	45,61	100,00	
	Colorado do Oeste	28,22	8,83	14,11	48,84	100,00		Rio Formoso	33,24	17,93	3,78	45,06	100,00	
	AC	Cruzeiro do Sul	33,69	9,79	2,36	54,15		100,00	Gurupi	15,34	10,59	4,90	69,17	100,00
		Tarauaca	54,09	11,43	1,14	33,34		100,00	Porto Nacional	4,16	1,78	1,13	92,93	100,00
Sena Madureira		64,74	14,47	3,47	17,32	100,00		Jalapão	50,80	13,89	1,29	34,02	100,00	
Rio Branco		10,42	6,22	3,22	80,13	100,00		Dianópolis	31,40	31,63	3,72	33,24	100,00	
Brasília		45,42	29,04	0,00	25,53	100,00		MA	Litoral Ocidental Maranhense	22,60	2,39	0,54	74,48	100,00
Rio Negro		18,31	0,00	0,00	81,69	100,00			Aglomeração Urbana de São Luis	0,06	0,84	3,14	95,96	100,00
Japurá		0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	Rosário		16,69	1,62	46,80	34,89	100,00	
Alto Solimões		22,45	0,00	1,07	76,48	100,00	Baixada Maranhense		31,36	6,07	0,38	62,18	100,00	
Juruá		13,88	8,07	0,00	78,05	100,00	Itapecuru Mirim		38,48	5,96	3,01	52,55	100,00	
Tefê		40,19	0,00	0,00	59,81	100,00	Gurupi		48,54	7,59	3,29	40,58	100,00	
Coari	0,62	0,00	95,17	4,21	100,00	Pindaré	32,36		7,23	24,86	35,55	100,00		
Manaus	0,07	0,24	77,74	21,95	100,00	Imperatriz	6,06		6,27	20,87	66,80	100,00		
Rio Preto da Eva	14,16	2,06	35,99	47,79	100,00	Médio Mearim	11,72		4,31	54,47	29,50	100,00		
Itacoatiara	16,49	9,59	6,46	67,46	100,00	Alto Mearim e Grajaú	34,69		8,45	8,63	48,23	100,00		
AM	Parintins	17,42	13,50	2,94	66,14	100,00	Presidente Dutra	30,49	7,38	1,87	60,26	100,00		
	Boca do Acre	41,11	11,95	0,00	46,95	100,00	Codó	12,23	2,58	44,84	40,35	100,00		
	Purus	30,44	0,00	0,00	69,56	100,00	Caxias	8,65	2,01	12,27	77,07	100,00		
	Madeira	39,79	4,63	1,85	53,73	100,00	Chapadas do Alto Itapecuru	32,63	6,77	0,00	60,60	100,00		
	Boa Vista	6,84	2,98	2,98	87,21	100,00	Porto Franco	20,71	8,33	4,24	66,71	100,00		
	Nordeste de Roraima	91,10	6,62	2,28	0,00	100,00	Gerais de Balsas	47,34	0,57	1,85	50,24	100,00		
	Caracará	91,17	8,83	0,00	0,00	100,00	Chapadas das Mangabeiras	61,49	1,23	8,74	28,54	100,00		
	Sudeste de Roraima	83,77	16,23	0,00	0,00	100,00	MT	Aripuana	65,23	4,87	17,81	12,10	100,00	
	Óbidos	6,84	5,96	64,34	22,85	100,00		Alta Floresta	45,86	27,17	13,56	13,41	100,00	
	Santarém	11,24	4,75	27,24	56,77	100,00		Colider	42,33	32,16	15,25	10,26	100,00	
Almeirim	6,13	0,89	70,61	22,37	100,00	Parecis		67,90	0,25	21,03	10,82	100,00		
Portel	13,43	0,00	59,79	26,78	100,00	Arinos		64,68	1,71	25,69	7,92	100,00		
Furos de Breves	5,60	1,08	67,61	25,71	100,00	Alto Teles Pires		79,69	0,93	6,86	12,51	100,00		
Arari	14,51	45,55	6,89	33,05	100,00	Sinop		51,06	1,61	24,34	22,99	100,00		
Belém	0,15	0,42	45,15	54,28	100,00	Paranatinga		78,35	6,83	8,42	6,41	100,00		
Castanhal	6,32	7,96	32,58	53,13	100,00	Norte Araguaia		61,64	12,52	21,32	4,53	100,00		
Salgado	17,34	7,56	26,13	48,97	100,00	Canaranã		81,84	2,74	4,38	11,04	100,00		
PA	Bragantina	8,86	2,06	48,03	41,05	100,00	Médio Araguaia	39,63	8,85	24,25	27,27	100,00		
	Cameta	16,35	0,79	25,44	57,42	100,00	Alto Guaporé	33,08	50,83	7,69	8,40	100,00		
	Tome-Açu	12,52	2,24	63,26	21,97	100,00	Tangará da Serra	17,23	1,81	71,85	9,11	100,00		
	Guamá	21,76	5,95	21,33	50,96	100,00	Jauru	17,72	39,06	31,48	11,74	100,00		
	Itaituba	9,28	12,58	46,73	31,42	100,00	Alto Paraguai	69,59	12,77	5,66	11,98	100,00		
	Altamira	18,98	5,22	40,95	34,84	100,00	Rosário Oeste	73,22	12,76	3,13	10,90	100,00		
	Tucuruí	2,17	2,23	79,18	16,41	100,00	Cuiabá	7,03	1,79	13,49	77,69	100,00		
	Paragominas	11,51	6,40	60,27	21,82	100,00	Alto Pantanal	31,50	24,40	12,58	31,52	100,00		
	São Félix do Xingu	14,41	64,21	6,14	15,23	100,00	Primavera do Leste	82,66	4,62	1,48	11,24	100,00		
	Parauapebas	3,91	6,82	46,64	42,62	100,00	Tesouro	85,02	5,65	1,22	8,11	100,00		
Marabá	3,15	4,48	62,82	29,55	100,00	Rondonópolis	55,57	2,47	19,41	22,55	100,00			
Redenção	11,40	21,11	38,90	28,59	100,00	Alto Araguaia	83,47	2,98	3,00	10,55	100,00			
Conceição do Araguaia	29,55	15,26	33,03	22,16	100,00									

