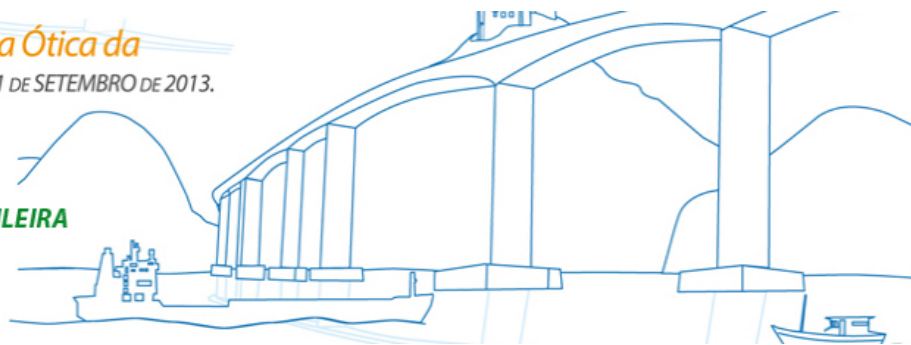


*Inovação e Sustentabilidade sob a Ótica da
Economia Ecológica.* VITÓRIA/ES, 17 A 21 DE SETEMBRO DE 2013.
Hotel Vitória Grand Hall

**X ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA
DE ECONOMIA ECOLÓGICA**



X ENCONTRO DA ECOECO

Setembro de 2013

Vitória - ES - Brasil

A SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA DO CONSUMO DA POPULAÇÃO DE MINAS GERAIS NO ANO DE 2008: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO DA PEGADA ECOLÓGICA

Marcos Henrique Godoi (Unicamp) - marcos_h_godoi@hotmail.com

Doutorando em Desenvolvimento Econômico - Unicamp

Daniel Caixeta Andrade (UFU) - caixetaandrade@yahoo.com.br

Professor Adjunto - UFU

A Sustentabilidade Ecológica Do Consumo Da População De Minas Gerais No Ano De 2008: Uma Aplicação Do Método Da Pegada Ecológica

Eixo temático: Crescimento e Meio-Ambiente, Medidas de capital natural

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal analisar a sustentabilidade ecológica do consumo da população do estado de Minas Gerais no ano de 2008 por meio do cálculo da Pegada Ecológica para a referida região. Trata-se de uma metodologia já consolidada e bastante utilizada para aferição do grau de sustentabilidade ecológica da população de um determinado território, sendo portanto parâmetro para elaboração de políticas públicas que tenham como diretriz básica a obtenção do chamado Desenvolvimento Sustentável. Entre os resultados, está a conclusão de que apesar da demanda por serviços ecossistêmicos em termos absolutos do estado estar dentro de sua própria capacidade de suporte, em termos *per capita* ela gera uma pressão excessiva quando comparada a disponibilidade mundial destes serviços.

Palavras-chave: Escala, Sustentabilidade, Pegada Ecológica, Minas Gerais

ABSTRACT

This work's main goal is to provide an ecological sustainability assesment of the consumption of Minas Gerais's population in 2008 through the calculation of the Ecological Footprint for the region. The Ecological Footprint is an widely used methodology to assess in which degree a region and its population is ecologically sustainable. For this reason, it can be used to provide directives for public policies targeting a sustainable development. Among the results, we concluded that in absolute terms the demand for ecosystem services in the state is below its carrying capacity, but in *per capita* terms it puts too much pressure on the world supply of such services.

Keywords: Scale, Sustainability, Ecological Footprint, Minas Gerais

1 Introdução

A crescente preocupação com o chamado desenvolvimento sustentável vem sendo desencadeada pelos impactos negativos da atividade econômica sobre o meio ambiente. Se antes da Segunda Guerra Mundial o esgotamento de recursos naturais e a degradação ambiental ocorriam de forma localizada, o desenvolvimento das forças produtivas no pós-guerra atingiu uma escala suficiente para afetar todo o planeta, levando alguns autores a considerar os chamados *Golden Years* como o período de “Grande Aceleração”, no sentido de que houve um aumento exponencial da pressão das atividades econômicas sobre a estabilidade dos ecossistemas (ANDRADE et al., 2012).

A necessidade de lidar com a problemática da sustentabilidade tornou necessário o desenvolvimento de ferramentas capazes de fornecer um diagnóstico da situação corrente das sociedades. Assim, passaram a ser desenvolvidos indicadores de sustentabilidade, que buscam fornecer a medida do quanto determinada sociedade é sustentável. O presente trabalho busca estabelecer esta medida para a população do estado de Minas Gerais no ano de 2008, por meio da metodologia da Pegada Ecológica, sob a hipótese de que o consumo desta população não está dentro da escala sustentável.

2 O Método da Pegada Ecológica

A metodologia utilizada neste trabalho para aferir o grau de sustentabilidade do consumo aparente no estado de Minas Gerais é a da Pegada Ecológica, a qual consiste em mensurar a demanda pelo capital natural e seu respectivo estoque, com a vantagem de que por meio dela é possível distinguir entre depleção de capital natural e o simples uso dos serviços provenientes deste capital (WACKERNAGEL *et al.*, 2005, p. 2). Segundo Ewing *et al.* (2010), a Pegada Ecológica é baseada em seis hipóteses fundamentais (adaptado de Wackernagel *et al.* 2002): a maioria dos recursos que as pessoas consomem e os rejeitos que geram podem ser rastreados e quantificados; um importante subconjunto dos fluxos de recursos e rejeitos pode ser medido em termos de área biologicamente produtiva necessária para manter estes fluxos, excluindo do cálculo fluxos de recursos e rejeitos que não podem ser mensurados; ponderando cada área em proporção à sua bioprodutividade, diferentes áreas podem ser convertidas em uma unidade comum de hectares globais, hectares com a bioprodutividade média do mundo; como um único hectare global corresponde a um único uso, e cada hectare global em um ano dado representa a mesma quantia de bioprodutividade, elas podem ser somadas para se obter um indicador agregado da Pegada Ecológica ou da biocapacidade; a demanda humana, expressa como Pegada Ecológica, pode ser diretamente comparada com a oferta natural, biocapacidade, quando ambas são expressas em hectares globais; a área demandada pode superar a ofertada se a demanda em um ecossistema excede a capacidade de regeneração deste ecossistema.

