

Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Economia

Pandiá Mendes de França

Sustentabilidade do crescimento econômico brasileiro:  
Uma análise setorial

Campinas  
2012

Pandiá Mendes de França

Sustentabilidade do crescimento econômico brasileiro:  
Uma análise setorial

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Graduação do Instituto de Economia da Universidade  
Estadual de Campinas para obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação do  
Prof. Dr. Alexandre Gori Maia

Campinas  
2012

Agradecimentos:

Aos meus queridos pais e a todas as pessoas de bem.

Campinas  
2012

FRANÇA, Pandiá Mendes. **Sustentabilidade do crescimento econômico brasileiro: Uma análise setorial**. 2012. 57. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

### *Resumo*

Danos catastróficos e irreversíveis ao ecossistema são vistos como riscos e incertezas resultantes da relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente. Como os possíveis resultados negativos dessa relação são altos demais, torna-se prudente evitá-los e, portanto, temos que nos precaver de modo a evitar correr riscos calamitosos desnecessariamente. Considerando isso, destaca-se, entre as correntes de pensamento que procuram explicar a relação que o crescimento econômico tem com o meio ambiente, a Economia Ecológica. Ela se adequa mais à estratégia de evitar os riscos mais danosos.

Daly, representante da Economia Ecológica, nos explica que o crescimento econômico degrada o meio ambiente se este demandar um fluxo de transumo acima da capacidade regenerativa e absorviva da biosfera. Diante disso, para respondermos se a atividade econômica brasileira está degradando o meio ambiente iremos verificar se o fluxo de transumo é maior que a capacidade regenerativa da biosfera. Para isso, introduzimos dois indicadores: a Pegada Ecológica e a Biocapacidade. Seus papéis são, respectivamente, representar o consumo de recursos naturais renováveis e a capacidade regenerativa e absorviva da biosfera.

De posse desses indicadores verificamos que desde 1975 o planeta se encontra consumindo mais recursos naturais do que é capaz de prover e produzindo mais resíduos do que é capaz de absorver. Verificamos também que o Brasil ainda não degenera o meio ambiente, pois apresenta uma enorme capacidade absorviva e regenerativa. Apesar disso, o ponto de sobrecarga ecológica brasileira se tornou mais próximo ao longo dos anos (devido ao aumento populacional, ao aumento do consumo *per capita* de CO<sub>2</sub> e de pastagem e devido à diminuição da capacidade regenerativa da floresta).

Para verificar se tais trajetórias foram consequências da atividade econômica brasileira, relacionamos o PIB e os setores de atividade brasileira com os dois indicadores. Constatamos, então, que o crescimento econômico brasileiro explica com força moderada apenas parte da dinâmica da PE Pastagem e PE CO<sub>2</sub> (esse é explicado em grande parte pelo Setor de Serviços) e que a BC Plantação é explicada em parte pelo setor Agrícola.

## *Abstract*

Catastrophic and irreversible damages to the ecosystem are regarded as risks and uncertainties resulting from the interaction between economic growth and the environment. As the possible negative outcomes of this relationship are too big to accept, it becomes prudent to avoid them. Therefore, we have to be wary in order to avoid taking calamitous risks unnecessarily. Considering it, we highlight, among the streams of thought that attempt to explain the relationship that economic growth has on the environment, the Ecological Economics. Since it fits well to the strategy of avoiding the most damaging risks.

Daly, an important representative of ecological economics, explains that economic growth degrades the environment if its demand of throughput flow is higher than the absorptive and regenerative capacity of the biosphere. Therefore, to answer if the Brazilian economic activity is degrading the environment we will see if the flow of throughput is greater than the regenerative capacity of the biosphere. This is why we introduce two indicators: the Ecological Footprint and Biocapacity. Their functions are, respectively, represent the consumption of renewable natural resources and the absorptive and regenerative capacity of the biosphere.

With these indicators, it is known that since 1975 the world is consuming more natural resources than it can provide and producing more waste than it is able to absorb. In the case of Brazil, we still don't degrade the environment because it presents a huge regenerative and absorptive capacity. Nevertheless, the ecological point of overshoot is becoming closer over the years. It is happening due to population growth (which produces an increase in all components of absolute EF), due to the increase of the per capita consumption of CO<sub>2</sub> and Grassland and due to decreased the regenerative capacity of the Forest (BC Forest).

To check if these trajectories were consequences of economic activity we relate the Brazilian GDP and activity sectors in Brazil with two the Ecological Footprint and the Biocapacity indicators. It was observed that the Brazilian economic growth explains, with moderate strength, only part of the dynamics of the EF Grassland and the EF CO<sub>2</sub> (this one is largely explained by the Services Sector), the BC Plantation is explained in part by the Agricultural sector.

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Matriz de <i>payoffs</i> : cenários futuros x políticas possíveis.....	18
Tabela 2 - Cálculo dos Componentes da Pegada Ecológica e da Pegada Ecológica Total.....	27
Tabela 3 - Cálculo dos Componentes da Biocapacidade e da Biocapacidade Total.....	28
Tabela 4 - PE <i>per capita</i> da Produção, do Consumo, da Importação e da Exportação – Brasil, ano 2007.....	30
Tabela 5 - População, BC, PE e os Componentes da PE <i>per capita</i> , dados em valor absoluto e crescimento [%] – Mundo, anos de 1961 e 2007.....	34
Tabela 6 - Participação da PE, e dos Componentes na PE total e na BC total – Mundo, ano 1961 e 2007.....	36
Tabela 7 – Pegada Ecológica, População e Número de Países de acordo com grupos de renda, ano 2007.....	38
Tabela 8 - BC agregada, PE agregada, Variação e Crescimento – Brasil, entre 1961 e 2007..	40
Tabela 9 - PE <i>per capita</i> e População, valores absolutos e crescimento [%] – Brasil, entre 1961 e 2007.....	42
Tabela 10 - Valor absoluto, participação e crescimento da PE <i>per capita</i> e Componentes da PE <i>per capita</i> - Brasil, entre 1961 e 2007.....	44
Tabela 11 – Correlação entre os setores de atividade e a PE, para valores absolutos e taxas de crescimento.....	53
Tabela 12 - Correlação entre taxas de crescimento dos setores de Atividade e dos Componentes da PE agregada.....	55
Tabela 13 - Correlação entre taxas de crescimento dos setores de Atividade e dos Componentes da BC agregada. ....	56

*Lista de Gráficos.*

Gráfico 1 – Dinâmica da PE e da BC mundial ao longo dos anos.....	33
Gráfico 2 – Dinâmica da BC e dos componentes da PE mundial em bilhões de dólares, 1961 – 2007.....	35
Gráfico 3 – Dinâmica dos componentes da PE <i>per capita</i> mundial, entre 1961 e 2007.....	37
Gráfico 4 – PE e BC brasileira ao longo dos anos.....	40
Gráfico 5 – Dinâmica de crescimento da População, da PE agregada e da PE <i>per capita</i> em índice (1961 = 100).....	41
Gráfico 6 – Dinâmica de agregação de valor dos componentes da PE <i>per capita</i> .....	43
Gráfico 7 – Contribuição acumulada dos componentes da BC na BC total ao longo dos anos.	45
Gráfico 8 – Dinâmica PE/BC para os componentes e total.....	46
Gráfico 9 – Dinâmica do PIB brasileiro (valores constantes, 2000 US\$).....	49
Gráfico 10 – Participação dos setores de atividade no PIB, de 1961 a 2007.....	50
Gráfico 11 – Dinâmica dos Setores de Atividade Econômica entre 1961 e 2007.....	51
Gráfico 12 – BC, PE e PIB - crescimento em formato de índice (2007 = 100).....	52
Gráfico 13 – Taxa de crescimento da PE dos Serviços ao longo dos anos.....	54
Gráfico 14 – Taxa de crescimento dos Serviços e da PE do CO2.....	55

*Lista de Siglas*

BC – Biocapacidade

gha – Hectare Global

ha - Hectare

PE – Pegada Ecológica

t – Tonelada

## Sumário

Introdução .....	1
1. Dilema entre necessidade de crescimento econômico e impactos no meio ambiente .....	5
1.1 Economia Ambiental .....	6
1.2 Economia Ecológica.....	10
1.3 Princípio da Precaução.....	16
2 Pegada Ecológica e Biocapacidade.....	20
2.1 Pegada ecológica e Biocapacidade: princípios, metodologia e objetivos .....	22
2.1.1 Pegada Ecológica e Biocapacidade.....	23
2.1.2 Metodologia de cálculo dos indicadores.....	25
2.1.3 Crítica à Pegada Ecológica. ....	31
2.2 A Pegada Ecológica mundial .....	33
2.3 Pegada Ecológica brasileira .....	40
3 Estudo de caso: Crescimento econômico brasileiro versus a PE e a BC brasileiras .....	49
3.1 Dinâmica do crescimento econômico brasileiro por setor de atividade, entre 1961 e 2007	49
3.2 Relação entre o crescimento econômico brasileiro e a demanda e oferta de recursos naturais renováveis.....	52
4 Conclusão.....	58

## Introdução

[...] o crescimento registrado pela economia brasileira nos últimos anos contribuiu para a redução da taxa de desemprego e para o aumento do rendimento real dos trabalhadores (Banco Central do Brasil, 2011:19).

Apesar da boa notícia dada acima, o Brasil é ainda um país com uma alta parcela de pessoas pobres, desempregadas e sem acesso a bens e serviços de qualidade. Segundo o relatório preliminar do censo demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) há 16,2 milhões de pessoas (8,6% da população) em extrema pobreza no Brasil, sendo, desses, 4,8 milhões de pessoas sem rendimentos e 11,4 milhões com rendimento entre R\$ 1 e R\$ 70<sup>1</sup>.

Para reverter esse quadro de extrema pobreza e melhorar o bem estar da população é imprescindível a continuação do aumento da renda nacional (gerada pelo contínuo crescimento econômico) e a promoção de uma distribuição de renda mais igualitária<sup>2</sup>, só assim permitiremos que a população como um todo tenha acesso a mais e a melhores bens e serviços.

Contudo, apesar dessa imprescindível necessidade de melhorar o bem estar da população, um alto ritmo de crescimento econômico, do mesmo modo que um já alto grau de desenvolvimento econômico alcançado, demanda altos níveis de consumo de recursos naturais (LEAPE, 2010). Esse alto nível de consumo de recursos naturais decorrentes do crescimento econômico responde pela crescente intervenção humana sobre meio ambiente, levantando diversas questões sobre quais são os impactos que a atividade econômica causa em nosso ecossistema.

Não há um consenso sobre os possíveis impactos que esse consumo de recursos naturais pelo homem pode exercer sobre o meio ambiente e sobre o próprio sistema econômico. Sobre isso, destacam-se dois grupos teóricos que divergem sobre as consequências de um alto e crescente consumo de recursos naturais, são eles: Economia Ecológica e a Economia Ambiental. Para os autores da Economia Ecológica o meio ambiente

---

<sup>1</sup> A linha de pobreza foi estabelecida em R\$ 70 per capita considerando o rendimento nominal mensal domiciliar.