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do modelo EGC-AMAZÔNIA

3. RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados os resultados das simulações divididos em duas subseções. A primeira analisa os resultados para as microrregiões da Amazônia Legal e buscam-se apresentar os resultados daquelas microrregiões mais relevantes em termos do desmatamento. Na segunda, são reportados os resultados macroeconômicos para o Brasil, para a Amazônia Legal e também para o restante do país.

3.1 RESULTADOS MICRORREGIONAIS

De modo geral, o choque de expansão na oferta de terra na AML gerou impactos positivos sobre a maioria das microrregiões, beneficiando mais intensivamente aquelas que têm sua economia baseada na agropecuária. Nesta seção, portanto, faz-se uma análise por microrregião e apresentam-se os resultados daquelas mais relevantes em termos de crescimento econômico e emprego.

A Tabela 2 apresenta os resultados para PIB e emprego das 20 maiores microrregiões em área de desmatamento para o período 2006-2011. Este conjunto de microrregiões representou cerca de 70% do desmatamento em área medido no período, e concentram-se notadamente nos estados do Pará e Mato Grosso. Conforme observa-se pelos resultados e pela descrição dos mecanismos de causalidade analisados anteriormente, a expansão da oferta de terra tem efeitos positivos sobre o PIB e emprego das microrregiões, embora deve-se notar que a magnitude dos impactos referem-se a um período de desmatamento de 5 anos (2006 a 2011). Assim, os resultados indicam que um aumento na oferta de terra em Altamira, por exemplo, representa um acréscimo de 0.96% no PIB e 0.67% no emprego em 5 anos.

Tabela 2: Resultados do PIB e Emprego para as 20 maiores microrregiões em área de desmatamento (70% 2066-11)

Microrregião	Estado	Desmatamento	PIB	Emprego
		Km ²	(var. %)	(var. %)
Altamira	PA	5106,4	0,96	0,67
São Félix do Xingu	PA	4386,9	1,83	1,22
Tucuruí	PA	3241,7	0,38	0,31
Porto Velho	RO	3104,4	0,45	0,35
Itaituba	PA	2861,7	0,95	0,66
Aripuanã	MT	2294,7	0,32	0,23
Paragominas	PA	1679,4	0,36	0,28
Norte Araguaia	MT	1624,7	0,20	0,14
Sinop	MT	1265,4	0,26	0,22
Conceição do Araguaia	PA	1248,2	0,37	0,25
Alta Floresta	MT	1243,7	0,39	0,30
Marabá	PA	1201,7	0,24	0,21
Santarém	PA	1187,7	0,31	0,24
Colíder	MT	1120,5	0,30	0,23
Tomé-Açu	PA	1116,4	0,37	0,27
Guamá	PA	1100,9	0,38	0,26
Alto Mearim e Grajaú	MA	1078,1	0,62	0,38
Arinos	MT	1045,5	0,36	0,27
Madeira	AM	1009,6	1,32	0,80
Alto Teles Pires	MT	957,2	0,35	0,28

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do modelo EGC-Amazônia

Cabe ressaltar que a relação entre os choques e os impactos econômicos não é linear, no sentido de que nem sempre as maiores microrregiões em termos de desmatamento são aquelas em que se verificam os maiores impactos em termos econômicos. Altamira e São Félix do Xingu, por exemplo, apresentam choques similares nas simulações (22,8% e 25,8%), no entanto, o efeito sobre o PIB e emprego do segundo é quase 90% maior. Tendo em vista suas estruturas produtivas distintas, o resultado é explicado pela dinâmica das exportações de produtos agropecuários de São Félix do Xingu, que teve importante parcela de contribuição sobre o efeito positivo na microrregião. Itaituba no Pará também aparece entre as