O cálculo da bioprodutividade média global para a construção da unidade hectare global foi feito com base em dados disponíveis em órgãos de pesquisa como a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, na sigla em inglês). O cálculo leva em conta que um hectare de alta produtividade

equivalerá a mais hectares globais que um de baixa produtividade, mas o método foi construído de forma a que a soma dos hectares globais equivallesse à soma dos hectares efetivamente existentes (WACKERNAGEL *et al.* 2005). Os diferentes tipos de uso da terra são convertidos em unidade padrão, no caso os hectares globais, por meio dos fatores de equivalência, cujo critério é a capacidade de produção de recursos úteis aos seres humanos, e não apenas a biomassa que produzem (EWING *et al.*, 2010a). Os tipos de uso da terra, nesta metodologia, se dividem em: área de culturas agrícolas, pastos, florestas, áreas de pesca, área construída (considerada tão produtiva quanto as áreas agrícolas, uma vez que geralmente são construídas sobre elas) e áreas de sequestro de carbono, necessárias para evitar que os rejeitos da combustão fóssil tenham impacto sobre o meio ambiente (EWING *et al.*, 2010a). É interessante notar que a Pegada Ecológica é uma medida apenas dos componentes biológicos do consumo, não incluindo os componentes minerais, não-renováveis. Se à primeira vista isto pode parecer um erro, esta opção metodológica é acertada, uma vez que o consumo de recursos não-renováveis só é sustentável se parte deste consumo for destinado ao desenvolvimento de uma alternativa renovável a este recurso não-renovável (DALY, 1990). Esta alternativa renovável e sustentável seria contabilizada na biocapacidade.

O cálculo da Pegada Ecológica da população do estado de Minas Gerais - o qual corresponde à demanda por serviços advindos do capital natural - foi feito com base no consumo realizado na região. O processo é representado na equação 1:

$$\text{Equação 1: } PEc = PEp + PEi - PEE \quad (1)$$

Em que PEc é a Pegada Ecológica (*Ecological Footprint*), PEp é a demanda por bens da região que são fornecidos pelo ecossistema, como alimentos e produtos florestais, pela biocapacidade esterilizada na forma de áreas urbanas e por biocapacidade necessária para sequestrar o carbono emitido pela população da região. PEi é a mesma demanda, porém relacionada à produção de bens que provêm de fora da região considerada (importações) e PEe é a parcela da PEp que corresponde à produção da região que é remetida para fora dela - as exportações (EWING *et al.*, 2010a). No presente trabalho, porém, esta equação não será utilizada, uma vez que os dados sobre “exportação” e “importação” de biocapacidade de Minas Gerais para o resto do país e do mundo não estão disponíveis, e que os dados sobre o consumo estão disponíveis diretamente na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) do IBGE, não sendo necessário calculá-los indiretamente.

Todas as demandas são calculadas em termos de hectares de produtividade média mundial para o tipo de uso da terra correspondente, dividindo-se a demanda física pela produtividade média mundial. São convertidas em área necessária para suprir esta demanda em termos de hectares globais, multiplicando-se pelos fatores de equivalência para o determinado tipo de uso de terra. Por exemplo, toma-se a demanda por carne bovina em toneladas, divide-se pela produtividade média mundial dos pastos em termos de toneladas por hectares e multiplica-se pelo fator de equivalência dos pastos (WACKERNAGEL *et al.*, 2005). O quadro 1 abaixo resume o processo:

Quadro 1 – Estrutura do Cálculo da Pegada Ecológica

Consumo	Medida do consumo		Produtividade média mundial		Fator de equivalência		Pegada Ecológica
Produtos Agrícolas	t/ano	/	t/ha/ano	X	2,51	=	gha
Produtos Pecuários	t/ano	/	t/ha/ano	X	0,46	=	gha
Pescados	t/ano	/	t/ha/ano	X	0,37	=	gha
Produtos Florestais	m³/ano ou t/ano	/	m³/ha/ano ou t/ha/ano	X	1,26	=	gha
Área Urbana	ha	/	Produtividade média regional das áreas agrícolas (t/ha/ano)	X	2,51	=	gha
Emissões de gases do efeito estufa	t/ano	/	t/ha/ano	X	1,26	=	gha

Fonte: Elaboração própria a partir de Wackernagel *et. al.* (2005, p. 10)

Os dados correspondentes às três primeiras linhas (consumo de produtos agrícolas, pecuários e provenientes da pesca, respectivamente) os quais podem ser agrupados sob a categoria mais ampla de "alimentos", foram obtidos na POF do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o período de 2008-9.

O consumo de produtos florestais se divide em consumo de madeira para habitação e utensílios, para produção de calor e o consumo de papel, de acordo com a metodologia da Pegada Ecológica (CERVI, 2008). O consumo de papel é obtido por meio de uma *proxy* calculada a partir dos dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA) para o país como um todo, uma vez que não há dados para o consumo de papel em Minas Gerais. A partir destes dados, calculou-se um consumo médio de 45,8 kg de papel por pessoa por ano para o ano de 2008.

Por sua vez, o consumo de madeira para produção de calor e para usos industriais (construção inclusa) encontra-se no Relatório de Movimentações no Sistema de Documentos de Origem Florestal (Relatório DOF) do Instituto Brasileiro do Meio ambiente (IBAMA). Os dados referentes às emissões de CO₂ são fornecidos pelo Inventário Emissões de Gases do Efeito Estufa (Inventário GEE) da Fundação Estadual do Meio ambiente (FEAM) do estado de Minas Gerais, no qual também consta a proporção da área do estado que corresponde as áreas urbanas e as áreas de cada bioma. Uma vez obtidos os dados de consumo dos alimentos e dos produtos florestais, eles devem ser ponderados pela produtividade média mundial, que pode ser obtida junto à FAO. A área urbana deverá ser ponderada pelo fator de produtividade da agricultura na região, cujo cálculo será explicado abaixo. As emissões de CO₂ devem ser ponderadas pela capacidade de sequestro de carbono do ecossistema, que é encontrada no Inventário GEE. Os dados de sequestro de carbono para o mundo foram retirados

de Pan *et al.*, (2011), e ponderados pela área de floresta obtida na FAO. Uma vez feitas as ponderações do consumo, estas são multiplicadas pelos fatores de equivalência, que estão disponíveis em Ewing *et al.* (2010a).

Já o cálculo da biocapacidade em nível nacional ou sub-nacional (regiões, estados, municípios), que corresponde à oferta ecológica, é feito por meio do cálculo de fatores de produtividade. De acordo com Ewing *et al.* (2010), estes fatores de produtividade são específicos às unidades nacionais ou subnacionais, e são calculados da seguinte forma:

$$\text{Equação 2: } YFl = Yn/Yw \quad (2)$$

Em que YFl é o fator de produtividade nacional para um dado tipo de uso da terra, Yn e Yw são respectivamente o rendimento nacional e global por hectare do mesmo tipo de uso de terra. O fator de produtividade é calculado para cada produto, como por exemplo, bananas: toma-se a produtividade média nacional (ou regional, como no caso do presente trabalho) de bananas por hectare, e divide-se pela produtividade média mundial de bananas por hectare. Assim, obtém-se o fator de produtividade nacional, que mostra o quanto a região é produtiva em relação ao resto do mundo. Uma vez obtido o fator de produtividade nacional, este é multiplicado pelo fator de equivalência correspondente ao uso da terra e pela área produtora deste produto considerado para que se obtenha a estimativa de biocapacidade em termos de hectares globais para este mesmo produto. Este processo é repetido para todos os produtos de cada tipo de uso de terra, e por fim a estimativa de biocapacidade em hectares globais para cada produto é somada de forma a fornecer a biocapacidade total da região. O quadro 2 abaixo resume o processo:

Quadro 2 – Estrutura do cálculo da biocapacidade

Área disponível (ha)	Fator de produtividade		Fator de equivalência		Biocapacidade (gha)
Produtos Agrícolas	X	YFl	X	2,51	=
Produtos pecuários	X	YFl	X	0,46	=
Pescados	X	YFl	X	0,37	=
Produtos Florestais		YFl	X	1,26	=
Área Urbana	X	YFl	X	2,51	=
Áreas de sequestro de carbono	X	YFl	X	1,26	=

Fonte: Elaboração própria a partir de Wackernagel, 2005, p. 10

As áreas da agricultura, de pasto, de florestas (consideradas tanto pela produção de produtos florestais como pela sua capacidade de sequestro de carbono) e seus rendimentos, necessários para o cálculo do fator de produtividade, podem ser obtidas no Censo Agropecuário (Censo AP), na Produção da Extração

Vegetal e Silvicultura (PEV), na Produção Agrícola Municipal (PAM), na Produção Pecuária Municipal (PPM), do IBGE, e também no Inventário GEE. A produção de pescados foi retirada dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do IBGE¹.

A área existente dos diferentes tipos de uso da terra são ponderadas pelos fatores de produtividade de cada tipo de uso da terra, cujo cálculo, como exposto acima, é feito a partir de dados da produção na região, que são obtidos junto às mesmas fontes que fornecem a área, e pela produtividade média global, obtida a partir de dados da FAO. No caso dos pescados, foi utilizada uma *proxy* calculada a partir da produção mundial de peixes dividida pela área total bioproductiva dos oceanos, *proxy* esta retirada do trabalho de Cindin e Silva (2004), cujo resultado é uma produção de 33,1 kg de pescado por hectare. As áreas urbanas e as necessárias para sequestro de carbono são exceções, uma vez que são ponderadas pela produtividade local, obtidas no Inventário GEE e nas pesquisas referentes à agricultura do IBGE.

Por fim, uma vez obtidas as estimativas de Pegada Ecológica e biocapacidade, correspondendo a demanda e oferta de recursos naturais, é possível comparar ambos (pois estão na mesma unidade) para se chegar à uma medida de uso da biocapacidade. Caso a Pegada Ecológica exceda a biocapacidade, a região terá um déficit ecológico, comparação sintetizada na equação 3:

$$\text{Equação 3: Saldo Ecológico} = \text{Biocapacidade} - \text{Pegada Ecológica}$$

Este déficit pode ser mantido de duas formas: por meio da importação de biocapacidade de países/regiões que possuam superávits ecológicos ou da depleção de seu próprio capital natural. (WACKERNAGEL et. al., 2005). Se o déficit estiver sendo mantido por meio da depleção de capital natural, o nível de consumo do país (ou região) não é sustentável.

3 Os Resultados do Cálculo da Pegada Ecológica para Minas Gerais

Uma vez descritos a metodologia da Pegada Ecológica e os biomas predominantes do estado de Minas Gerais, esta seção tem por objetivo a descrição e a análise dos resultados da aplicação da metodologia da Pegada Ecológica do consumo do território mineiro para este estado. O cálculo foi feito para o ano de 2008, pois a base para o cálculo da Pegada Ecológica são os dados de consumo fornecidos pela Pesquisa do Orçamento Familiar (POF)², cujos resultados mais recentes são para o biênio de 2008-9. A partir deste cálculo, chegou-se ao resultado de uma Pegada total para o estado de Minas Gerais de 92.275.819,73 hectares globais, o que corresponde a uma Pegada *per capita* de 4,79 hectares

¹ Os dados do Censo AP se referem ao ano de 2006 e os do Inventário GEE ao ano de 2005. Todos os outros dados se referem ao ano de 2008.

² A Pesquisa do Orçamento Familiar “obtem informações gerais sobre domicílios, famílias e pessoas, hábitos de consumo, despesas e recebimentos das famílias pesquisadas, tendo como unidade de coleta os domicílios. Atualiza a cesta básica de consumo e obtém novas estruturas de ponderação para os índices de preços que compõem o Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor do IBGE e de outras instituições” (IBGE, 2012).

globais. O estado de Minas Gerais tem uma área total de 58.838.400 hectares. O fato de sua Pegada Ecológica ser superior a sua área pode dar a entender à primeira vista que o estado é ecologicamente deficitário: porém, esta comparação é descabida, pois para tal é necessário calcular a biocapacidade do estado em termos de hectares globais, pois a Pegada Ecológica também está nestes termos. Do contrário, se estaria comparando duas coisas diferentes. Em uma comparação mais adequada, a Pegada Ecológica *per capita* do Brasil em 2007 foi de 2,91 hectares globais, enquanto a média global é foi 2,7 hectares globais por pessoa.

Como visto anteriormente, se a Pegada Ecológica é a demanda por serviços do capital natural, a biocapacidade pode ser entendida como a oferta. A biocapacidade total do estado foi calculada em 214.968.434,57 hectares globais, o que resulta em uma biocapacidade *per capita* de 11,15 hectares globais no ano de 2008. Para efeito de comparação, a biocapacidade *per capita* do Brasil foi, em 2007, de 8,98 hectares globais, enquanto a média global foi de 1,78 hectares globais por pessoa (EWING *et. al.*, 2010b), o que mostra a relativa riqueza de recursos naturais tanto do país quanto do estado de Minas Gerais.

3.1 Pegada ecológica do consumo e biocapacidade dos alimentos

A Pegada Ecológica do consumo de alimentos corresponde à necessidade de terras para a produção destes, unindo, portanto, os três primeiros tipos de uso da terra definidos pela metodologia: terras agrícolas, pastos e áreas de pesca.

Para realizar o cálculo, foram retirados os dados de consumo alimentar da POF de 2008-9, que estima por meio de amostragem, e tem como unidade base os domicílios, ou seja, a aquisição de alimentos no domicílio para a alimentação familiar. Por meio deste processo, a POF fornece estimativas do consumo *per capita* dos alimentos consumidos pela população. Para o cálculo da pegada ecológica deste consumo, o consumo *per capita* foi multiplicado pela população de Minas Gerais no ano de 2007, que totalizava 19.273.506 habitantes, uma vez que não houve contagem da população nos anos de 2008 e 2009³.

Os mais de 1.121 itens alimentares citados pelos participantes da amostra foram agrupados em 17 grupos de alimentos pela POF. Para o cálculo da Pegada Ecológica, esses 17 grupos foram reduzidos para 16, seguindo o procedimento de Cervi (2008), em seu cálculo da Pegada Ecológica para a cidade do Rio de Janeiro.

O procedimento aludido acima foi realizado de forma a permitir a aplicação da metodologia da Pegada Ecológica, e a modificação feita foi agrupar as vísceras dos animais juntamente ao consumo de outras carnes, uma vez que não é possível produzir vísceras sem produzir carne. Para que se possa colocar todos os dados na mesma unidade de medida (o hectare global), a metodologia exige que se calcule o rendimento da produção de carnes por hectare, o que se tornou possível após a adoção da agrupação mencionada.