<sup>2</sup> A experiência brasileira no combate à pobreza esteve muito mais associada à busca pelo crescimento econômico, relegando papel secundário aos efeitos de uma distribuição de renda (BARROS R. 2001).

fornece recursos essenciais e insubstituíveis ao sistema econômico e ao bem estar da população, além disso, esses autores acreditam que a excessiva intervenção do sistema econômico sobre o meio ambiente pode degradá-lo. Isso faz com que exista uma relação limitante entre o crescimento econômico, o meio ambiente e a obtenção de bem estar, pois, a degradação ambiental diminui as possibilidades do crescimento econômico (visto que o meio ambiente é a fonte de recursos essenciais e, em parte, insubstituíveis para a atividade econômica) e gera perdas de bem estar à sociedade.

Como um dos grandes representantes dessa linha de pensamento temos Georgescu – Roegen, para ele a atividade econômica é entrópica<sup>3</sup> e exige o consumo recursos naturais de baixa entropia<sup>4</sup> para o seu funcionamento, mas esses são finitos e, por isso, o sistema econômico tenderá exaurir a baixa entropia e chegará ao fim, sendo, portanto, insustentável. Daly, outro grande representante da Economia Ecológica, concorda em grande medida com Georgescu – Roegen, mas volta seu foco para a capacidade regenerativa e absorptiva da biosfera como forma de sustentação da atividade econômica e sustentação dos ganhos de bem estar. Para ele, isso só seria possível via crescimento econômico zero e com uma melhoria na utilização do transumo<sup>5</sup>, deste modo a degradação ambiental iria cessar e manter-se-ia crescente a geração de bem estar.

Os autores da Economia Ambiental não veem dependência alguma da atividade econômica com os recursos naturais. Caso ocorra alguma escassez de recursos naturais ou poluição que ameace o sistema econômico, o desenvolvimento tecnológico proverá solução e superará qualquer barreira que apareça. Deste modo, não há como o crescimento econômico

---

<sup>3</sup> Entropia é a inevitável transformação da energia disponível em indisponível (indisponível aos seres humanos). Em todos os processos químicos, físicos ou térmicos ocorre uma dissipação de energia útil para o ambiente, transformando-se então em energia inútil (dissipada de mais para ser usada por nós e por isso se torna inutilizada). Isso ocorre sempre do meio com mais energia para o com menos, ou seja, a tendência é a homogeneização da energia no sistema. Porém, como consequência da energia de todo um sistema ficar homogênea (não útil), não é possível mais ocorrer qualquer processo ou transformação nesse sistema. Quando se diz que o sistema econômico é entrópico nos referimos ao fato de nele ocorrer diversas transformações e que para isso é necessário a constante introdução de energia útil, mas que, conseqüentemente, o resultado final disso será apenas energia não útil, o que finalmente acabará com o processo produtivo econômico.

<sup>4</sup> Baixa entropia é a energia/matéria que é capaz de realizar trabalho, pois se encontra em uma forma útil. Os recursos naturais de baixa entropia diminuem contínua e inevitavelmente, pois são transformados em alta entropia durante os processos entrópicos. (GEORGESCU - ROEGEN, 1986).

<sup>5</sup> Transumo é o fluxo entrópico de recursos naturais retirados da natureza que entram no sistema econômico produtivo para serem transformados, dele então sai bem estar (bens e serviços) e resíduos não mais utilizáveis, que voltam aos sumidouros da natureza (DALY, 2002).

perpétuo ser limitado pelo meio ambiente, em outras palavras, para a Economia Ambiental o crescimento econômico é sustentável.

Além da divergência teórica vista entre as escolas de pensamento, há um elevado nível de incertezas sobre o funcionamento da biosfera, sobre as inter-relações entre os seus serviços oferecidos e sobre a possibilidade de se ter perdas irreversíveis e insubstituíveis dos serviços ecossistêmicos vitais à vida humana caso os impactos ambientais superem a capacidade de resiliência da biosfera (ANDRADE & ROMEIRO, 2009 a; ARROW, 1995). Isso tudo acirra ainda mais o debate entre economistas e ambientalistas de escolas de pensamento diferentes sobre as políticas públicas que visem à preservação ambiental, o crescimento econômico e o crescimento do bem-estar social.

Diante desse impasse teórico e dos elevados riscos e incertezas presentes na relação do sistema econômico com o meio ambiente, Andrade e Romeiro (2009 a) expressam a necessidade de se adotar uma estratégia de comportamento precavida. É preciso administrar com prudência os recursos naturais em um quadro de incertezas não completamente superáveis pelo avanço da ciência e que podem levar a perdas irreversíveis de serviços essenciais ao bem estar humano. Com essa mesma preocupação Costanza *et al.* (2000) nos propõem uma estratégia de precaução cética. Seu objetivo é buscar proteção contra um desastre que pode talvez não ocorrer (ao invés de não nos protegermos e deixar aberta essa possibilidade de desastre).

A estratégia de precaução cética de Costanza (2000) representa uma solução ótima em um jogo que só pode ser jogado uma vez (pois, quando tomada uma decisão não é possível voltar para o mesmo ponto de partida). E, por isso, apresenta como solução ótima não apostar no otimismo tecnológico da Economia Ambiental e sim na Economia Ecológica. Isso porque ambas as estratégias (apostar no otimismo tecnológico ou não) apresentam benefícios relevantes caso se mostrem certas, mas caso tais estratégias se mostrem erradas, o resultado de se ter apostado no otimismo tecnológico poderia ser desastroso e irreversível, ao contrário da estratégia de se apostar contra o otimismo, que ainda apresentaria um resultado satisfatório caso se mostrasse errada. Assim, Costanza assume, como escolha ótima, a possibilidade da ocorrência de problemas futuros relacionados à falta de capital natural<sup>6</sup> posto pela Economia

---

<sup>6</sup> Daly (1992, 2002) nos diz que o capital natural pode ser considerado com o estoque de recursos naturais existentes que geram um fluxo de recursos naturais e uma corrente de serviços da natureza úteis aos seres humanos.

Ecológica, mas deixa aberta a possibilidade posta pela Economia Ambiental de que os mesmos sejam solucionados e de que não sejam tão graves como inicialmente previstos.

Na visão da Economia Ecológica, quando o sistema econômico demandar um nível de consumo de recursos naturais maior que os limites que o planeta é capaz de absorver e se regenerar, nós começaremos a impactar o ambiente e os serviços que ele nos oferece. O que comprometerá a sustentabilidade de nossas atividades econômicas e do nosso bem estar no futuro (BARLOW *et al.* 2010). Lazou e Maia (2011) nos mostram que quando isso ocorrer, nós chegaremos a um *trade off* entre o bem estar promovidos pelos serviços do meio ambiente e o produzido pelos serviços da produção, sendo que a obtenção de um impactaria negativamente no outro.

Assim, a partir da consciência de que o crescimento econômico tende a levar a uma maior demanda de recursos naturais e quando essa se processa acima da capacidade regenerativa do planeta, geramos impactos ambientais e perdas de bem estar no futuro, então, justifica-se a preocupação de como o crescimento econômico brasileiro vem afetando a disponibilidade de recursos naturais. E, se no limite, esse crescimento econômico, tão importante para diminuir a pobreza e aumentar o bem estar geral, não esteja comprometendo o bem estar das futuras gerações.

## 1. Dilema entre necessidade de crescimento econômico e impactos no meio ambiente

“O desejo de desenvolvimento econômico é universalmente reconhecido” (BANCO MUNDIAL, 1992:1), pois quanto maior o desenvolvimento econômico maior é o acesso da população a mais e melhores bens e serviços, ou seja, mais bem estar para a população. E ampliar o bem estar populacional é o verdadeiro objetivo de qualquer economia no mundo.

Desde o domínio do fogo e da agricultura o ser humano deixou de ser apenas um membro do meio para ser um agente que tem a capacidade de alterar, de forma consciente, a dinâmica do meio-ambiente, com o objetivo de maximizar o seu conforto e adquirir mais bem estar (RANDALLI, 1987 *apud* CHECIN, 2008). Com o advento da revolução industrial, a capacidade humana de intervir na natureza e de adquirir bem estar dá um salto colossal e, desde então, continua a aumentar sem cessar (ROMEIRO A. R, 2001). Consequentemente, a busca por aumentar o bem estar humano tem demandado quantidades crescentes de recursos naturais e despejado quantidades crescentes de resíduos na biosfera, aumentando cada vez mais a pressão humana sobre o meio ambiente (LEAPE, 2010; HAMÚ, 2010).

Porém, há algum tempo tem se questionado a possibilidade de se oferecer para todas as pessoas o mesmo nível de bem estar oferecido, por exemplo, pelos EUA, através do crescimento econômico e material (BARLOW D. *et al*, 2010). Também se questiona se existe um limite ambiental que impossibilite a economia de crescer infinitamente e se o crescimento econômico causará sérios problemas ambientais (BANCO MUNDIAL, 1992). Tais questionamentos começaram a ganhar importância na década de 60:

O Surgimento da problemática ambiental na década de 1960 tem a sua especificidade: a ideia que, no caso da utilização dos recursos naturais, perseguir egoisticamente os próprios interesses não conduz a utopia liberal do crescimento incessante da riqueza nacional, mas sim à catástrofe sem volta da destruição do planeta. (NOBRE & AMAZONAS, 2002).

Somente em 1972 essa problemática adquire destaque internacional. Nesse ano, a publicação do livro *Growth Limits* e a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo (organizado pelo recém-criado Programa Ambiental das Nações Unidas), estabelece de vez esse tema na pauta nos principais debates econômicos e ambientais acerca do futuro da humanidade (NOBRE & AMAZONAS, 2002). O Clube de Roma, através do livro *Growth Limits*, projetou diversos cenários futuros utilizando modelos

matemáticos que consideravam os atuais níveis de: crescimento da industrialização, população, má nutrição, recursos naturais não renováveis e meio ambiente. Esse modelo mostrou que, para qualquer um que seja o cenário futuro projetado, a situação encontrada será sempre a de catástrofe ambiental (NOBRE & AMAZONAS, 2002)<sup>7</sup>.

Porém, divergindo da opinião do clube de Roma, há aqueles que creem na utopia liberal e têm fé que o crescimento econômico cria as condições necessárias que promovem o desenvolvimento tecnológico e estrutural necessários à superação de qualquer barreira ambiental ao crescimento (SOLOW, 2000; GROSSMAN & KRUEGER, 1994).