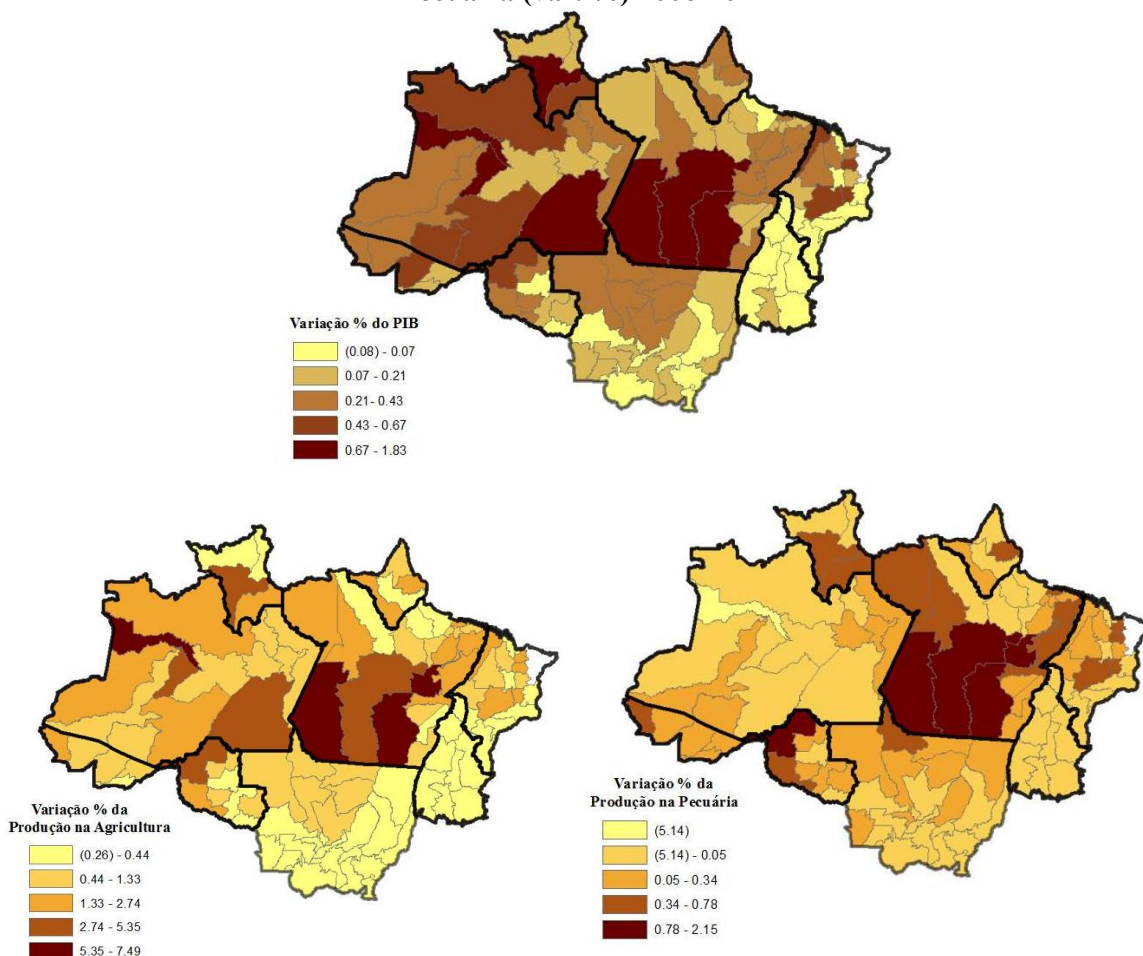
regiões mais beneficiadas pela expansão da oferta de terra. A variação do desmatamento em relação à área ocupada pela agropecuária relativamente mais alta (choque de 33,7%) atrelado à dinâmica das exportações justificam o impacto mais intenso em Itaituba.

Outra microrregião a se destacar é Madeira no Amazonas, que apresentou desmatamento de 1009,6 km² e choque nas simulações de 17,8%, resultando em crescimento significativo no PIB e emprego (1,32% e 0,8%, respectivamente) se comparado às demais microrregiões. Contribuíram para este resultado o elevado aumento no consumo das famílias e das exportações na microrregião, e o fato de que a sua produção é baseada na agropecuária, responsável por quase 50% de tudo que é produzido.

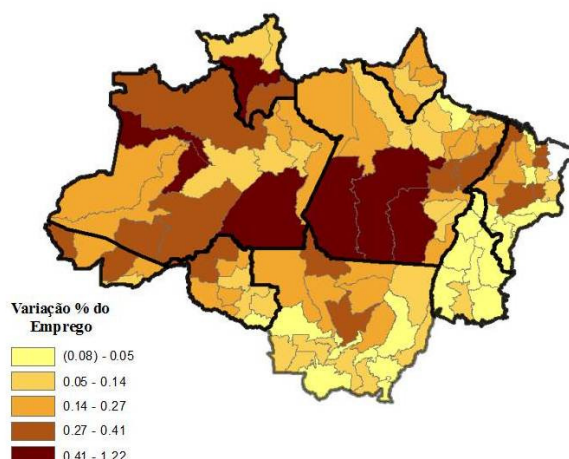
A Figura 4 sintetiza os impactos sobre o PIB total, produção da agricultura e pecuária nas microrregiões da Amazônia Legal. As partes mais escuras do mapa indicam as microrregiões que mais se beneficiaram com o choque de expansão da oferta da terra. Além do padrão anteriormente apontado para o Pará, com destaque para as microrregiões de Altamira, São Félix do Xingu e Itaituba, observa-se também maiores taxas de crescimento nas microrregiões do estado do Amazonas. Algumas regiões, em tons mais claros, apresentaram redução da atividade econômica, notadamente em Tocantins e sudeste do Maranhão, em razão, sobretudo, do desmatamento menos intenso (choques relativamente menores) e dos efeitos competitivos provocados por outras microrregiões, que foram mais beneficiadas.

Os impactos sobre o emprego, por sua vez, podem ser visualizados na figura 5. A dinâmica do emprego tende a acompanhar o padrão verificado pelo crescimento do PIB.

Figura 4: Impacto da expansão da oferta de terra sobre o PIB, sobre a produção da Agricultura e Pecuária (var. %) 2006-2011



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do modelo EGC-Amazônia.