Novamente em consonância com o procedimento de Cervi (2008), os grupos remanescentes foram reorganizados e seus subgrupos agregados de acordo

³ Há uma estimativa do IBGE para a população do estado de Minas Gerais em 2008 (colocar o valor dessa estimativa), porém esta ultrapassa a população efetiva de 2010 em quase 300 mil pessoas. Para evitar algum tipo de dúvida com relação à acurácia da estimativa do ano de 2008, optou-se por utilizar o dado de 2007.

com a similitude das matérias primas e das produtividades médias. Por exemplo, os diversos tipos de feijão foram agregados em uma única variável “*feijão*”, uma vez que os dados disponíveis para rendimento por hectare da produção de feijão não especificam a produtividade de cada tipo de feijão. Outro exemplo foi a junção de couve-flor e brócolis na mesma variável, desta vez seguindo os dados fornecidos pela FAO que os agregam.

Para se avaliar a quantidade de recursos demandados devido ao desperdício no transporte, armazenamento e processamento, segue-se o procedimento de Leite e Viana (2001), que ao calcularem a Pegada Ecológica da região metropolitana de Fortaleza-CE estimaram um desperdício de 30% do total da produção de alimentos. Embora se possa alegar que o desperdício não seja uma demanda real de serviços ecossistêmicos, ele deve ser incluído no cálculo da Pegada, pois sua eliminação implica custos, não sendo automática. A eliminação do desperdício por meio de melhora nas condições de transporte e armazenamento dos alimentos se apresenta como mais um obstáculo à redução da Pegada Ecológica.

Obtidos o consumo *per capita* de alimentos e a população total do estado, partiu-se para o próximo passo do cálculo da Pegada Ecológica, que consiste em dividir a quantidade total consumida pela população de cada tipo de alimento pela produtividade média mundial por hectare deste alimento. Alguns casos merecem um olhar mais próximo. Nos casos dos produtos da pecuária (carne, leite, lã, ovos, laticínios e manteiga), não há dados para o seu rendimento mundial por hectare para cada tipo de animal. O procedimento adotado foi o de somar a produção de cada tipo de carne e dividi-las pela área total de pastos (uma vez que não há dados para pastagem por espécie de animal). Da mesma forma, a produção de produtos primários da pecuária, nominalmente leite, lã e ovos, também foi somada e dividida pela área total de pastagem. Por fim, somou-se a produção de produtos processados da pecuária, ou seja, manteiga e laticínios, e novamente se dividiu pela área total de pasto. Essa foi a forma encontrada de se obter a produtividade destes produtos em termos de hectares de pasto.

O cálculo da Pegada do consumo de bebidas foi feito tendo como base apenas vinho e cerveja, os únicos para os quais havia dados de produção mundial na FAO. Esta produção foi então dividida pela área total somada de produção de cevada e uvas vinícolas. Já a Pegada do consumo de sais e condimentos foi calculada tendo como base a produtividade média mundial na produção de pimenta, uma vez que a categoria condimentos é muito ampla e heterogênea, e que sal não faria sentido, por ser um minério e não um produto de origem animal ou vegetal, não entrando portanto em cálculos de biocapacidade e consequentemente nos de Pegada Ecológica.

Merece atenção ainda, o caso das farinhas, féculas e outros produtos industrializados derivados da produção agrícola. Para estes, novamente não há dados mundiais de rendimento por hectare. Mesmo a obtenção destes dados para o Brasil é muito difícil, uma vez que não é usual utilizar a produtividade de produtos industriais em termos de hectares. No caso da farinha de trigo e de mandioca e da fécula de mandioca, foram obtidas estimativas dos coeficientes técnicos em termos de matérias-primas juntamente a associações de produtores, e estes então foram aplicados sobre a produtividade da matéria-prima de forma a obter uma estimativa da produtividade em termos de hectares destes produtos.

Para os derivados de milho, foram utilizadas as produtividades obtidas por Cervi (2008), ponderadas pelo rendimento do milho por hectare no estado de Minas Gerais, uma vez que as produtividades levantadas pelo trabalho junto a EMBRAPA se referiam ao país como um todo. Para massas, panificados e bolos novamente foram utilizados os dados levantados por Cervi (2008).

Para Minas Gerais, a Pegada Ecológica total do consumo de alimentos foi de 19.996.617,46 hectares globais, ou seja: para alimentar esta população, considerando a média mundial da bioprodutividade da terra, seria necessária essa quantidade de hectares produzindo alimento. A tabela 1 abaixo traz essas informações de forma pormenorizada.

Tabela 1 – Pegada Ecológica do consumo de alimentos no estado de Minas Gerais em 2008

Tipo de uso da terra	Pegada total por tipo de uso da terra (gha) ⁴	Pegada <i>per capita</i> por tipo de uso da terra (gha/pessoa)	Participação relativa da Pegada por tipo de uso da terra no total da Pegada para alimentos (%)
Produtos Agrícolas	5.267.126,14	0,2733	26,34
Produtos Pecuários	14.303.219,93	0,7421	71,53
Pescados	426.271,39	0,0221	2,13
TOTAL	19.996.617,46	1,0375	100

Fonte: Elaboração própria.

Esta tabela já permite demonstrar o quanto o consumo de derivados de animais exige do planeta em termos de serviços ecossistêmicos: enquanto o consumo médio *per capita* de produtos agrícolas soma 222,05 quilos por ano e o de produtos pecuários apenas 89,81 quilos por ano, a Pegada dos produtos pecuários é 2,72 vezes maior do que a dos produtos agrícolas.

Se considerarmos apenas o consumo de carne, cuja quantidade *per capita* 33,15 quilos por ano, sua Pegada *per capita* é de 0,26 hectares globais, sendo quase a mesma de todos os produtos agrícolas somados, cujo consumo em termos quantitativos, ou seja, o consumo dos produtos em termos de massa (kg), é apenas 14,9% do consumo de produtos agrícolas.

A biocapacidade do estado de Minas Gerais para as áreas agrícolas foi calculada majoritariamente com os dados da PAM, para o ano de 2008. A área de produção agrícola no estado de Minas Gerais somou 4.754.279 hectares, somando-se as áreas obtidas na Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) e no Censo

⁴ Chegou-se a este resultado dividindo-se a quantidade total consumida pela população de Minas Gerais (no ano de 2007, conforme explicado acima) de cada produto alimentício pela produtividade média mundial do mesmo e multiplicando-se pelo fator de equivalência correspondente para o tipo de uso de terra considerado, e por fim somando-se os resultados desse processo para cada produto alimentício consumido.

Agropecuário, respectivamente dados dos anos de 2008 e 2006. Em termos de biocapacidade, as áreas agrícolas de Minas Gerais possuem 15.529.498,28 hectares globais, o que representa 7,22% do total da biocapacidade. Em termos *per capita*, a biocapacidade agrícola de Minas Gerais é de 0,81 hectares globais.

A biocapacidade das áreas de pecuária foi calculada em 25.400.094,31 hectares globais, sendo a biocapacidade *per capita* de 1,32 hectares globais. Dessa forma, a biocapacidade das áreas de pecuária corresponde a 11,82% da biocapacidade total do estado.