O debate sobre a relação do crescimento econômico com o meio ambiente pode ser resumido no questionamento de Grossman & Krueger a seguir:

*Will continued economy growth throughout the world bring ever greater harm to the earth's environment? Or do increase in income and wealth sow the seeds for the amelioration of the ecological problems?* (GROSSMAN & KRUEGER, 1994).

A resposta para essa pergunta é muito importante, pois tem grandes implicações sobre a criação de estratégias de desenvolvimento econômico, preservação ecossistêmica e de ampliação de bem estar humano. Entretanto, há uma grande divergência entre os cientistas sobre qual seria a resposta mais adequada.

## 1.1 Economia Ambiental

Grossman & Krueger, em 1991, foram os primeiros a analisar empiricamente a relação entre o crescimento econômico e a degradação ambiental<sup>8</sup>. Para isso, eles consideraram a relação do crescimento econômico *per capita* americano com três variáveis diferentes de degradação do ar. No fim constataram que dois desses indicadores apresentaram uma relação representada pela curva em “U” invertida, o outro demonstrou ligeiro crescimento. Em 1995, eles propuseram um novo estudo, no qual eles ampliaram as variáveis ambientais analisadas

---

<sup>7</sup> Como solução para evitar o desastre ambiental o grupo vai defender o crescimento econômico zero (ROMEIRO, 2001).

<sup>8</sup> Embora Grossman & Krueger possam ter sido os primeiros a analisar empiricamente a relação entre crescimento e impacto ambiental, Solow e Stiglitz já havia considerado em seus modelos teóricos essa associação: Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (2): 62-94. Stiglitz, J. E. (1974). Growth with exhaustible natural resources. *The Review of Economic Studies*, 41: 123-137.

(concentração de poluição do ar urbana, medição dos níveis de oxigênio nas bacias dos rios, concentração de contaminantes fecais nas bacias dos rios, e concentração de metais pesados nas bacias dos rios) e as relacionaram com o nível de renda *per capita* de vários países ao longo dos anos. Nesse estudo mais abrangente Grossman & Krueger verificaram econometricamente que não há uma relação linear entre o crescimento econômico e a piora de parte dos indicadores ambientais, ou seja, o crescimento econômico não piorou esses indicadores ambientais. Ao contrário, os indicadores apresentam uma piora nas fases iniciais do crescimento econômico, mas quando o PIB *per capita* chega a US\$ 8 mil (dólar 1985) ocorre um ponto de inflexão e uma subsequente melhoria dos indicadores (VEIGA, 2005). E para uma renda *per capita* de US\$ 10 mil (dólar em 1985) é rejeitada a hipótese de que o crescimento econômico está associado à deterioração ambiental com 5% de significância para maior parte dos indicadores.

Notou-se que a relação proposta por Grossman & Krueger (PIB *per capita* sobre a degradação ambiental) apresenta o formato de uma curva em “U” invertida e, devido à semelhança com o formato expresso na relação entre o crescimento econômico e a desigualdade social (cujo nome é Curva de Kusnets), adquire o nome de Curva Ambiental de Kusnets (CAK) (VEIGA, 2005).

Os autores sugerem que essa relação apresenta a forma de “U” invertido, pois, a partir de um patamar, o aumento da renda gera constantes pressões por *policy response*, por leis mais severas por parte da população, pressões por mudanças para tecnologias menos poluentes e por mudanças na pauta de importação. O que contribui assim para melhorar o meio ambiente. Similarmente, análises empíricas como a de Cropper e Griffiths (1994) e a de Hilton e Levison (1998) podem ser citadas para corroborar a hipótese da curva.

De acordo com Grossman & Krueger (1994), há substanciais evidências que sugerem que o crescimento econômico dá origem às mudanças estruturais naquilo que a economia produz, e que muitas sociedades já demonstraram notável talento em introduzir novas tecnologias para conservar recursos escassos. Eles acreditam que as forças do crescimento econômico, que podem levar a mudança da composição e da técnica, a princípio podem ser poderosas o suficiente para evitar ou superar os efeitos ambientais adversos do aumento da atividade econômica (VEIGA, 2005; GROSSMAN & KRUEGER, 1994).

Bousquet & Favard (2000) concordam com a análise de Grossman & Krueger e veem que a relação do crescimento econômico com a degradação ambiental pode ser expressa pela curva de Kuznets ambiental, sobre isso dizem que:

*The inverted-U relationship reflects the changing strength of three influences on the environment, the scale, composition and technique effect. In the first place, growth exhibits a scale effect on the environment because increases in economic activity generate more pollution. In the second place, growth induces structural changes of the economy and a composition effect, for example the large share of services in GDP in the post industrial phase of development, could have a positive impact on the environment. Moreover with economic growth technical progress could enhance cleaner technologies, this is known as the technique effect. (Bousquet & Favard, 2000: 3).*

Myer and Simon (1994, in Costanza 1995) representam a opinião da Economia Ambiental no que tange a confiança depositada na tecnologia e no seu desenvolvimento frente às ameaças de escassez de recursos naturais, aos problemas ambientais e a diminuição do bem estar social.

*We now have in our hands - in our libraries, really - the technology to feed, clothe, and supply energy to an ever-growing population for the next 7 billion years. Most amazing is that most of this specific body of knowledge developed within the past hundred years or so, though it rests on knowledge that had accumulated for millennia, of course. [...] Even if no new knowledge were ever invented after those advances, we would be able to go on increasing forever, improving our standard of living and our control over our environment. (Myer and Simon, 1994, p. 64, apud Costanza 2000:149).*

Solow (2000) também comunga desse otimismo. Ele nos diz que a natureza jamais será um sério obstáculo à expansão econômica. Qualquer elemento da biosfera que se mostrar limitante ao processo produtivo, cedo ou tarde, acabará substituído devido ao contínuo progresso científico e tecnológico (eficiência tecnológica do processo produtivo) que possibilitaria mudanças na combinação entre os três elementos fundamentais ao crescimento: trabalho humano, capital produzido e recursos naturais. Assim não haveria problemas com escassez de recursos naturais que não pudessem ser resolvidos pela substituição Princípio esse de substitubilidade perfeita dos recursos escassos (recursos naturais) pelos outros fatores de produção (capital e trabalho)<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Em tom de crítica Romeiro (2001) diz que Nesse referencial tudo se passa como se o sistema econômico fosse capaz de se mover suavemente de uma base de recursos para outra à medida que cada uma é esgotada, sendo o

Conseqüentemente, essa relação nos diz que uma política governamental que vise proteger o meio ambiente e diminuir a degradação ambiental deveria promover ainda mais o crescimento econômico e, com isso, superar o ponto de inflexão da CAK (VEIGA, 2005). Assim, para a Economia Ambiental, não há limites para o aumento da eficiência no uso de recursos naturais e estes podem ser amplamente substituídos por capital humano ou trabalho. E, por isso, o crescimento econômico não pode ser limitado por uma escassez de recursos naturais de recursos que não seriam demandados ou por problemas ambientais que sempre serão superados, possibilitando que o sistema econômico cresça infinitamente (ROMEIRO A. R, 2011).

A Economia Ambiental não nega a existência da degradação ambiental, mas, para eles, esse problema ocorre devido a problemas de falhas de mercado e não devido ao crescimento econômico. Essa falha de mercado ocorre devido à natureza pública dos recursos naturais (o meio ambiente é considerado fonte de recursos comum). Assim, quando agentes privados se utilizam de um recurso comum e acabam por degradá-lo (gera-se diversas externalidades negativas como poluição, escassez de recursos naturais, degradação ambiental, mudanças climáticas e etc.) ocorre a transferência dos custos dessa degradação para todos os outros utilizadores desse bem público e não só para quem o degradou. Ou seja, não são internalizados, nos custos desses agentes privados, os custos sociais de seus atos. E, com isso, não ocorre a otimização do cálculo de custos e benefícios privados da degradação ambiental (ROMEIRO A. R, 2011; NOBRE & AMAZONAS, 2002).

Nesse sentido, a política ambiental mais eficiente para a Economia Ambiental é aquela que cria as condições para que os agentes econômicos “internalizem” os custos da degradação que provocam, possibilitando assim uma avaliação correta dos custos e benefícios, o que evitaria problemas de incertezas e riscos de perdas irreversíveis. O Estado viria apenas para corrigir esta falha de mercado, através da privatização dos recursos naturais (eliminando o caráter público desses bens e serviços através da definição de direito de propriedade sobre eles) e da precificação os recursos naturais (o que possibilitaria os agentes internalizarem os custos de depreciação ambiental e os custos de controle de poluição de forma a encontrar um ponto de poluição ótima) (ROMEIRO A. R. 2001; 2011).

---

progresso científico e tecnológico a variável chave para garantir que esse processo de substituição não limite o crescimento econômico em longo prazo.

## 1.2 Economia Ecológica

No extremo oposto da análise sobre a sustentabilidade do crescimento econômico temos como grande representante Georgescu–Roegen. Para ele, o sistema econômico faz parte de um macrossistema maior, materialmente limitado e é entrópico<sup>10</sup> Por isso, não pode crescer infinitamente. Isto é, ele nos diz que o sistema econômico está contido em um macrossistema maior, limitado e não crescente, a saber: o ecossistema, visto que o sistema econômico não pode crescer mais do que seu macrossistema hospedeiro permite, não é possível o crescimento econômico absorva mais de 100% do ecossistema terrestre.

Depois, para explicar como a natureza limita o processo econômico, Georgescu – Roegen introduz um conceito da Física ao campo da Economia, a lei da entropia. Essa é a segunda lei da termodinâmica e nos diz que em qualquer processo químico, térmico ou mecânico sempre ocorrerá uma perda de energia/matéria para o ambiente. Não é que a matéria/energia deixe de existir, mas sim de ser útil aos seres humanos, pois se encontram muito dispersas para serem utilizadas.

Quando Georgescu – Roegen analisa o sistema econômico por essa lei, ele nos diz que o processo econômico também é entrópico, ou seja, transforma matéria/energia útil (baixa entropia)<sup>11</sup> em não útil (alta entropia)<sup>12</sup>. Assim, como o ecossistema terrestre é materialmente fechado, finito e como não se pode criar energia/matéria (primeira lei da termodinâmica)<sup>13</sup>, o processo econômico, no limite, inutilizará toda matéria de baixa entropia disponível, levando a escassez dos materiais/energia necessários ao processo produtivo, tais como: recursos naturais, combustíveis fósseis e energia. Esse processo tende então a culminar no fim da atividade econômica, ou seja, ela não é sustentável.

---

<sup>10</sup> Idem a nota de rodapé 2.

<sup>11</sup> Idem a nota de rodapé 3.

<sup>12</sup> Alta entropia é a energia/matéria que não pode ser utilizada para gerar trabalho por nós, pois se encontra dissipada no meio ambiente (GEORGESCU - ROEGEN,1986).

<sup>13</sup> Primeira lei da Termodinâmica diz que não é possível criar ou destruir matéria/energia.