Figura 5: Impacto da expansão da oferta de terra sobre emprego (var. %) 2006-2011

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do modelo EGC-Amazônia

3.2 RESULTADOS AGREGADOS PARA O BRASIL E AMAZÔNIA LEGAL

Nesta seção, são descritos os resultados macroeconômicos mais relevantes da expansão da oferta da terra na AML. Trata-se, portanto, de um resultado agregado a partir do encontrado nas simulações para as microrregiões. Deste modo, serão apresentados os impactos sobre as principais variáveis macroeconômicas para o Brasil como um todo, para Amazônia Legal e também para o Resto do Brasil. Neste contexto, a Tabela 3 reporta tais resultados para o período de análise (2006-2011).

Tabela 3 - Impactos agregados reais da expansão do uso da terra na Agropecuária da AML (Var. %) – 2006-2011

Variáveis	2006-2011		
	Brasil	Amazônia Legal	Resto do Brasil
PIB	0,023	0,162	0,012
Emprego	0,021	0,136	0,013
Investimento	0,023	0,111	0,015
Exportação	0,021	0,068	0,016
Deflator do PIB	-0,016	-0,061	-0,012

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do modelo EGC-Amazônia

Em linhas gerais, observa-se variação positiva nos principais agregados macroeconômicos (PIB real, emprego, investimento e exportação) tanto na escala nacional quanto regional (Amazônia Legal), como já esperado. O aumento do desmatamento, ao ampliar a possibilidade de expansão da oferta de terra tem como efeito inicial uma redução do seu preço, que como já analisado nos mecanismos de causalidade do modelo, implica em aumento da atividade produtiva das microrregiões na AML ao reduzir o custo da produção para os setores, principalmente o agropecuário.

Contudo os resultados sugerem que o desmatamento respondeu por menos de 0,1% do crescimento do Brasil entre 2006 e 2011, conforme os resultados da Tabela 3. Para se ter uma dimensão deste resultado, considerando o PIB brasileiro de 2011 (cerca de 4,143 trilhões de reais) e todo o desmatamento no período 2006-2011, o desmatamento na AML entre 2006 e 2011 teria acrescido ao PIB nacional (de 2011) um total de R\$ 967 milhões, que representa o efeito desmatamento total (o PIB de 2011 multiplicado pelo crescimento do PIB, 0,023%) ou apenas 18 mil reais por cada km² desmatado.

Destes R\$ 967 milhões, cerca de 55%, ou R\$ 538 milhões de acréscimo no PIB, são internalizados pela região da Amazônia Legal, ao passo que os outros 45% foram absorvidos (efeito de vazamento) pelo resto do Brasil, ou seja, o desmatamento da AML gera efeitos econômicos quase tão intensos no resto do

Brasil como na região, em termos monetários. Este resultado indica a forte relação de comércio da região com o restante do Brasil, já que grande parte da produção agropecuária da AML é destinada para as demais regiões do Brasil, assim como é grande o fluxo de bens do restante do Brasil para a região.

Observa-se pela Tabela 3 que o emprego e o investimento agregado apresentam uma variação positiva seguindo o aumento da atividade econômica. O que acontece é que o choque de expansão da terra provoca uma queda nos custos de produção ao reduzir o preço da terra aumentando a sua oferta. Assim os produtores substituem parte dos fatores capital e trabalho por terra, que se tornou um fator de produção relativamente mais barato. Desse modo, embora ocorra um efeito negativo nos fatores trabalho e capital devido à substituição por terra, o emprego e investimento real em termos agregados, também aumentam. Isto se explica pelo fato de que o efeito do aumento da atividade econômica, principalmente no setor agropecuário, compensa o efeito substituição negativo entre os fatores, resultando em uma elevação líquida do emprego e investimento. Além disso, como o modelo é inter-regional, o emprego, por exemplo, se desloca em direção às regiões mais beneficiadas pela expansão do uso da terra. As exportações também apresentaram variação positiva, pois a queda dos preços dos produtos torna os produtos exportados relativamente mais baratos que os produtos importados.

As simulações permitem ainda estimar um resultado interessante que embasa políticas de combate ao desmatamento. Trata-se do valor necessário de aumento da produtividade da terra para que fosse alcançada a mesma variação estimada do PIB nacional decorrente do desmatamento (0,023% conforme os resultados). Assim, a elevação de produtividade¹⁵ na agropecuária requerida para se obter o mesmo crescimento do PIB nacional, evitando o desmatamento, seria de 4,98% entre 2006 e 2011. Segundo Gasques *et. al* (2008), a produtividade da terra no Brasil cresceu 3,26% ao ano entre 2000 e 2005, o que indica que esta taxa seria perfeitamente factível, pois é de menos de 1% ao ano.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo captar a contribuição da floresta desmatada para o crescimento econômico e emprego em 103 microrregiões da Amazônia Legal por meio de um modelo EGC *bottom-up* calibrado com dados da economia nacional para 2005 e regionalizado segundo os procedimentos de Horridge (2006). A expansão da oferta de terra em decorrência do aumento do desmatamento afetam as possibilidades de produção associadas ao uso da terra por toda a Amazônia provocando deslocamentos nas possibilidades de produção regional, assim como alterações nos padrões da produção agrícola e de comércio na região. Desse modo, pretendeu-se verificar o custo de oportunidade das políticas que objetivam reduzir a expansão da oferta de terra na região.