A biocapacidade das áreas produtoras de pescado foi calculada em 198.062,9 hectares globais, com uma biocapacidade *per capita* de 0,0103 hectares globais, representando 0,09% da biocapacidade total. A razão desta proporção tão baixa é a ausência de áreas litorâneas no estado, o que resume sua área produtora de pescado aos rios e lagos, que é de apenas 588.384 hectares, conforme o Inventário GEE.

3.2 Pegada ecológica do consumo e biocapacidade dos produtos florestais

O consumo de produtos florestais se divide em três categorias: consumo de madeira para habitação e utensílios, para produção de calor e o consumo de papel.

Quanto ao consumo de papel, não há dados para o estado de Minas Gerais. A obtenção deste consumo foi obtida, portanto, de forma indireta: o relatório Conjuntura BRACELPA traz o consumo de papel para o Brasil em 2008, que foi de 8.041.000 toneladas. A quantidade foi então dividida pela população total do país na estimativa do IBGE para 2008, que foi de 191.543.237 habitantes, para obtenção de uma medida *per capita* deste consumo. O consumo de papel *per capita* foi então calculado em 45,8 quilos por ano.

A Pegada Ecológica total foi 26.828.840,33 hectares globais e uma Pegada *per capita* de 1,39 hectares globais. Os resultados são pormenorizados na tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Pegada Ecológica dos produtos florestais no estado de Minas Gerais em 2008

Produto Florestal	Pegada (gha)	total	Pegada <i>per capita</i> (gha/pessoa)	Participação relativa da Pegada do produto sobre o total dos produtos florestais (%)
Madeira para construção e utensílios	1.362.203,21		0,0707	5,08
Madeira para produção de calor	14.056.753,2		0,7293	52,39
Papel	11.409.883,92		0,5929	42,53

TOTAL	26.828.840,33	1,3929	100
-------	---------------	--------	-----

Fonte: Elaboração própria

Como se pode ver, há uma grande desproporção entre a Pegada relacionada a madeira para construção e utensílios e a dos outros produtos florestais. Uma explicação possível é a de que, por considerar apenas a madeira *in natura* certificada pelo IBAMA, além do problema da madeira clandestina, há o problema de que não há dados para o consumo (em termos físicos, quantidades) de madeira na forma de móveis e outros produtos cuja matéria prima é madeira. Assim, a Pegada Ecológica dos produtos florestais fica subestimada por escassez de dados.

A área de floresta produtora de produtos florestais no estado de Minas Gerais foi 2.032.824 hectares no ano de 2008. Os dados para produtos florestais foram retirados da Pesquisa da Extração Vegetal e Silvicultura (PEV) do IBGE. A biocapacidade das florestas para os produtos florestais é de 18.840.959,43 hectares globais, com uma biocapacidade *per capita* de 0,98 hectares globais, representando assim 8,76% da biocapacidade total do estado. A biocapacidade dos produtos florestais se concentra principalmente na produção de papel e de madeira para produção de calor, cada uma dessas representando respectivamente 33,31% e 65,22% da biocapacidade dos produtos florestais.

3.4.3 Área Urbana

A área urbana do estado de Minas Gerais precisa ser considerada no cálculo da Pegada por se tratar de certa forma de um custo de oportunidade: a área utilizada pelas cidades é uma área que deixou de ser usada para produção agropecuária ou de produtos florestais. A metodologia considera que a bioproductividade das áreas urbanas é igual a das áreas agrícolas, uma vez que as cidades costumam surgir em terrenos férteis, em função da ocupação agrícola (WACKERNAGEL *et. al.*, 2005). O saldo ecológico para as áreas urbanas é sempre zero (pois a Pegada é sempre igual a biocapacidade para as áreas urbanas), motivo pelo qual não serão tratadas na seção referente a biocapacidade de Minas Gerais.

A área urbana total de Minas Gerais é fornecida pelo Inventário GEE, e totaliza 294.192 hectares, ou 2.941,92 quilômetros quadrados, no ano de 2005. Uma vez conhecida a área, esta foi dividida pela média do rendimento médio mundial por hectare dos produtos agrícolas considerados, seguindo a metodologia conforme descrita acima. Após a multiplicação pelo fator de equivalência, chegou-se ao resultado de que a Pegada Ecológica das áreas urbanas de Minas Gerais totaliza 606.964,84 hectares globais, sendo a Pegada *per capita* de 0,03 hectares globais.

3.4.4 Emissões de gases do efeito estufa e biocapacidade do sequestro

A Pegada Ecológica total calculada para as emissões de gases do efeito estufa foi de 44.843.397,11 hectares globais e a Pegada *per capita* foi de 2,33 hectares globais. A Pegada relacionada às emissões representa uma alta proporção da Pegada total da população do estado, correspondendo a 48,6% desta. Devido a seu grande peso na demanda por biocapacidade do estado, na tabela 3 abaixo se apresenta a desagregação deste resultado, com o fim de prover mais subsídios para a análise:

Tabela 3 – Pegada Ecológica das emissões de carbono

Setor	Pegada total (gha)	Pegada <i>per capita</i> (gha/pessoa)	Participação relativa do setor na Pegada das emissões (%)
ENERGIA	16.540.104,31	0,8582	36,88
Autoconsumo do setor energético	591.520,42	0,03069	1,31
Consumo final energético	15.158.321,66	0,7865	33,8
Residencial	870.648,9	0,04517	1,94
Comercial	72.326,12	0,0038	0,16
Público	32.169,26	0,0017	0,07
Agropecuário	606.985	0,0315	1,35
Transportes - total	6.046.397,86	0,3137	13,48
Rodoviário	5.816.106,83	0,3018	12,97
Ferrovário	130.901,89	0,0068	0,29
Aéreo	99.352,67	0,0052	0,22
Hidroviário	0	0	0
Indústria – consumo de energia	7.529.794,51	0,3907	16,79
PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS	2.584.628,37	0,1341	5,76
Minerais não- metálicos	2.127.073,58	0,1104	4,74
Indústria química	111.461,73	0,0058	0,25
Minerais metálicos	346.093,06	0,018	0,77
AGRICULTURA, FLORESTAS E USO DO SOLO	23.058.682,67	1,1964	51,42
Outros usos do solo	8.861.864,36	0,4598	19,76
Fermentação entérica (pecuária)	9.500.508	0,4929	21,19
Manejo de dejetos (pecuária)	3.673.203,93	0,1906	8,19
Cultivo de arroz	49.238,66	0,0026	0,11

Queima da cana-de-açúcar	36,47	Ínfimo	Ínfimo
Uso de fertilizante nitrogenado	629.561,84	0,0327	1,4
Uso de calcário e dolomita	344.232,93	0,0179	0,77
RESÍDUOS	2.659.981,76	0,138	5,93
Resíduos sólidos urbanos	1.088.648,51	0,0565	2,43
Resíduos sólidos industriais	640.941,44	0,0333	1,43
Esgotos domésticos e comerciais	627.191,09	0,0325	1,4
Efluentes industriais	303.200,72	0,0157	0,68
TOTAL	44.843.397,11	2,3267	100

Fonte: Elaboração própria

Pode-se ver, a partir dos dados desagregados, que a maior parte da Pegada Ecológica das emissões de gases do efeito estufa está no setor de Agricultura, Florestas e outros usos do solo, representando 51,42% da Pegada das emissões. Dentro desse setor, ressalta-se a contribuição da pecuária, uma vez que a fermentação entérica (emissões de metano por meio dos flatos do gado) corresponde a 21,19% da Pegada das emissões e o manejo de dejetos da pecuária representa outros 8,19% da Pegada das emissões. O setor outros usos do solo, por sua vez, tem suas emissões principalmente ligadas à conversão de mata nativa para a pecuária (FEAM, 2008). Assim, a participação da pecuária sobre o total da Pegada das emissões chega a 49,14%.