Ele nega a substitutibilidade ilimitada entre os fatores de produção, não é possível a completa substituição dos recursos naturais pelos outros fatores de produção<sup>14</sup> (como proposto pelo *mainstream*), pois o capital humano não pode substituir a baixa entropia necessária ao sistema econômico, a qual é encontrada diretamente nos recursos naturais ou no sol. (VEIGA, 2005).

A reciclagem da matéria só é possível sobre aquela matéria que ainda está disponível para o nosso uso e que não está em um formato útil (como, por exemplo, a reciclagem de lixo orgânico em adubo), ou seja, sobre a matéria que ainda apresenta baixa entropia disponível mesmo que em um formato de pouco interesse. Apesar de alguns cientistas dizerem que é possível reciclar qualquer material, útil ou não, utilizando certa quantidade de energia, o autor diz que mesmo que isso seja possível seria necessária uma quantidade infinita de energia e tempo para realizar a reciclagem de toda a matéria não útil (como, por exemplo: a ferrugem, o desgaste de pneus e outros que dissipam em poeira e ficam dispersos), sem falar que o próprio processo de reciclagem levaria a criação de matéria/energia não útil (GEORGESCU - ROEGEN, 1986; DALY 1996; CECHIN, 2008)

Como fonte de baixa entropia, o sol é constante, quase ilimitado e se apresenta disponível aos seres humanos, o que poderia ser a “solução” para os problemas entrópicos do sistema econômico. Porém, apesar de o sol ser uma fonte de energia de baixa entropia, ele nos oferece isso a uma taxa constante, isso limitaria o crescimento econômico até um ponto no qual toda a energia solar que chega a terra seja consumida pelo processo produtivo. Além disso, as atuais tecnologias solares consomem mais energia elétrica para sua produção do que ela é capaz de gerar, o que a torna uma tecnologia ainda não viável. Nas palavras de Georgescu – Roegen: “*at this juncture, solar energy is still a parasite of the other primary sources – just as electricity is and will ever be*” (GEORGESCU – ROEGEN, 1986:17). Todavia, caso essa tecnologia venha a existir, ocorrerá um novo salto no desenvolvimento humano, permitindo uma considerável dominação do homem sobre a natureza, só comparada com o domínio do fogo, surgimento da agricultura e da máquina a vapor (GEORGESCU – ROEGEN, 1986; CECHIN, 2008).

Georgescu – Roegen recusa a tradicional concepção do *mainstream* econômico que compara o funcionamento do sistema econômico com o de um sistema circulatório fechado (no

---

<sup>14</sup> Capital humano é o trabalho humano, considerando o trabalho qualificado, a educação e o conhecimento armazenado pela humanidade (DALY, 1996; CECHIN, 2008).

qual famílias e as firmas interagem trocando fatores de produção por bens e serviços). Pois, para ele, não é possível que o sistema econômico funcione sem a entrada de materiais e a saída de resíduos. Georgescu – Roegen propõe que o sistema econômico seja mais parecido com a de um fluxo entrópico em único sentido - como um trato digestivo. Nesse fluxo é necessária a entrada de recursos de baixa entropia para poderem ser processados e transformados em bens e serviços que proporcionaram aumento de bem estar. Junto com isso, inevitavelmente, é produzido um resíduo de alta entropia (poluição, calor e material dissipados), esse resíduo de alta entropia não tem energia/matéria útil aos seres humanos e, por isso, não volta ao processo produtivo, é descartado fora do sistema econômico, no meio ambiente.

Como consequência dos processos entrópicos, a baixa entropia necessária ao funcionamento do sistema econômico diminuirá com o tempo. Assim, Georgescu – Roegen sugere que um dia será necessário encontrar uma via de desenvolvimento humano que se possa ser compatível com retração, isso é, com o decréscimo de produto.

Herman Daly foi fortemente influenciado pelas ideias de Georgescu – Roegen sobre o funcionamento do sistema econômico e como ele interage com o meio ambiente. Para Daly o crescimento econômico também não pode ser mantido infinitamente, mas diferentemente da visão de Georgescu – Roegen, ele enfatiza que a partir do momento que o crescimento econômico gerar um fluxo de transumo maior do que a capacidade de carga do planeta o meio ambiente é degradado (de modo a diminuir o capital natural necessário ao processo produtivo e a afetar a obtenção de bem estar futuro), apesar disso, ainda é possível ter níveis crescente de bem estar. Ele reintroduz a ideia de *steady-state economy* como uma forma de não aumentar o fluxo de transumo além da capacidade regenerativa ecossistêmica, e coloca ênfase na melhor utilização desse transumo como forma de obter crescentes níveis de bem estar com a mesma entropia.

Daly (2002) nos expõe que o que deveria ser sustentado ao longo do tempo não deve ser a utilidade não declinante das gerações futuras<sup>15</sup>, mas sim o fluxo de transumo físico. Pois, quando esse fluxo permanece acima da capacidade de carga da biosfera, ocorre a degradação do meio ambiente e dos serviços por ele prestados. Essa diminuição do capital natural (diminuição da capacidade absorviva e regenerativa, diminuição dos serviços oferecidos pelos

---

<sup>15</sup> A ideia do *mainstream* econômico é de o que deve ser sustentado ao longo do tempo é a utilidade das gerações futuras, ou seja, não se pode diminuir a capacidade das futuras gerações em obter bem estar e que o futuro deveria ser tão bom quanto o presente no que toca sua utilidade ou felicidade.

ecossistemas, tais como: polinização, controle de pragas, refrigeração do ar, absorção de poluição e etc.) gera uma perda da capacidade da terra suportar a vida, da capacidade de se obter bem estar no futuro (ANDRADE & ROMEIRO, 2009 b; DALY, 1996), e pode gerar perdas ecossistêmicas irreversíveis. (ROMEIRO, 2001; 2011).<sup>16</sup>

Em outras palavras, para Daly, o importante para não comprometer o bem estar futuro é que a capacidade do meio ambiente em sustentar o fluxo entrópico das fontes de recursos naturais do ecossistema, através da economia e de volta aos sumidouros da natureza não pode ser reduzida. Essa preservação do capital natural ao longo dos anos foi denominada de Sustentabilidade Forte. Em oposição há a Sustentabilidade Fraca, na qual se deve manter não declinante a soma do capital natural com o capital feito pelo homem ao longo do tempo<sup>17</sup> (ANDRADE & ROMEIRO, 2009 b).

A partir disso, Daly questiona se o atual nível econômico está mantendo o capital natural a um nível não declinante: “como sabemos se o aumento de transumo, ou mesmo o crescimento do PIB, na margem, não esteja elevando a “maleza”, tornando-nos mais pobres e menos ricos?” (DALY, 2002:174). Ele vê sinais claros “das reações de tensões provocadas ao ecossistema pela economia, tais como efeito estufa, erosão da camada de ozônio, chuva ácida e assim por diante, os quais constituem prova de que até mesmo a escala atual é insustentável” (DALY, 2004: 199).

Sobre esse questionamento Daly critica a teoria econômica dominante por não ter os recursos teóricos necessários para analisar adequadamente o problema ambiental, no máximo essa questão é abordado como um problema microeconômico de externalidades negativas. Não dando importância real à degradação ambiental como fator limitante ao crescimento. Isso ocorre pois a teoria macroeconomia dominante é estranha ao conceito de escala ótima de produção (nunca chegará a um ponto onde o custo marginal de um crescimento futuro seja maior do que o benefício e, por isso, pode crescer para sempre) (DALY, 1996). Apesar de a microeconomia considera um ponto onde a empresa não deveria mais crescer, quando a macroeconomia agrega as funções de produção da firma em uma única função de produção

---

<sup>16</sup> Para Daly a ideia do *mainstream* de definir sustentabilidade como um legado intergerações não declinante de algo que não pode ser medida ou passada adiante (utilidade) é rebate falso. Já o transumo é mais mensurável e transferível entre as gerações (DALY, 2002).

<sup>17</sup> A Sustentabilidade Fraca tem por hipótese a substitutibilidade ilimitada entre os capitais natural e humano e, por isso, o importante é manter a soma deles constante.

agregada, perde-se esse conceito de ótimo de escala de produção (DALY, 1996). Daly critica também a função de produção clássica, pois nela o produto é função apenas de capital e trabalho, não levando em conta a necessidade de recursos naturais ou a geração de resíduos não úteis. Além disso, os economistas clássicos veem o PIB como valor adicionado pelo trabalho e pelo capital empregado no processo produtivo, contudo o autor chama a atenção sobre “aquilo a que o valor é adicionado, a saber, o transumo”, esse é ignorado também nessa perspectiva. Como Daly diz: “não é possível agregar valor a nada” (DALY, 2002:176).

O autor explica que esses “buracos” na teoria macroeconômica dominante se deve ao fato de a visão pré-analítica que deu base a ela ter sido desenvolvida considerando a economia como um sistema isolado, no qual a economia aparece sendo vista como um fluxo circular de troca de valor adicionado entre firmas e famílias (DALY, 1996), e não como um subsistema contido e relacionado a outro. Assim, a análise desse sistema econômico isolado não leva em consideração qualquer relação com o meio ambiente e, por isso, não pode existir problemas ambientais (tais como poluição, aquecimento global) resultantes da atividade econômica. Ficam limitadas, então, as consequentes análises sobre a relação da macroeconomia com o meio ambiente.

Tendo isso em vista, Daly diz que o necessário não é mais uma análise elaborada de uma visão falha, mas sim mudar a visão do sistema. E, por isso, ele propõe ver a macroeconomia como um subsistema aberto em um ecossistema finito e entrópico. Nessa nova perspectiva, a economia é vista como um sistema aberto contido em outro maior (a biosfera), o qual possui fontes de baixa entropia finitas, não crescente, e podem ser exploradas a uma taxa ilimitada (temporariamente). O sol é uma fonte abundante de baixa entropia, a qual chega à terra a uma taxa constante.

O subsistema econômico não é visto mais com um fluxo circular, mas sim como trato digestivo em fluxo único, no qual é necessária a entrada de matéria/energia de baixa entropia (recursos naturais), para processamento, produção de bem estar e produção de resíduos não mais úteis. Tem se então um sistema econômico dependente da constante inserção de fontes de baixa entropia, as quais podem vir diretamente do sol ou salva por milhões de anos em nossa biosfera.

O atual sistema econômico, configurado por uma sociedade industrial, depende da biosfera para crescer. Primeiramente, depende da biosfera como fonte de baixa entropia, a

qual é limitada pela capacidade regenerativa da biosfera e pela quantidade fixa de recursos naturais não renováveis contidos nela; depois como espaço para descarte e absorção dos resíduos de alta entropia (a biosfera tem uma limitada capacidade de absorção dos resíduos de alta entropia, tais como poluição e o aumento de temperatura); e também das complexas conexões ecológicas e serviços da natureza que suportam a vida (serviços esses como clima, chuvas, biodiversidade, migração, polinização etc.).