É necessário enfatizar que apesar das projeções positivas em termos de crescimento econômico e emprego decorrentes do desmatamento estimadas neste artigo, os resultados referem-se a um período acumulado de 5 anos, indicando que a contribuição do desmatamento para eficiência econômica e aumento do emprego é marginal. Pode-se inferir, portanto, que o *trade-off* clássico entre preservação ambiental e crescimento econômico não é relevante para o caso do desmatamento na Amazônia, uma vez que o desmatamento pouco contribui para o crescimento da economia. Além disso, deve-se lembrar de que a manutenção da floresta apresenta benefícios intangíveis, como o valor da biodiversidade, da utilização sustentável da floresta pelos povos habitantes, mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, entre outros.

Um resultado importante é que um aumento de produtividade da agropecuária na Amazônia Legal de 1% ao ano seria suficiente para compensar os ganhos projetados decorrentes da expansão da ocupação de terras, resultado plenamente factível, tendo em vista o histórico de crescimento da produtividade da terra nos últimos anos (3,26% ao ano entre 2000 e 2005). Isso sugere que, se o governo brasileiro endurecer as políticas de combate ao desmatamento, o custo de oportunidade em termos de crescimento econômico

¹⁵ Para o cálculo da produtividade requerida foi realizada uma simulação cujo choque representava um aumento de 1% sobre a produtividade da terra nas microrregiões da Amazônia Legal. Essa simulação gerou o resultado de impacto sobre o PIB agregado devido a esta elevação da produtividade. A produtividade necessária, então, para se alcançar o mesmo crescimento verificado quando de um aumento na expansão da oferta de terra pôde ser calculada como a razão entre o impacto do PIB na simulação de expansão da oferta da terra (0,023) e o impacto sobre a mesma variável na simulação de aumento da produtividade (0,0047).

será baixo. Essa política, atrelada a investimentos em tecnologias que aumentem a produtividade da região poderia conciliar uma maior produção agropecuária junto à manutenção da floresta e todos os seus benefícios. Pois com maior produtividade, a mesma ou uma maior produção poderia ser obtida sem a necessidade de se aumentar o fator terra e, portanto, sem aumentar o desmatamento da AML para a expansão da fronteira agrícola.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, L. E.; GRANGER, C. W. J.; REIS, E. J.; WEINHOLD, D.; WUNDER, S. **The Dynamics of Deforestation and Economic Growth in the Brazilian Amazon**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2002. 259p.
- ARAÚJO, C.; BONJEAN, C. A.; COMBES, J. L.; MOTEL, P. C.; REIS, E. J. Property rights and deforestation in the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, vol. 68, p. 2461-2468, 2009. SHMINK, M., WOOD, C. **Contested frontiers in Amazonia**, Technical report, Columbia University Press, 1992.
- BECKER, B. Os eixos de integração e desenvolvimento e a Amazônia. **Revista Território**, ano IV, n. 6, 1999.
- CATTANEO, A. Deforestation in the Brazilian Amazon: Comparing the impacts of Macroeconomics Shocks, Land Tenure, and Technological Change. **Land Economics**, vol. 77, n.2, p. 219-140, 2001.
- DIXON, P. B.; PARMENTER, B. R.; SUTTON, J.; VINCENT, D. P. **Orani, a Multisectoral Model of the Australian Economy**. Amsterdam: North-Holland Pub. Co. 1982.
- DOMINGUES, E.P. **Dimensão Regional e Setorial da Integração Brasileira na Área de Livre Comércio das Américas**. 2002. 228 p.(CDD-338.9). Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- DOMINGUES, E.P.; BETARELLI JUNIOR, A.A.; MAGALHÃES, A.S.; CARVALHO, T.S.; SANTIAGO, F.S. **Repercussões setoriais e regionais da crise econômica de 2009 no Brasil: simulações em um modelo de equilíbrio geral computável de dinâmica recursiva**. 2010. 32p. Texto para Discussão – Centro de Planejamento e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte. 2010.
- GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; BACCHI, M.R.P. Produtividade e Fontes de Crescimento da Agricultura Brasileira. In: de NEGRI, J.; KUBOTA, L. (Eds.) **Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/livros/inovacaotecnologica/capitulo11.pdf>)
- GUILHOTO, J. J. M. **Um Modelo Computável de Equilíbrio Geral para Planejamento e Análise de Políticas Agrícolas (PAPA) na Economia Brasileira**. Tese (Livre-docência em Economia) – ESALq, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- HADDAD, E. A. **Regional Inequality and Structural Changes: Lessons from the Brazilian Experience**. Aldershot: Ashgate. 1999.
- HADDAD, E. A.; DOMINGUES, E. P. EFES – Um modelo Aplicado de Equilíbrio Geral para a Economia Brasileira: Projeções Setoriais para 1999-2004. **Revista Estudos Econômicos**, v. 31, n. 1, p. 89-125, 2001.
- HORRIDGE, M. **ORANI-G: a General Equilibrium Model of the Australian Economy**. Working Paper OP-93. Cops/Impact: Centre of Policy Studies, Monash University, 2000. Disponível em: <www.monash.edu.au/policy/elecpr/op93.htm>.
- HORRIGDE, M. **Preparing a TERM bottom-up regional database**. Preliminary Draft, Centre of Policy Studies, Monash University, 2006.
- HORRIDGE, M.; MADDEN, J.; WITWER, G. The Impact of the 2002-2003 Drought on Australia. **Journal of Policy Modeling**, v. 27, n. 3, 2005/4, p. 285-308, 2005.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Relatório de Gestão, São José dos Campos, 2009, 55p.