Outro setor importante na Pegada das emissões é o setor de energia, com 36,88% do total. Dentro desse setor, os subsetores de maior impacto são: o de transporte rodoviário, com 12,97% do total da Pegada das emissões, contra apenas 0,29% do transporte ferroviário, o que mostra em parte o custo ambiental pela opção pelo modal rodoviário de transporte feito no passado, sendo que a malha rodoviária do estado de Minas Gerais é a maior do Brasil (GOVERNO DE MG, 2012); e o consumo de energia por parte da indústria, com 16,79% do total.

Os setores de resíduos e de processos industriais tem uma participação pequena, contando juntos com apenas 10,69% da Pegada das emissões. Todavia, não se deve esquecer de que estão sendo consideradas apenas as emissões de gases do efeito estufa, e não outros poluentes que, apesar de não contribuírem com o aquecimento global, também degradam o meio-ambiente.

A área de floresta em Minas Gerais considerada cálculo da biocapacidade para o sequestro de carbono é de 20.969.329,2 hectares (no ano de 2005, dados retirados do Inventário GEE), somando as áreas remanescentes de Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga com as florestas plantadas pelo homem, como as florestas de eucalipto. Deste total, a Mata Atlântica respondia por 7.488.005 hectares, o Cerrado e a Caatinga⁵ por 12.314.057 hectares e as florestas plantadas por 1.167.267,3 hectares. Note-se que algumas dos ecossistemas pertencentes aos

⁵ Os dados fornecidos pelo Inventário GEE não permitem diferenciar entre Cerrado e Caatinga.

biomas Cerrado e Caatinga não são propriamente florestas, mas foram, porém, considerados como tal para efeito do cálculo da capacidade de sequestro de carbono, pois, devido a sua biodiversidade, retêm estoques de carbono muito superiores às áreas destinadas a agropecuária.

Quanto ao sequestro de carbono, a biocapacidade de Minas Gerais foi calculada em 153.807.277,5 hectares globais, com uma biocapacidade *per capita* de 7,98 hectares globais, representando 71,55% da biocapacidade total do estado. Este valor tão alto se dá em função da grande capacidade de sequestro de carbono das florestas tropicais, uma vez que elas tanto crescem mais rapidamente do que suas contrapartes das regiões de clima temperado como sequestram uma quantidade muito grande de carbono.

3.6 Saldo Ecológico e Discussão dos Resultados

Conforme visto anteriormente, uma vez obtidos os resultados da Pegada Ecológica e da biocapacidade, pode-se calcular o saldo ecológico da região, sendo este igual à diferença entre a biocapacidade e a Pegada Ecológica da região. A partir do saldo ecológico, é possível avaliar se a região está em déficit ecológico, situação em que a população da região está consumindo mais serviços ecossistêmicos do que a região é capaz de fornecer.

No caso de Minas Gerais, a aplicação da equação 3 se dá da seguinte forma:

$$\text{Equação 3: Saldo Ecológico} = \text{Biocapacidade} - \text{Pegada Ecológica}$$

$$214.674.242,57 - 92.275.819,73 = \text{Saldo Ecológico} = 122.398.422,84$$

O estado de Minas Gerais possui, portanto, um superávit de 122.398.422,84 hectares globais. Isto significa que o estado possuía em 2008 biocapacidade suficiente para fazer frente a toda sua demanda por serviços ecossistêmicos (representada pela Pegada Ecológica) e ainda poderia prover serviços para regiões deficitárias. Em termos *per capita*, o superávit ecológico de Minas Gerais é de 6,35 hectares globais, enquanto em termos relativos, a população de Minas Gerais utiliza apenas 42,99% da biocapacidade do estado. O resultado do cálculo apresentados nas seções anteriores é resumido na tabela 4:

Tabela 4 – Resumo dos resultados da aplicação da metodologia da Pegada Ecológica, Biocapacidade e Saldo Ecológico no estado de Minas Gerais no ano de 2008.

	Pegada Ecológica	Biocapacidade	Saldo Ecológico
Agrícola total	5.267.126,14	15.529.498,28	10.262.372,14
Agrícola <i>per capita</i>	0,2733	0,8057	0,5324
(%) do Agrícola no total	5,71	7,22	8,38
Pecuária total	14.303.219,93	25.400.094,31	11.096.874,38
Pecuária <i>per</i>	0,7421	1,3179	0,5758

<i>capita</i>			
(%) da pecuária no total	15,5	11,82	9,07
Pescados total	426.271,39	198.062,90	-228.208,49
Pescados <i>per capita</i>	0,0221	0,0103	-0,0118
(%) dos pescados no total	0,46	0,09	-0,19
Produtos florestais total	26.828.840,33	18.840.959,43	-7.987.880,90
Produtos florestais <i>per capita</i>	1,392	0,9776	-0,4144
(%) dos produtos florestais no total	29,07	8,76	-6,53
Área urbana total	606.964,84	606.964,84	0
Área urbana <i>per capita</i>	0,0315	0,0315	0
(%) da área urbana no total	0,66	0,14	0
Emissões de GEE total	44.843.397,11	153.807.277,50	108.963.880,39
Emissões de GEE <i>per capita</i>	2,3267	7,9802	5,6535
(%) das emissões de GEE no total	48,6	71,55	89,02
Total absoluto	92.275.819,73	214.674.242,57	122.398.422,84
Total <i>per capita</i>	4,7877	11,1536	6,3506

Fonte: Elaboração própria

A partir destes resultados, podemos chegar a algumas conclusões. Primeiro, que da mesma forma como o país como um todo, Minas Gerais é uma região privilegiada em termos de capital natural, representado aqui pela sua biocapacidade, cujo alto valor poderia sustentar uma população com o dobro do atual padrão de consumo sem que com isso se tornasse ecologicamente deficitária. A capacidade de suporte do estado, assim como do resto do país, é consideravelmente maior do que a média mundial.