Essa dependência limita o crescimento do subsistema econômico, pois o seu sistema hospedeiro (biosfera) é finito, não sendo possível atingir mais de 100% da utilização da biosfera<sup>18</sup>. Além disso, quando o crescimento econômico leva a um fluxo de transumo que exceda o fluxo regenerativo e absorutivo provido pela biosfera, a conseqüente degradação de capital natural diminuirá ainda mais a capacidade de carga da biosfera, aumentando assim, a dependência do sistema produtivo pelas fontes de baixa entropia salvas no ecossistema. No limite, isso tenderá a degradar a biosfera e exaurir os recursos naturais salvos, de modo a limitar as possibilidades de crescimento econômico. (DALY, 1996).

A sociedade industrial de nossos dias criou uma enorme dependência das fontes de baixa entropia advindas da biosfera para satisfação de suas necessidades e obtenção de bem estar, enquanto que as sociedades camponesas do passado dependiam da fonte vinda do sol para obtenção das mesmas coisas. Reverter a atual dependência das sociedades industriais modernas seria uma mudança evolucionária enorme (DALY, 1996).

Apesar de demonstrar que o crescimento econômico é limitado pela capacidade de carga da biosfera Daly nos mostra que o crescimento do bem estar social pode ser sustentável.

Para facilitar o entendimento do exposto, Daly diferencia as mudanças qualitativas das quantitativas do crescimento da economia, a primeira é entendida como crescimento via adição de material através de assimilação ou acréscimo – ou seja, via aumento de transumo. A segunda refere-se ao desenvolvimento, modificando e expandindo o estado do atual nível de transumo, tornando-o mais completo e utilizando-o mais eficientemente. O crescimento econômico quantitativamente material da economia é limitado de acordo com o exposto anteriormente, já o desenvolvimento econômico sem crescimento de transumo não sofre limitações físicas e, deste modo, pode ser sustentável.

---

<sup>18</sup> A finitude do ecossistema não seria tão limitante se tudo pudesse ser reciclado, mas a entropia nega a completa eficiência da reciclagem (DALY, 1996).

Daly resgata então uma ideia discutida por John Stuart Mill (1857), ideia essa de *steady-state economy* (VEIGA, 2008). Nela, a economia quantitativa permaneceria em um estado fixo, no qual o transumo de matéria e energia deve ficar dentro da capacidade regenerativa e assimilativa do planeta enquanto se melhora a qualidade de utilização do transumo (isso ocorre pelo aprimoramento tecnológico ou devido a um profundo entendimento de seu propósito) (DALY, 1996). Assim, com o fluxo de transumo igualado com a capacidade regenerativa da biosfera, não se reduziria a capacidade do ecossistema de nos prover capital natural, e assim não comprometemos a capacidade das futuras gerações em obter bem estar. E a melhor utilização do transumo nos suscitaria mais bem estar. A soma da fixação dos níveis de transumo com sua melhor utilização seria a criação de bem estar de modo sustentável, ou em outras palavras, um desenvolvimento sustentável.

### 1.3 Princípio da Precaução

Durante o século XX havia um grande sentimento utópico em relação à capacidade da ciência e da tecnologia em prever e controlar todos os riscos, presumia-se que todos os riscos eram mensuráveis. Assim, os acidentes de trabalho, por exemplo, passaram a ser considerados fatores de risco mensuráveis e não eventos singulares que resultam de erros individuais. Esse sentimento acerca da capacidade de se prever e controlar os riscos se fixa e permite o estabelecimento de um novo conjunto de direitos, de seguridade social e de uma estrutura legal para dar suporte a essa ideologia.

Entretanto, já no último quartel do século XX, essa estrutura institucional se mostra inadequada face ao surgimento de riscos não calculáveis, riscos esses decorrentes da relação das sociedades industriais complexas com o meio ambiente. Admitiu-se a incapacidade da sociedade de prever perdas irreversíveis e desastrosas e, por isso, a sociedade vai se estruturar de modo a evitar correr riscos catastróficos. Diante disso, surge o Princípio da Precaução como modo de se resguardar e obter segurança em meio à grande incerteza (ROMEIRO, 2001) <sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> A aplicação desse princípio tem por objetivo precisamente tratar de situações onde é necessário considerar legítima a adoção por antecipação de medidas relativas a uma fonte potencial de danos sem esperar que se disponha de certezas científicas quanto às relações de causalidade entre a atividade em questão e o dano temido (ROMEIRO, 2001).

O princípio a Precaução foi uma importante inovação no processo de tomada de decisão sobre incerteza. Sobre esse princípio articulam-se duas lógicas opostas: de um lado reafirma-se a busca da inovação tecnológica e da ação econômica no conhecimento científico dos riscos, de modo que as decisões públicas sejam tomadas em todo conhecimento de causa; por outro lado se reconhece a incapacidade do conhecimento científico em responder em tempo hábil as bases adequadas para uma decisão pública positiva (ROMEIRO, 2001). Esta postura representa efetivamente uma ruptura com as práticas anteriores de prevenção que tinham o conhecimento racional por fundamento (o arsenal científico e tecnológico da ciência normal). A Precaução reflete efetivamente a constatação de que não se pode ter o controle total (ou quase) de acidentes e problemas que não são decorrências estatísticas regulares do próprio funcionamento do sistema.

O debate ambiental entre a Economia Ecológica e a Economia Ambiental é contraproducente, porque suas hipóteses centrais não podem ser testadas e se encontram profundamente enraizadas na visão de mundo das respectivas correntes de discussão. Assim, na medida em que - dado um quadro de incertezas não completamente superáveis pelo avanço da ciência - existe a possibilidade de que a excessiva atividade econômica leve a perdas irreversíveis e insubstituíveis de serviços ecossistêmicos (essenciais ao bem estar humano), Andrade & Romeiro (2009 b) defendem uma postura precavida sobre a relação que a economia deve ter com a complexidade ecossistêmica . Ou como Lazou nos diz: “*It is better to mitigate against a disaster that might not happen than to not mitigate and let it take place.*” (LAZOU, 2011:39).

Com essa mesma preocupação Costanza *et al.* (2000) propõe uma estratégia de precaução cética, que representa a solução ótima em um jogo que só se pode ser jogado uma vez. Em uma matriz de *pay-offs* colocam-se os cenários possíveis em relação ao futuro e as diferentes políticas que podem ser adotadas, estudam-se assim os resultados de cada política para cada cenário futuro. Como medida de precaução, descartam-se então políticas que podem levar a resultados péssimos e irreversíveis, e se escolhem políticas que maximizem os resultados mínimos (ANDRADE & ROMEIRO, 2009 a).

Por exemplo, sobre a discussão de complementariedade ou substitutibilidade entre os diversos tipos de capital, na qual a Economia Ambiental é otimista em relação ao futuro desenvolvimento tecnológico como base da substitutibilidade ilimitada entre os fatores de

produção (que superaria qualquer barreira ambiental e escassez de recursos naturais), e a Economia Ecológica não considera que a tecnologia ou qualquer outra coisa possibilite a ilimitada substitutibilidade entre os fatores e que a escassez de recursos limitaria o crescimento econômico<sup>20</sup>, Costanza dirá que independente da visão otimista ou pessimista que se tenha da tecnologia, a estratégia de precaução cética recomenda que se trabalhe sobre a perspectiva do não otimismo tecnológico.

*We show that given this fundamental uncertainty, it is better to pursue (at least - provisionally) those policies associated with the skeptical worldview rather than those associated with the optimist worldview, because the benefits of being right are comparable in both cases, but the cost of being wrong when the pursuing the optimist's policies are far greater and less reversible than the cost of being wrong when pursuing the skeptic's policies. (MANAGING OUR ENVIRONMENTAL PORTIFOLIO, COSTANZA et al 2000)*

A Tabela 1 abaixo exemplifica essa matriz de *payoffs* com a atual discussão sobre os efeitos de uma política pessimista e otimista (no que se refere as possibilidades tecnológicas de resolver os problemas ambientais futuros) em diferentes previsões econômicas. A Precaução cética tenderá evitar correr riscos catastróficos desnecessários, ou seja, tenderá a não apostar na medida de Políticas Tecnológicas Otimistas uma vez que há grande incerteza sobre os cenários possíveis.

Tabela 1 - Matriz de *payoffs*: cenários futuros x políticas possíveis.

		Cenários futuros possíveis	
		Otimistas certo	Céticos certo
Política Atual	Políticas Tecnológicas otimistas	Alto	Desastre
	Políticas Tecnológicas pessimistas	Bom	Muito Bom

Fonte: Costanza *et al*, 2000:152.

Costanza (2000) conclui dizendo que esse debate ambiental é contraproducente, porque as hipóteses centrais da Economia Ecológica e da Economia Ambiental não podem ser

<sup>20</sup> “The technological optimists say yes and the technological pessimists say no. Ultimately, no one knows. Both sides argue as if they were certain, but the most insidious form of ignorance is misplaced certainty.” (COSTANZA, 1989:3).

testadas e se encontram profundamente enraizadas na visão de mundo das respectivas correntes de discussão. Mas, é de consenso que os ativos ambientais são importantes e que seu uso pelos seres humanos deve ser gerenciado. O modo mais racional de se gerenciar tais ativos em um ambiente de grandes incertezas e risco, como visto anteriormente, descarta a visão otimista tecnológica e trabalha como pressuposto cético em relação as possibilidades ilimitadas da tecnologia.

Sob o princípio de precaução cética exposto, advoga-se então, como mais prudente, a utilização do quadro de análise proposto pela Economia Ecológica (no qual o consumo dos recursos naturais não deve ser maior que a capacidade regenerativa da biosfera) para políticas públicas relativas ao tema crescimento econômico e impactos ambientais.

## 2 Pegada Ecológica e Biocapacidade

O crescimento e desenvolvimento econômico são essenciais para aumentar e assegurar um alto grau de bem estar para toda a população. Entretanto, Leape (2010) e Hamú (2010) acreditam que o atual padrão do crescimento econômico demanda cada vez maiores quantidades de recursos naturais. Corroborando com essa opinião, Barlow nos diz que:

O crescimento econômico acelerado tem alimentado uma demanda crescente por recursos: alimentos e bebidas; por energia, transportes, produtos eletrônicos, espaço de vida e espaço para o descarte de resíduos e, sobretudo, por dióxido de carbono derivado da queima de combustíveis fósseis (BARLOW *et al*, 2010:5).