KRUGMAN, P. Scale Economics, product differentiation, and the pattern of trade, **American Economic Review**, v. 70, 1980.

MILLER, R.; BLAIR, P. **Input-Output analysis: foundations and extensions**. New Jersey: Prentice-Hall, 2009. 782p.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Impactos Econômicos da Carteira de Investimentos. In: **Estudo da Dimensão Territorial para o Planejamento**, Volume VI. MPOG, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos, Brasília, 2008.

NORDHAUS, W. D. A survey of estimates of the costs of controlling greenhouses gases, **Energy Journal**, vol. 12, p. 37-66, 1991.

OLIVEIRA JUNIOR, J. N.; DINIZ, M. B.; FERREIRA, R. T.; CASTELAR, I.; DINIZ, M. J. T. Análise da área desmatada municipal na Amazônia Brasileira no período 2000 – 2004: Uma abordagem com modelos não-lineares, **Economia Aplicada**, vol. 14, n. 3, p. 395-411, 2010.

PATTANAYAK, S. K.; ROSS, M. T.; DEPRO, B. M.; BAUCH, S. C.; TIMMINS, C.; WENDLAND, K. J.; ALGER, K. Climate Change and Conservation in Brazil: CGE Evaluation of Health and Wealth Impacts, **Economic Geography and Color Maps**, vol. 9, n.2, 2009.

REIS, E.; MARGULLIS, S. Options for slowing Amazon jungle clearing. IN: DORNBUSCH, R., POTERBA, J. **Economic Policy Responses to Global Warming**, Cambridge, MA, MIT Press, 1991.

SANTANA, M. A. **A Experiência de Planejamento Regional no Brasil: o caso da Amazônia (1985-2003)**. 2009. 116p. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.

SERRA, M. A.; FERNÁNDEZ, R. G. Perspectivas de Desenvolvimento da Amazônia: motivos para o otimismo e para o pessimismo. **Economia e Sociedade**, vol. 13 (2), p. 107-131, 2004.

SOARES-FILHO, B. S.; DIETZCH, L.; MOUTINHO, P.; FALIERI, A.; RODRIGUES, H.; PINTO, E.; MARETTI, C. C.; SCARAMUZZA, C. A. M.; ANDERSON, A.; SUASSUNA, K.; LANNA, M.; ARAUJO, F. V. **Redução das Emissões de Carbono do Desmatamento no Brasil: O papel do programa Areas Protegidas da Amazônia (ARPA)**, WWF, 2009.

APÊNDICE – DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA TEÓRICA DO MODELO EGC-AMAZÔNIA

Mecanismo de composição por origem das demandas regionais

No primeiro nível as famílias escolhem entre alimentos domésticos e importados (de outros países), e esta escolha é realizada por uma especificação CES (hipótese de Armington¹⁶). As demandas são relacionadas aos valores de compra específicos por uso e a elasticidade de substituição entre o composto doméstico e importado é σ_x . Este parâmetro costuma ser específico por bem, mas comum por uso e região de uso, embora estimativas diferenciadas possam ser utilizadas. As demandas por bens domésticos numa região são agregadas (para todos os usos) de forma a determinar o valor total. A matriz de uso é valorada em preços de “entrega” – que incluem os valores básicos e de margem, mas não os impostos por uso específico. No segundo nível trata a origem do composto doméstico entre as diversas regiões. Uma matriz mostra como esse composto é dividido entre as r regiões de origem. Mais uma vez, uma especificação CES controla esta alocação, com elasticidade representada por σ_d . A especificação CES implica que regiões com queda de custo relativo de produção aumentam seu *market-share* na região de destino do produto. O mecanismo de substituição é baseado em preços de entrega, que incluem margens de comércio e de transporte. Portanto, mesmo que os preços de produção estejam fixos, alterações nos custos de transporte afetam os *market-shares* regionais. As variáveis neste nível não possuem o subscrito por uso – a decisão é feita com base em todos os usos (como se atacadistas, e não usuários finais decidissem a origem dos alimentos importados de outras regiões). A implicação desta hipótese é que em uma microrregião d a proporção de alimentos provenientes de outra microrregião r é a mesma no uso das famílias e nos demais usos, como para insumos intermediários dos setores.

¹⁶ Hipótese de Armington - bens de origens diferentes são tratados como substitutos imperfeitos.

No terceiro nível apresenta como os alimentos de uma determinada região d direcionados para a região r são compostos pelos valores básicos e pelas margens de comércio e transporte. A participação de cada componente no preço de entrega é determinada por uma função Leontief, de participações fixas. Dessa forma, elimina-se a hipótese de substituição entre margens de comércio e transporte. A participação de cada margem no preço de entrega é uma combinação de origem, destino, bem e fonte. Por exemplo, espera-se que a participação dos custos de transporte no preço de entrega seja elevada entre duas regiões distantes, ou para bens com elevada participação dos custos de transporte em seu preço.