Outra característica que aparece quando da análise da Pegada e da biocapacidade de forma desagregada é o conflito entre uso da terra na pecuária e para sequestro de carbono. Enquanto a biocapacidade dos pastos de Minas Gerais é de 25.400.094,31 hectares globais, as emissões de gases do efeito estufa relacionadas a essa atividade tem uma Pegada Ecológica de 22.035.576,29 hectares globais. Assim, o superávit ecológico da pecuária é de apenas

3.364.518,02 hectares globais, correspondendo a apenas 2,75% do superávit ecológico do estado, mesmo sendo sua biocapacidade equivalente a 11,83% do total. Considerando a bioprodutividade de cada tipo de uso de terra, constatamos que a pecuária tem uma bioprodutividade 1,79 vezes maior que a média mundial para produção de carne e 3,31 para produção de outros produtos da pecuária, enquanto a bioprodutividade do sequestro de carbono do estado é 5,82 vezes maior do que a média mundial para o mesmo uso de terra. Devido a isto, um hectare efetivo de pasto em Minas Gerais corresponde, em média, a 2,35 hectares globais de biocapacidade, enquanto cada hectare de floresta corresponde, em média, a 7,33 hectares globais de biocapacidade. Tendo em vista a bioprodutividade média, pode-se afirmar que a substituição de um hectare de pasto por um hectare de floresta aumenta a biocapacidade do estado em 5,98 hectares globais. Para se ter um ideia, enquanto um hectare de Cerrado *strictu sensu* mantém um estoque de carbono de 159,87 toneladas de carbono por hectare, um hectare de pasto mantém um estoque de apenas 5 toneladas (FEAM, 2008).

A partir destes resultados, podemos constatar que os dados físicos, da Pegada Ecológica e da biocapacidade, mostram que o estado de Minas Gerais é mais eficiente no sequestro de carbono do que na produção pecuária. Resgatando a teoria das vantagens comparativas (RICARDO, 1982)⁶, podemos afirmar que seria mais eficiente que se adquirisse produtos da pecuária de outras regiões com menor bioprodutividade no sequestro de carbono. Porém, a lógica do mercado aponta em outra direção: considerando o preço do quilo de carne na hora do abate de R\$ 6,40 (VALOR, 2012) para o Triângulo Mineiro em Novembro de 2012, e um rendimento médio de 150,66 kg de carne por hectare, temos um rendimento monetário de R\$ 964,33 por hectare de pasto. A esse preço, considerando a bioprodutividade de um hectare de floresta para o sequestro de carbono no estado, para que houvesse a substituição de um hectare de pasto por um de floresta, o preço da tonelada de carbono no mercado precisaria ser R\$ 279,14. Em 2011, o preço da tonelada de carbono equivalente nos mercados de crédito de carbono estava em US\$ 9,2 (ICB, 2012). Considerando uma taxa de câmbio de R\$/US\$ 2,00, o preço da tonelada de carbono precisaria subir 1433,75% para tornar viável a substituição de pasto por floresta em Minas Gerais.

Isto ocorre porque o que é verdadeiro para a bioprodutividade em termos físicos não o é para a lógica de mercado, que responde a incentivos monetários. De acordo com a teoria neoclássica, o mercado chega a um resultado ótimo: porém este ótimo é apenas do ponto de vista dos agentes que negociam no mercado, não sendo necessariamente ótimos para a manutenção do capital natural.

Aqui se pode identificar uma falha da economia ambiental neoclássica: para ela, o problema estaria apenas na precificação dos serviços ecossistêmicos. Mesmo um mercado relativamente desenvolvido como o de créditos de carbono não produz os resultados adequados do ponto de vista da sustentabilidade ecológica. Uma explicação possível para tal situação é oferecida por Jackson (2012), quando afirma que existem cinco tipos de eficiência: alocativa, a

⁶ A teoria das vantagens comparativas desenvolvida por David Ricardo postula que, mesmo que um país seja absolutamente mais produtivo do que outro em todas as atividades produtivas, ainda assim é vantajoso para este país obter os bens em que ele possui menor produtividade por meio do comércio internacional, especializando-se naquelas em que possui maior produtividade (RICARDO, 1982).

eficiência normalmente considerada pela teoria neoclássica, onde cada recurso encontra seu uso ótimo; inovadora, garantindo as bases para o desenvolvimento tecnológico; keynesiana, busca que a sociedade se aproxime o máximo possível do pleno emprego, social, que busca uma melhor distribuição de renda para aumentar a coesão social; e ecoeficiência, a eficiência no uso dos recursos naturais.

A partir desta diferenciação em tipos de eficiência, pode-se ver que a situação identificada acima para o estado de Minas Gerais corresponde a um conflito entre a eficiência alocativa e a ecoeficiência. A economia ambiental neoclássica, ao reduzir o problema da sustentabilidade à eficiência alocativa, facilita sua obtenção, ao menos na teoria. Na prática, os resultados apontam o contrário.

Críticos do método da Pegada Ecológica tem apontados diversas falhas desta metodologia como indicadora do grau de sustentabilidade local. Em resposta, os autores da metodologia afirmam que a Pegada Ecológica de cada região tem de ser comparada a biocapacidade global, e não a local. Desta forma, a Pegada não pode ser entendida como um indicador do grau de sustentabilidade do local, e sim como indicador da contribuição da região para insustentabilidade global, o que reduz a utilidade do indicador para a governança ambiental local (VEIGA, 2010). Dentro dessa visão, pode-se dizer que a população do estado de Minas Gerais contribui significativamente com a depleção do capital natural global, pois sua Pegada Ecológica no ano de 2008 foi 4,79 hectares globais *per capita*, enquanto a biocapacidade global no ano de 2007 (informação mais próxima disponível) foi 1,78 hectares globais *per capita* (EWING *et. al.*, 2010b), o que resulta em um déficit ecológico de 3,01 hectares globais *per capita*, sendo a Pegada do consumo da população de Minas Gerais no ano de 2008 169,1% superior a biocapacidade mundial *per capita*.

A interpretação da Pegada Ecológica descrita acima é mais adequada ao fato dos ecossistemas não serem estanques, mas estarem integrados em uma biosfera maior. As emissões dos gases do efeito estufa, por exemplo, não ficam confinadas a região onde são emitidas, tendo efeito global. Assim, não importa que a capacidade local de sequestro de carbono seja superior a quantidade de gases de efeito estufa localmente emitidos (que é o caso de Minas Gerais, que possui um superávit ecológico em relação ao sequestro de carbono de 5,65 hectares globais *per capita*⁷): devido ao fato da Pegada Ecológica das emissões de gases do efeito estufa em Minas Gerais no ano de 2008 ter sido 2,33 hectares globais *per capita*, ela isoladamente já é maior que biocapacidade mundial *per capita* no ano de 2007. Dessa forma, os resultados do presente trabalho apontam para a necessidade de uma redução da escala do subsistema econômico (e a consequente pressão sobre os recursos naturais associada a atividade econômica), sob pena de continuar a contribuir para o aquecimento global, além de outros problemas decorrentes dos impactos danosos da atividade econômica. Uma comparação entre a Pegada Ecológica *per capita* do consumo da população do

⁷ O que também já aponta a falha da metodologia relacionada ao uso de médias mundiais como fator de ponderação do consumo, uma vez que, embora haja superávit ecológico para o sequestro de carbono, o estado de Minas Gerais teve emissões líquidas (emissões totais – sequestro de carbono) de 50.508.600 toneladas em 2005 (ano considerado no cálculo da Pegada) (FEAM, 2008).

estado de Minas Gerais e a biocapacidade mundial *per capita* para cada uso da terra pode dar uma ideia melhor da situação e é apresentada na tabela 5 abaixo:

Tabela 5: Pegada Ecológica regional *versus* biocapacidade mundial

Uso da terra	Pegada Ecológica <i>per capita</i> de Minas Gerais em 2008 (gha/pessoa)	Biocapacidade mundial <i>per capita</i> no ano de 2007 (gha/pessoa)
Produtos agrícolas	0,27	0,59
Produtos pecuários	0,74	0,23
Pescados	0,02	0,16
Áreas urbanas	0,03	0,06
Florestas (Produtos florestais + emissões de GEE)	3,72	0,74
TOTAL:	4,79	1,78

Fonte: Elaboração própria com base em Ewing *et. al.*, 2010b.