Se, na busca por crescimento econômico, o consumo de recursos naturais renováveis for maior do que a quantidade regenerada e absorvida pela biosfera, invariavelmente, haverá o consumo de estoques de recursos naturais salvos pela natureza durante os últimos bilhões de anos (combustíveis fósseis, minérios e etc.) e poluição. Porém, o consumo desses recursos salvos degrada o meio ambiente e prejudicará as gerações futuras, seja diretamente pela menor quantidade de recursos naturais disponíveis à produção e satisfação de seu consumo ou pelos efeitos ambientais e climáticos advindos do impacto à biodiversidade, à biosfera e do alto consumo de combustíveis fósseis. O relatório Planeta Vivo (BARLOW *et al*. 2010) aponta, entre as consequências mais graves desse padrão de crescimento econômico, a sobre pesca, o desflorestamento, a emissão de CO<sub>2</sub> e outros resíduos que causam o aquecimento global, a diminuição da biodiversidade e etc.

Assim, quando o crescimento econômico se torna responsável pela degradação do capital natural (o que leva à perdas de bem estar futuro) evidencia-se um *trade off* entre o bem estar promovido pelo crescimento econômico e pelo não impacto à biosfera, onde a obtenção de um impactaria negativamente na obtenção do outro. Deste modo, como Daly nos expõe:

*“[...] if the net welfare produced in the trade-offs is negative then that growth is better described as —uneconomic growth as it makes no economic sense” (DALY, 1994)<sup>21</sup>.*

Para contornar esse problema e possibilitar o aumento de bem estar sem prejudicar a obtenção de bem estar futuro é necessário que o processo produtivo no presente consuma os recursos ambientais e se desenvolva de uma forma sustentável<sup>22</sup>. O desenvolvimento sustentável, pela visão da Economia Ecológica, consiste em fazer com que o sistema econômico demande os recursos naturais renováveis dentro dos limites da capacidade regenerativa da biosfera e, concomitantemente a isso, que se promova a melhor utilização dos recursos naturais utilizados no processo produtivo (melhor utilização do transumo) (DALY, 1996). Tais atitudes levariam a um menor impacto à biosfera, não comprometendo o atendimento das necessidades das gerações futuras e sua capacidade de obter bem estar, além de possibilitar o crescimento ilimitado do bem estar social<sup>23</sup>.

Para tornar isso possível, primeiramente, precisamos visualizar a demanda de recursos naturais renováveis e a capacidade regenerativa da biosfera, para então compara-las. Pois, assim saberemos se a pressão que colocamos sobre o meio ambiente é maior do que ele consegue suportar. Uma forma de fazer isso, ou seja, de medir o quanto consumimos de recursos naturais renováveis e a capacidade regenerativas e absorptiva da biosfera é através de indicadores como a Pegada Ecológica e a Biocapacidade (EWING B. 2010b).

*The good news is that with Ecological Footprint accounting, we now can track something we did not see before—the extent to which we are overdrawing our ecological accounts, and how far we are away from rebalancing this budget (EWING et al. 2010 b:6).*

---

<sup>21</sup> Sobre isso o Banco Mundial (1992: 1) nos diz que: *“ If the benefits from rising income are offset by costs imposed on health and the quality of life by pollution, this cannot be called development.”*

<sup>22</sup> O desenvolvimento sustentável significa ser capaz de “satisfazer as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações.” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991:09).

<sup>23</sup> Como explicado no Capítulo 1, a melhor utilização do transumo gera ganhos de bem estar, e essa melhor utilização pode ser feita indefinidamente.

## 2.1 Pegada ecológica e Biocapacidade: princípios, metodologia e objetivos

*The Ecological Footprint was developed over 15 years ago to help provide just such a metric. Since that time, it has become an increasingly mature and robust way of capturing human demand on nature (EWING et al. 2010 b:5).*

Desde 2003 a Organização Não Governamental *Global Footprints Network* trabalha para desenvolver e aprimorar uma métrica que capture o consumo humano sobre ecossistema e que capture a capacidade da biosfera de absorver e regenerar os recursos naturais consumidos. Essa métrica se solidificou nos indicadores: Pegada Ecológica e Biocapacidade, os quais são produzidos para mais de 240 países, territórios e regiões, que podem ser agregados ou desagregados de modo a nos proporcionar uma visão tanto global quanto mais restrita às cidades da pressão humana sobre o ecossistema. Além disso, esses dados são fornecidos em uma série histórica desde 1961 até 2007.

O objetivo da *ONG Global FootPrint Network* ao confeccionar e divulgar esses indicadores é acelerar seu uso e institucionalização pelos governos nacionais e instituições supranacionais, assim como ocorre com o PIB, como um indicador claro e confiável para o planejamento e para a tomada de decisões acerca da pressão que o consumo exerce no meio ambiente

Segundo Brad Ewing (2010 a), os principais objetivos desses indicadores são:

- Proporcionar um cálculo cientificamente sólido e transparente das demandas colocadas por diferentes nações sobre a capacidade de regeneração da biosfera;
- Construir um método confiável e consistente que permita comparações internacionais de demandas das nações sobre a capacidade regenerativa global;
- Produzir informação em um formato que é útil para o desenvolvimento de políticas e estratégias para viver dentro de limites biofísicos;
- Gerar um conjunto de dados centrais que podem ser usados como a base de análises dos impactos ambientais, tais como províncias, estados, empresas ou produtos.

### 2.1.1 Pegada Ecológica e Biocapacidade

A Pegada Ecológica (ou apenas PE) é um indicador que calcula, para um dado desenvolvimento tecnológico, a área de terra e água biologicamente produtiva necessária para oferecer os recursos naturais renováveis para o consumo humano, ela também inclui o espaço necessário para a infraestrutura humana e a área de vegetação necessária para absorver o dióxido de carbono emitido pelo consumo (BARLOW *et al.* 2010). Essa área é medida em hectares globais, uma medida universal que possibilita a comparação entre diferentes áreas, com diferentes produtividades e com diferentes funções (tipos de uso do terreno). Ou seja, “*The Ecological Footprint represents demand for ecosystem products and services in terms of these land use type*” (EWING *et al.* 2010: 8).

O relatório Planeta Vivo 2010 explica a Biocapacidade (a partir daqui poderá ser referida apenas como BC) como um indicador que nos mostra qual é a capacidade do ecossistema em fornecer recursos naturais renováveis e de absorver os resíduos humanos (CO<sub>2</sub>). Para isso, a BC leva em consideração a área de terra efetivamente disponível em uma região, bem como a produtividade dessa área e os diferentes tipos de uso do terreno<sup>24</sup>. Em outras palavras:

*Biocapacity represents the ability of ecosystems to produce useful biological materials and to absorb CO<sub>2</sub> generated by humans, using current management and extraction technologies. Useful biological materials are defined as those materials that the human economy actually demanded in a given year. The Ecological Footprint measures demand on this productive capacity (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK)<sup>25</sup>.*

Para possibilitar a comparação entre os diferentes uso de terra e entre terras com diferentes produtividades, ocorre uma conversão do hectare físico das áreas com diferentes usos de terra, ou diferentes produtividades (tais como Lavouras e Pastagens), em uma unidade comum de hectares globais. Segundo a *ONG Global Footprint Network* um hectare global é definido com um hectare com a produtividade média mundial para todos os tipos de terra e água de um dado ano, por exemplo, um hectare de Plantação pode produzir uma quantidade

---

<sup>24</sup> A BC abrange **terras cultiváveis ou plantações** para a produção de alimentos, fibras e biocombustíveis; **pastagens** para produtos de origem animal, como carne, leite, couro e lã; **pesca** costeira e continental; **florestas**, que tanto fornecem madeira, como podem absorver CO<sub>2</sub>; e **área construída** de habitação, infraestrutura, hidrelétricas e etc.

<sup>25</sup> Disponível em: [http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/frequently\\_asked\\_technical\\_questions/](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/frequently_asked_technical_questions/)  
Acesso: 27/11/2012

maior de bens e serviços úteis do que um único hectare de Pastagem, mas convertendo os diferentes tipos de uso do solo em hectares globais esses podem ser comparados em bases iguais. Assim, teríamos mais hectares globais para as Plantações do que para a Pastagem.

Barlow *et al.* (2010:43) exemplifica que: “[...] as lavouras de países secos e/ou frios que podem ser menos produtivas do que as lavouras de países mais quentes e/ou mais úmidos [...]”, quando isso ocorrer, por exemplo, para uma mesma área de Plantações, a BC da Plantação dos países quentes e úmidos (que são mais produtivas) terá mais hectares globais do que a dos países secos e frio (que são menos produtivas). Desta maneira, torna-se possível comparar a PE e a BC entre si, comparar diferentes usos de terreno entre si e comparar diferentes regiões entre si.

#### **2.1.1.1 Tipos de uso de terreno**

Como mostram Fasiaben *et al.* (2011), Barlow *et al.* (2010), Ewing *et al.* (2010 a) tanto a PE e a BC podem ser decompostas para representar os principais tipos de demandas e ofertas de uso de terreno do planeta. A BC apresenta cinco ofertas de uso de solo, enquanto a PE apresenta seis tipos de demanda para uso do terreno. A razão para essa discrepância é que duas categorias de demanda Florestas e Carbono competem pela mesma categoria de oferta, que é a Biocapacidade das Florestas. Os componentes são:

- Pastagens: representa a área necessária para a produção pecuária em geral;
- Pesca: representa a produção primária necessária para sustentar a captura de peixes e mariscos;
- Florestas: calculada com base no consumo anual de madeira serrada, celulose, produtos de madeira e lenha em geral;
- Plantações ou Lavoura: representa a área utilizada para produzir alimentos e fibras para o consumo humano, ração para o gado, oleaginosas e borracha;
- Áreas construídas: representa a área de terra coberta por infraestrutura humana, inclusive transportes, habitação, estruturas industriais e reservatórios para a geração de

energia hidrelétrica. Em seu cálculo é considerado a área construída e a mesma produtividade do uso de terra da Plantação<sup>26</sup>.

- Retenção de carbono: representa a quantidade de floresta necessária para absorver as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis, mudanças no uso da terra e processos químicos.

### 2.1.2 Metodologia de cálculo dos indicadores

A contabilidade da Pegada Ecológica e da Biocapacidade estão baseadas em seis hipóteses fundamentais (WACKERNAGEL, 2002):

- A maior parte dos recursos que as pessoas ou atividades consomem e o lixo que eles geram podem ser rastreados.
- A maioria destes fluxos de recursos e resíduos pode ser medida em termos de área biologicamente produtiva necessária para mantê-los. Fluxos de recursos e resíduos que não podem ser medidos em termos de área biologicamente produtiva são excluídos da avaliação, levando a uma subestimação sistemática da demanda total destes fluxos sobre os ecossistemas.
- Dimensionando cada área em proporção à sua bioprodutividade, diferentes tipos de zonas podem ser convertidos para a unidade comum de bioprodutividade média, o hectare global. Esta unidade é usada para expressar tanto Pegada Ecológica quanto a Biocapacidade.
- Como um hectare global da demanda representa um uso particular que exclui qualquer outro uso monitorado pela Pegada, e todos os hectares globais em um único ano representam a mesma quantidade de bioprodutividade, eles podem ser somados. Juntos, eles representam a demanda agregada ou Pegada Ecológica. Da mesma forma, cada hectare de área de produção pode ser dimensionados de acordo com a sua bioprodutividade e, em seguida, somadas para calcular a Biocapacidade.