A parte final da hierarquia indica como as margens sobre alimentos da microrregião d para a microrregião r podem ser produzidas em diferentes regiões. Espera-se que as margens sejam distribuídas mais ou menos equitativamente entre origem e destino, ou entre regiões intermediárias no caso de transporte entre regiões mais distantes. Existe substituição nos fornecedores de margem de acordo com uma função CES, representada pela elasticidade σ_r . Esta elasticidade pode capturar uma capacidade dos transportadores de realocarem seus depósitos de armazenagem ao longo de rotas. Para as margens de comércio, por outro lado, espera-se que uma maior parte da margem seja produzida na região de destino (uso), então o escopo para substituição deve ser menor (a elasticidade pode ser calibrada para algo próximo de zero, como 0,1). Novamente, esta decisão de substituição é tomada em nível agregado. A hipótese implícita é que a participação da microrregião r , por exemplo, na provisão de margens na comercialização de bens entre as microrregiões d e l , é a mesma não importa o bem que esteja sendo transportado. O mesmo mecanismo de origem de fluxos é aplicado aos bens importados, mas traçando sua origem ao porto de entrada como região de origem (que é o mercado externo).

Tecnologia de produção setorial

Cada setor regional pode produzir mais de um produto, utilizando-se de insumos domésticos e importados, trabalho, capital e terra. Esta opção pode ser tratável a partir de hipóteses de separabilidade que reduzem a necessidade de parâmetros. Desse modo, a função de produção genérica de um setor é composta por dois blocos, um que diz respeito à composição da produção setorial, e outro relacionado à utilização dos insumos. Esses blocos estão conectados pelo nível de atividade setorial. Ademais, o fator terra (utilizado pela Agropecuária, Extrativa Mineral, Petróleo e Gás e Eletricidade) é fixo.

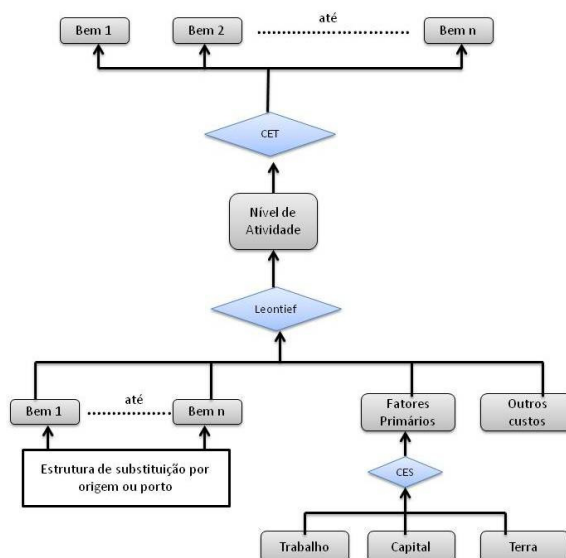
A Figura 1 ilustra a tecnologia de produção adotada no modelo EGC-AMAZÔNIA, que é a especificação usual em modelos EGC multi-produtos. Esta especificação define três níveis de otimização no processo produtivo das firmas. As linhas tracejadas indicam as formas funcionais especificadas em cada estágio. Descrevendo-os de baixo para cima:

- i) No primeiro nível, dois blocos de agregação por elasticidade de transformação constante (CET) são adotados para a composição da produção do setor em seus produtos, e destes produtos para destinação local ou exportações. Este mecanismo estabelece uma diferenciação entre os bens destinados à exportação e ao mercado local.
- ii) No segundo nível, é adotada a hipótese de combinação em proporções fixas no uso dos insumos intermediários e fatores primários, através de uma especificação Leontief.
- iii) No terceiro nível, uma função de elasticidade de substituição constante (CES) é utilizada na combinação dos insumos domésticos e importados (Figuras 1) e entre fatores primários (capital, trabalho e terra). Logo, existe possibilidade de substituição entre o insumo de origem doméstica e importada, de um lado, e entre trabalho, capital e terra, de outro.
- iv) A utilização de funções CES na tecnologia de produção implica na adoção da chamada hipótese de Armington (1969) de diferenciação de produtos. Por essa hipótese, bens de diferentes origens (domésticas ou externas) são tratados como substitutos imperfeitos¹⁷. Por exemplo, bens agropecuários importados são diferenciados dos bens agropecuários domésticos, na sua utilização

¹⁷ Se a elasticidade de substituição for 1, as demandas se comportam como uma função Cobb-Douglas hierarquizada (i.e., participação nos gastos são constantes mesmo com mudanças de preços relativos). Se o parâmetro é igual a zero, a demanda segue a forma de Leontief (i.e., proporções das quantidades constantes independentemente do preço).

no processo produtivo. Este tratamento permite que o modelo exiba padrões de comércio intra-setoriais não especializados, uma importante regularidade empírica encontrada na literatura¹⁸.

Figura 1 - Estrutura Hierárquica da Tecnologia de Produção



Fonte: Elaboração Própria

Demanda das famílias

No modelo, há um conjunto de famílias representativas em cada microrregião, que consome bens domésticos (das microrregiões da economia nacional) e bens importados. O tratamento da demanda das famílias é baseado num sistema combinado de preferências CES/Klein-Rubin. As equações de demanda são derivadas de um problema de maximização de utilidade, cuja solução segue etapas hierarquizadas. No primeiro nível ocorre substituição CES entre bens domésticos e importados. No nível superior subsequente há uma agregação Klein-Rubin dos bens compostos. Assim, a utilidade derivada do consumo é maximizada segundo essa função de utilidade. Essa especificação dá origem ao sistema linear de gastos (LES), no qual a participação do gasto acima do nível de subsistência, para cada bem, representa uma proporção constante do gasto total de subsistência de cada família.