Pode-se ver que o estado de Minas Gerais só é superavitário, quando comparado com a biocapacidade global, nos pescados e nas áreas urbanas, cujos superávits ecológicos foram respectivamente 0,14 e 0,04 hectares globais *per capita*. Todavia, estes números são ínfimos se comparados aos déficits nos outros tipos de uso da terra: para produtos agrícolas, pecuários e para os serviços ecossistêmicos providos pelas florestas⁸ os déficits foram respectivamente 0,32, 0,51 e 0,74 hectares globais *per capita*. Assim, pode-se afirmar que a escala do consumo da população de Minas Gerais no ano de 2008 contribui para o desmatamento e a consequente perda de biodiversidade decorrente deste (pois há déficits tanto para produtos agrícolas como para pecuários, ou seja, haveria necessidade de se elevar a produção se todos no mundo passassem a consumir no mesmo nível da população de Minas Gerais) quanto para o aquecimento global. O déficit ecológico de Minas Gerais em relação ao mundo, quando se considera a Pegada Ecológica e biocapacidade em termos *per capita*, contribui para depleção do capital natural pelo sobreconsumo dos recursos, e, considerando as características de resiliência e não-linearidade dos ecossistemas, contribui para a mudança de estado na biosfera terrestre aludida por Barnosky *et. al.* (2012). Para este autor, com tamanha pressão sobre a biosfera, é muito provável que esta passe por uma mudança de estado no futuro próximo, o que levaria a perda de muitos recursos biológicos essenciais, ou seja, de biocapacidade.

Considerações Finais

Encarada como uma medida da contribuição do estado para a insustentabilidade do subsistema econômico em escala mundial, pode-se ver que o nível de consumo *per capita* da população de Minas Gerais se dá em um nível tal que gera uma pressão excessiva sobre os recursos da biosfera.

⁸ Os produtos florestais foram considerados juntamente a capacidade de sequestro de carbono por não haver dados disponíveis para estes separadamente.

Dentro da visão da economia ecológica, que afirma a não-substituibilidade entre capital natural e capital produzido, tal resultado aponta para a necessidade da redução da escala do subsistema econômico da região. A Pegada Ecológica, na interpretação da economia ecológica, é uma medida da escala máxima sustentável do subsistema econômico.

Tal redução de escala pode ser feita de várias formas: redução do consumo da população, do tamanho da população ou da intensidade de recursos naturais por unidade de produto. Cada uma dessas opções tem suas vantagens e desvantagens, sendo necessária uma combinação das três para que se obtenham os resultados adequados.

O estado de Minas Gerais pode ser considerado privilegiado por sua dotação de recursos naturais, quando comparado a média mundial. Porém, isto não pode servir de desculpa para a promoção de um crescimento ininterrupto. Os efeitos da pressão sobre os ecossistemas associada ao consumo da população do estado contribui para a mudança de estado da biosfera, que pode levá-la até o ponto de ruptura, situação na qual haveria perda de serviços ecossistêmicos tanto no estado quanto no mundo como um todo. Torna-se premente a adoção de medidas para redução da escala do subsistema econômico, sob pena de se sacrificar o desenvolvimento alcançado até agora, levando a uma condição muito pior no futuro.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Daniel Caixeta, SIMÕES, Marcelo Silva, ROMEIRO, Ademar Romeiro. *From an Empty to a Full World: a nova natureza da escassez e suas implicações*. **Economia & Sociedade**. Campinas, 2012 (no prelo).

BARNOSKY, A. D. *et. Al.* Approaching a state shift in Earth's Biosphere. **Nature**, v. 486, jun. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Conjuntura BRACELPA**. São Paulo: BRACELPA, 2009.

CERVI, Jaison Luís; **A Pegada Ecológica do Município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado, 2008.

CINDIN, R.C.P.J.; SILVA, R. S.; **Pegada Ecológica: instrumentos de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural**. Rio Claro: Estudos Geográficos, 2004.

DALY, Herman.E. Toward some operational principles of sustainable development. **Ecological Economics**, v.2, pp. 1-6, 1990.

EWING, Brad; REED, Anders; GALLI, Alessandro; KITZES, Justin; WACKERNAGEL, Mathis. **Calculation Methodology for the National Footprints Account, 2010 Edition**. Oakland, CA: Global Footprint Network, 2010a

EWING, Brad; MOORE, D.; GOLDFINGER, S.; OURSLER, A.; REED, A.; WACKERNAGEL, Mathis. **Ecological Footprint Atlas 2010**. Oakland, CA: Global Footprint Network, 2010b.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>> Acessado em: 28/12/12.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2008.

GOVERNO DE MINAS GERAIS. Rodovias. Disponível em: <http://www.mg.gov.br/governomg/portal/m/governomg/conheca-minas/5662-rodovias/5146/5044> Acessado em: 27/12/12

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Dados Agregados, Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acessado em: 08/01/2013

INSTITUTO CARBONO BRASIL. Mercado de créditos de carbono florestal atinge recorde. Disponível em: <http://www.institutocarbonobrasil.org.br/noticias/noticia=732311> Acessado em: 27/12/12

LEITE, Ana Maria Feitosa; VIANA, Manuel Osório de Lima; **Pegada Ecológica: Instrumento de Análise do Metabolismo do Sócio-ecossistema Urbano**. Fortaleza: UFC, 2001.

PAN, Y. *et. al.* A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. **Science**, v. 333, pp. 988-993, ago. 2011.

RICARDO, David. **Princípios de Economia Política e Tributação**. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

VALOR ECONÔMICO. ValorData. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/valor-data/tabela/5834/boi>> Acessado em: 20/11/12

VEIGA, José Eli da; Indicadores de Sustentabilidade. **Estudos Avançados** vol. 24 n. 68 pp. 39-52, São Paulo: 2010.

WACKERNAGEL, Mathis; MONFREDA, Chad; MORAN, Dan; WERMER, Paul; GOLDFINGER, Steve; DEUMLING, Diana; MURRAY, Michael; **National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The Underlying Calculation Method**. Oakland, CA: Global Footprint Network, 2005.