---

<sup>26</sup> A Área Construída é considerada com a mesma produtividade da Plantação, pois, é assumido que essas terras eram anteriormente ocupadas por plantações, esta suposição é baseada na teoria que os assentamentos humanos são geralmente situados em áreas altamente férteis.

- Como ambos são expressos em hectares globais, a demanda humana (medida pela contabilidade da Pegada Ecológica) pode ser comparada diretamente com a Biocapacidade global, regional, nacional ou local.
- A área demandada pode exceder a área disponível. Se a demanda em um determinado ecossistema exceder a capacidade regenerativa do ecossistema, os ativos ecológicos estão sendo degradados. Por exemplo, as pessoas podem temporariamente demandar recursos de florestas ou de pesca mais rápido do que eles podem ser renovados, mas conseqüentemente diminuem o estoque deles no ecossistema. Quando a demanda humana excede a Biocapacidade disponível, este é referido como *overshoot*.

A Pegada Ecológica em sua forma mais básica é calculada como se segue:

$$PE = D_{ANUAL} / Y_{ANUAL}$$

Onde D é a demanda anual de um produto e Y é o rendimento (produtividade) anual do mesmo produto, esse rendimento é expresso por hectares globais. Assim,  $D_{ANUAL} / Y_{ANUAL}$  nos mostra quantos hectares globais o consumo total desse produto exige.

Em sua forma mais complexa a PE transforma a produtividade de um determinado tipo de uso de terreno em hectares globais, para isso utilizam-se dois fatores de conversão: os Fatores de Rendimento (YF), que comparam o rendimento médio nacional por hectare ao rendimento médio mundial na mesma categoria de terreno; e os Fatores de Equivalência (EQF), que captam a produtividade relativa entre os diferentes tipos de categorias de terreno (KITZES, J. *et al*, 2008). Deste modo, podemos reescrever a PE como se segue:

$$PE = (P / Y_N) * YF * EQF^{27}$$

Onde P é a quantidade de um produto final colhido ou de resíduo emitido (igual ao  $D_{ANUAL}$ ) no ano. E  $Y_N$  é o rendimento (toneladas por hectares no ano) médio nacional do produto P.

---

<sup>27</sup> P = [t];  
 $Y_N = ([t] / [ha])$ ;  
 $YF = ([t] / [ha])_1 / ([t] / [ha])_2$ ; onde  $([t] / [ha])_1$  é a média da região e  $([t] / [ha])_2$  é a média mundial.  
 $EQF = [gha] / [ha]$ ;  
 Portanto:  $P / Y_N = [ha]$ ;  
 $(P / Y_N) * YF = [ha]$ ;  
 $(P / Y_N) * YF * EQF = [gha]$ .

$(P/Y_N)$  representa a quantidade de hectares usados por uma nação para um mesmo tipo de uso de terreno.

$(P/Y_N)*YF$  transforma essa quantidade de hectares nacional de um mesmo uso de terreno (relativo a produtividade média nacional) em uma quantidade de hectares relativo a produtividade média mundial para o mesmo uso de terreno, de modo a possibilitar a comparação entre diferentes regiões com diferentes produtividades.

$(P/Y_N)*YF*EQF$  transforma essa quantidade de hectares relativo a produtividade média mundial para o mesmo uso de terreno em uma unidade universal, o hectare global, possibilitando assim a comparação entre diferentes tipos de uso de terreno (Kitzes, J. *et al*, 2008).

A Tabela 2 abaixo sintetiza o cálculo da PE total e de seus componentes. Nas primeiras colunas a divisão dos Produtos Agrícolas (toneladas produzidos em um período) pela Produtividade média mundial das Plantações (toneladas por hectares do mesmo período) retorna a área necessária para a produção desses Produtos Agrícolas em termos da produtividade média mundial das Plantações. Quando multiplicada pela EQF das Plantações essa área é transformada em uma unidade universal que possibilita a sua comparação e a agregação com outras áreas de diferentes tipos de uso de terreno. Desse modo é possível somar PE de diferentes tipos de uso de terreno em uma PE total.

Tabela 2 - Cálculo dos Componentes da Pegada Ecológica e da Pegada Ecológica Total.

Fluxos de Produção Apropriada [t/t/ha]		=	Apropriação de terreno em termos da produtividade média mundial [wha]	X	EQF	=	Pegada Ecológica Total [gha]
Produtos Agrícolas	/	Produtividade Mundial das Plantações	=	Plantações	X	Plantação EQF	= PE Plantações
Produtos da Pecuária	/	Produtividade Mundial das Pastagens	=	Pastagens	X	Pastagem EQF	= PE Pastagem
Pesca e aquicultura	/	Produtividade Mundial da Pesca	=	Área de Pesca	X	Pesca EQF	= PE Pesca
Produtos de Madeira	/	Produtividade Mundial das Florestas	=	Área de Florestas	X	Floresta EQF	= PE Florestas

Pegada Ecológica Total

$$\begin{array}{ccccccccc}
 \text{Emissões} & / & \text{Fator de} & = & \text{Área de Absorção de} & \times & \text{Floresta} & = & \text{PE CO2} \\
 \text{de CO2} & & \text{Absorção do} & & \text{Carbono} & & \text{EQF} & & \\
 & & \text{Carbono} & & & & & & \\
 \hline
 \text{Superfícies} & & & = & \text{Áreas} & \times & \text{Plantação} & = & \text{PE Área} \\
 \text{Construídas} & & & & \text{Construídas} & & \text{EQF} & & \text{Construída} \\
 \hline
 \end{array}$$

Fonte: BORUCKE, M. *et al.*

Já a Biocapacidade é calculada multiplicando a área de um dado tipo de uso de terreno (A) pelo fator de rendimento (YF) e pelo fator de equivalência (EQF).

$$BC = A * YF * EQF$$

A\*YF transforma a área nacional de um mesmo tipo de uso de terreno (relativo à produtividade média nacional) em uma quantidade de hectares relativo à produtividade média mundial em um mesmo tipo de uso de terreno, possibilitando assim a comparação entre diferentes regiões com diferentes produtividades.

A\*YF\*EQF transforma essa quantidade de hectares mundial para um mesmo tipo de uso de terreno em uma unidade universal, o hectare global, possibilitando assim a comparação entre diferentes tipos de uso de terreno (KITZES, J. *et al*, 2008).

Para o cálculo do componente Áreas Construídas são utilizadas a área efetivamente construída e as áreas alagadas por hidrelétricas, a partir disso, multiplica-se essa área total pelos Fatores de Rendimento das Plantações e pelo Fator de Equivalência das Plantações. Utilizam-se os dados das Plantações, pois é assumido que essas terras eram anteriormente ocupadas por plantações, esta suposição é baseada na teoria que os assentamentos humanos são geralmente situados em áreas altamente férteis. Note que no cálculo da PE somente é utilizado o Fator de Equivalência, enquanto que para a BC os dois fatores entram no cálculo.

A Tabela 3 representa o cálculo para a BC total e para seus componentes. Nela temos que:

Tabela 3 - Cálculo dos Componentes da Biocapacidade e da Biocapacidade Total

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{Área} & & & & \text{Área em termos} & & & & \\
 \text{Produzida [ha]} & \times & \text{YF} & = & \text{da produtividade} & \times & \text{EQF} & = & \text{Biocapacidade} \\
 & & & & \text{média mundial} & & & & \text{[gha]} \\
 & & & & \text{[wha]} & & & & \\
 \hline
 \end{array}$$

Área de Plantações	X	Plantações YF	=	Plantações	X	Plantação EQF	=	BC Plantações	Biocapacidade Total
Área de Pastagem	X	Pastagens YF	=	Pastagens	X	Pastagem EQF	=	BC Pastagem	
Área de Pesca	X	Pesca YF	=	Área de Pesca	X	Pesca EQF	=	BC Pesca	
Área de Florestas	X	Florestas YF	=	Florestas (incremento líquido anual)	X	Floresta EQF	=	BC Florestas	
Área de Infraestrutura	X	Plantações YF	=	Plantações	X	Plantação EQF	=	BC Plantações	

Fonte: BORUCKE, M. *et al.*

### 2.1.2.1 Comércio (produção e consumo)

A contabilidade da Pegada Ecológica calcula o impacto de uma população a partir de uma série de perspectivas. Mais comumente reportada é a Pegada Ecológica do consumo de uma população, geralmente chamado apenas de Pegada Ecológica. A Pegada Ecológica do consumo para um determinado país mede a Biocapacidade exigida pelo consumo final de todos os residentes do país, este inclui consumo doméstico e também o referente ao consumo coletivo (tais como: escolas, estradas, sistema de saúde, etc., que servem a casa, mas não pode ser diretamente pagos pelos domicílios). Ou seja, a PE calcula a área de terra e água biologicamente produtiva necessária para oferecer os recursos renováveis para o consumo humano de uma região.

Há também a perspectiva da Pegada Ecológica de produção primária de um país, ela é a soma das pegadas para todos os recursos naturais capturados e de todos os resíduos gerados dentro das fronteiras geográficas do país, e não apenas os recursos e resíduos consumidos. Isto inclui toda a área dentro de um país necessário para suportar a atual colheita de produtos primários (lavouras, pastagens, florestas e pesca), infraestrutura e hidrelétricas do país e a área necessária para absorver as emissões de dióxido de carbono dos combustíveis fósseis gerados no país. A diferença entre a PE da produção e do consumo é o comércio (exportação e importação). A equação abaixo representa seus cálculos:

$$PE_C = PE_P + PE_I - PE_E$$

Onde  $PE_C$  é a Pegada Ecológica do consumo,  $PE_P$  é a Pegada Ecológica da produção,  $PE_I$  é a Pegada Ecológica da importação e  $PE_E$  é a Pegada Ecológica da exportação.

Para calcular a Pegada Ecológica da importação e da exportação a ONG *Global Footprint Network* utiliza a quantidade total de produtos comercializados e da quantidade dos recursos naturais (emissão de CO<sub>2</sub>, florestas, cultivos áreas construídas, pesca e pastagens) incorporados nesses produtos<sup>28</sup>. E assim transforma o comércio desses produtos em área necessária para sua produção, essa área é expressa em hectares globais.

A *National Footprint Accounts, 2010 Edition* calcula a Pegada Ecológica incorporada sobre mais de 700 categorias comercializadas de Plantações, Floresta, Agricultura/Pecuária e produtos da Pesca. Além disso, também calcula a PE incorporada sobre 625 categorias comercializadas para a Pegada do CO<sub>2</sub>. A intensidade da PE sobre qualquer produto primário é por definição e a mesma em todo o mundo quando essa expressa em hectares globais. Mas a PE incorporada em produtos secundários vai depender das taxas de transformação e de extração, e isso varia entre os países.