Demanda por investimentos

Os “investidores” formam uma categoria de uso da demanda final, responsáveis pela produção de novas unidades de capital (formação bruta de capital fixo). Estes escolhem os insumos utilizados no processo de criação de capital através de um processo de minimização de custos sujeito a uma estrutura de tecnologia hierarquizada. Como na tecnologia de produção, o bem de capital é produzido por insumos domésticos e importados. No primeiro nível, uma função CES é utilizada para combinar os bens com origem doméstica e importada. No segundo nível, um agregado do conjunto dos insumos intermediários compostos é formado pela combinação em proporções fixas (Leontief), definindo o nível de produção do capital do setor. Nenhum fator primário é utilizado diretamente como insumo na formação de capital.

A utilização do modelo em estática comparativa implica que não existe relação fixa entre capital e investimento, essa relação é escolhida de acordo com os requisitos específicos da simulação. Por exemplo, em simulações típicas de estática comparativa de longo-prazo assume-se que o crescimento do investimento e do capital são idênticos [ver Peter *et al.* (1996)].

A primeira configuração específica é que a criação do novo estoque de capital em cada setor está relacionada com a lucratividade do setor. Como discutido em Dixon *et al.* (1982), este tipo de modelagem se preocupa primordialmente com a forma como os gastos de investimento são alocados setorialmente, e

¹⁸ Sobre diferenciação de produtos no comércio internacional e modelos EGC, ver De Melo e Robinson (1989). O comportamento de diversas classes de funções CES é analisado em Perroni e Rutherford (1995).

não com a determinação do investimento privado agregado. Além disso, a concepção temporal de investimento empregada não tem correspondência com um calendário exato; esta seria uma característica necessária se o modelo tivesse o objetivo de explicar o caminho de expansão do investimento ao longo do tempo. Destarte, a preocupação principal na modelagem do investimento é captar os efeitos de choques na alocação do gasto de investimento do ano corrente entre os setores.

Demanda por exportações, do governo e estoques

Em um modelo onde o Resto do Mundo é exógeno, a hipótese usual é definir curvas de demanda negativamente inclinadas nos próprios preços no mercado mundial. No EGC-AMAZÔNIA, um vetor de elasticidades (diferenciado por produto, mas não por região de origem) representa a resposta da demanda externa a alterações no preço F.O.B. das exportações. Termos de deslocamentos no preço e na demanda por exportações possibilitam choques nas curvas de demanda.

As funções de demanda por exportações representam a saída de bens que deixam o país por uma determinada região (porto). Como a mesma especificação de composição por origem da demanda se aplica às exportações, o modelo pode capturar os custos de transporte de, por exemplo, exportações de produtos de uma microrregião r exportados pelo porto da microrregião d . Esta característica distinta do modelo permite diferenciar o local de produção do bem exportado e seu ponto (região) de exportação.

A demanda do governo microrregional representa a soma das demandas das esferas de governo (federal, estadual e municipal). A demanda do governo não é modelada explicitamente, e pode, portanto, seguir a renda regional como em um cenário exógeno.

Mercado de trabalho

O modelo, em sua forma estática, não possui uma teoria para a oferta de trabalho. As opções de operacionalização do modelo, nesse caso, são: i) emprego exógeno (fixo ou com variações determinadas por características demográficas históricas) com salários se ajustando endogenamente para equilibrar o mercado de trabalho regional; ou ii) salário real (ou nominal) fixo e o emprego determinado pelo lado da demanda no mercado de trabalho. Na configuração padrão de “curto-prazo” todos os salários estão indexados ao índice de preços do consumo da região, ou então indexados a um índice nacional de preços. Na configuração típica de “longo-prazo” o emprego nacional é exógeno, implicando na resposta endógena do salário médio, com diferenciais de salários setoriais e regionais fixos. Assim, há mobilidade intersetorial e regional de trabalho.

Mercado de terra

Mais uma vez, a forma estática do modelo EGC-AMAZÔNIA não apresenta uma teoria para o mercado de terra. Neste caso, a terra é considerada um fator fixo e é exógena no modelo. Existe substituição entre os fatores primários terra, trabalho e capital, controlado por meio de uma função CES. Desse modo, a demanda por terra aumenta em relação aos outros fatores se o seu preço se torna relativamente mais baixo. Portanto, sendo a terra exógena, seu preço se ajusta para equilibrar o mercado de terra. Para o modelo multirregional, deve-se modelar o uso da terra separadamente para cada uma das microrregiões, sendo que não existirá mobilidade do fator entre as regiões.

Equilíbrio de mercados, demanda por margens e preços de compra

O EGC-AMAZÔNIA opera com equações de equilíbrio de mercado para todos os bens consumidos localmente, tanto domésticos como importados. Os preços de compra para cada um dos grupos de uso (produtores, investidores, famílias, exportadores, e governo) são a soma dos valores básicos e dos impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e margens. Impostos sobre vendas são tratados como taxas *ad-valorem* sobre os fluxos básicos. Há equilíbrio no mercado para todos os bens, tanto domésticos como importados, assim como no mercado de fatores (capital e trabalho) em cada microrregião. As demandas por margens (transporte e de comércio) são proporcionais aos fluxos de bens aos quais as margens estão conectadas. Os preços de compra para cada um dos grupos de uso em cada microrregião (produtores, investidores, famílias, exportadores, e governo) são a soma dos valores básicos e dos impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e margens (de comércio e transporte).