Uma vez calculada a PE das importações e das exportações é possível visualizar a pressão que o consumo exerce sobre o ecossistema, tanto em âmbito mundial quanto local. Isso possibilita que análises e ações sejam feitas tanto por pequenas regiões de forma independente quanto em uma forma coordenada em âmbito mundial.

Tabela 4 – PE *per capita* da Produção, do Consumo, da Importação e da Exportação - Brasil, ano 2007.

População [milhões]	190.12
PE da produção [gha por pessoa]	3.46
PE da importação [gha por pessoa]	0.42

<sup>28</sup> Por exemplo, a PE transforma a importação de uma “cadeira” em área necessária para sua produção. Para isso, primeiramente decompõe-se os materiais presentes na cadeira (por exemplo, algodão, couro e madeira). Depois se verifica a quantidade que esses produtos estão presentes nesse na cadeira e estima-se a área utilizada para a produção dessas quantidades, utilizando a produtividade do país de origem e considerando os 6 diferentes tipos de uso de terreno (por exemplo, 1 hectare de Pastagens para produzir o couro utilizado nessa cadeira, 0.5 hectare de Plantações para produzir o algodão utilizado na cadeira e 2 hectares de Florestas para produzir a madeira). E, por fim, utilizam-se os fatores de conversão (YF e EQF) para transformar esses diferentes tipos de área em hectares globais, de forma a possibilitar comparações e agregações. Terminado isso podemos dizer que o consumo dessa cadeira demandou X hectares globais.

PE da exportação [gha por pessoa]	0.98
PE do consumo [gha por pessoa]	2.91
BC [gha por pessoa]	8.98
Receita da PE do comércio [gha por pessoa]	0.56

Fonte: Elaboração própria, dados: EDWING, 2010 b.

A Tabela 4 nos mostra a PE *per capita* da produção, do consumo, da importação e da exportação para o Brasil no ano de 2007. Vemos nela que o Brasil é um país que apresenta um salto positivo na PE do comércio (de 0,56 gha), isso significa que o país exporta mais bens e serviços intensivos em recursos naturais do que importa. Essa característica se deve ao fato de termos uma grande BC, que não é totalmente consumida internamente (BC por pessoa de 8,98 gha, enquanto a PE do consumo é de 2.91); de termos uma estrutura produtiva/comercial que favoreça a competitividade e a exportação de bens mais intensos em recursos naturais e de existir uma grande demanda externa de recursos naturais renováveis (ou produtos intensivos nisso) por países que possuem pouca BC e elevada PE.

### 2.1.3 Crítica à Pegada Ecológica.

Apesar de grande parte dos autores concordarem que a PE e a BC nos fornecem uma medida simples e intuitiva do grau de sustentabilidade do consumo humano sobre o meio ambiente, seu uso como índice de sustentabilidade é fortemente criticado.

Van den Bergh & Harmen Verbruggen (1999) e Maduro Abreu (2009) apresentam diversas críticas sobre os cálculos e hipóteses desses indicadores, dentre as quais destacamos:

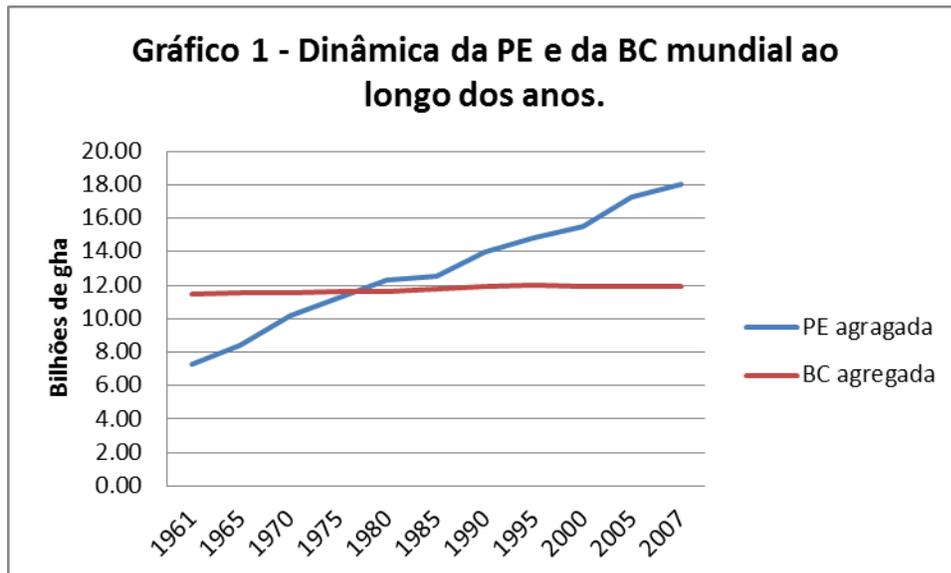
- As que se referem a agregação, conversão e ponderação dos dados analisados, os autores criticam o fato deles serem baseados em estimativas brutas e em números nem sempre aplicáveis a todos os países. Por exemplo, os fatores de conversão (Fatores de Rendimento e de Equivalência apresentados anteriormente) representam implicitamente pesos físicos de conversão e agregação dos diferentes tipos de consumo de uma região para área de terra, porém, esses pesos relativos não necessariamente correspondem ao verdadeiro peso social verificado. Além disso, por condensar o tamanho da

população, a pressão ambiental *per capita* e a eficiência tecnológica física e ambiental em um único indicador, ele é considerado demasiadamente agregado, de modo que não se pode julgar muito o que significa a PE sozinha, ou quais podem ser as ações políticas demandadas.

- As que se referem aos tipos de uso do solo. A PE não contabiliza os múltiplos usos de uma mesma área produtiva, o que pode viesar a PE para cima; também não se considera se os usos do terreno são feitos de modo sustentável ou não sustentável, tal distinção parece ser uma ser uma condição mínima para qualquer procedimento destinado a medir em que medida uma atividade ou região contribui para o desenvolvimento sustentável.
- As comparações entre a PE entre diferentes países dependem de suas fronteiras, que são arbitrárias e, portanto, potencialmente sem sentido.
- Outro tema a ser criticado por esses autores é a relação entre o consumo de combustíveis fósseis e degradação ambiental exposta na PE. Isso porque o terreno apropriado pelo combustível fóssil representa mais de 50% da PE estimada para os países desenvolvidos e, do ponto de vista ambiental, não está claro se todo gás de efeito estufa produzidos por nós precisa ser sequestrado ou eliminado.

Nathan Fiala (2008) explica que a PE e a BC fracassam em lidar com a sustentabilidade do crescimento econômico, pois, elas apresentam pouca correlação com importantes indicadores de sustentabilidade como: o de degradação do solo, o de produção de cereais e trigo. Isso obscurece os efeitos de importantes problemas referentes à sustentabilidade do crescimento econômico. E por apresentar alta correlação com a quantidade de CO<sub>2</sub> produzida ele diz que “... *better, more informative and policy relevant indicators are available, such as the aggregation of greenhouse gases via CO<sub>2</sub> equivalents.*”. (FIALA, 2008: 524). Já van Kooten and Bulte (2000) acredita que a PE falha em capturar uma das mais importantes questões de sustentabilidade: a degradação da do solo.

## 2.2 A Pegada Ecológica mundial



Fonte: Elaboração própria, dados: *Global Footprint Network - NFA\_2010\_Results*<sup>29</sup>

O Gráfico 1 mostra a trajetória da Pegada Ecológica e da Biocapacidade mundial ao longo dos anos. Vê-se facilmente que o que começou com um grande excedente de BC disponível em 1961 se tornou uma grande sobrecarga ecológica em 2007. Isso foi resultado do crescimento de 148% da PE, fazendo com que os de 7,2 bilhões hectares globais da PE em 1961 atingisse 18 bilhões de hectares globais em 2007. A BC obteve um crescimento de 3,6%, passando de 11,5 bilhões de hectares globais para 11,9 bilhões de hectares globais (de 1961 até 1995 seu crescimento foi de 4,3%, já no período de 1995 até 2007 a tendência se inverte e a BC cai 2,86%)<sup>30</sup>.

Em 1961 a capacidade regenerativa da biosfera medida em hectares globais superava o consumo de recursos renováveis humano em 4,3 bilhões de gha, o que representava uma situação bem confortável no que diz respeito às consequências ambientalmente negativas do consumo humano<sup>31</sup>. Mas, com o crescimento do consumo de recursos naturais e a pequena variação da capacidade terrestre em absorver resíduos e regenerar recursos, essa situação

<sup>29</sup> Disponível em: [http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/NFA\\_2010\\_Results.xls](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/NFA_2010_Results.xls). Acesso: 27/11/2012.

<sup>30</sup> Dados estão na Tabela 5.

<sup>31</sup> De maneira geral a Economia Ecológica nos diz que, se a PE for menor do que a BC não há a sobre utilização dos recursos naturais e, conseqüentemente, não há degradação do ecossistema.

confortável diminui ao longo dos anos, chegando, em 1975, ao ponto de atingirmos a Sobrecarga Ecológica. Isto é:

[...] ultrapassou o ponto em que a Pegada Ecológica anual correspondia à biocapacidade anual da Terra. Em outras palavras: a população humana do planeta começou a consumir recursos renováveis com maior rapidez do que os ecossistemas são capazes de regenerá-los e liberar mais CO<sub>2</sub> do que os ecossistemas conseguem absorver (BARLOW *et al.* 2010:34).

No final do período tais tendências de crescimento fizeram com que os 4,3 bilhões de gha excedentes inicialmente se tornassem um déficit de 6,1 bilhões de gha em 2007. Isso representa uma sobrecarga ecológica de 50%, ou em outras palavras, que as pessoas estão usando o equivalente a 1,5 planetas para realizar suas atividades em 2007.

Tabela 5 – População, BC, PE e os Componentes da PE *per capita*, dados em valor absoluto e crescimento [%] – Mundo, anos de 1961 e 2007.

	gha [ <i>per capita</i> ]			gha [bilhões]		
	1961	2007	Crescimento	1961	2007	Crescimento
PE total	2.4	2.7	12.5%	7.2	18	148,6%
Plantação	1.1	0.6	-45.5%	3.5	3.9	12.0%
Pastagem	0.4	0.2	-50.0%	1.2	1.4	16.5%
Floresta	0.4	0.3	-25.0%	1.2	1.9	54.9%
Pesca	0.1	0.11	10.0%	0.3	0.7	158.0%
Carbono	0.3	1.4	366.7%	0.8	9.6	1043.8%
Área Construída	0.06	0.06	0.0%	0.2	0.4	114.5%
BC total	3.7	1.8	-51.4%	11.5	11.9	3.6%
Sobrecarga Ecológica	-1.3	0.9		-4.3	6.1	
População [bilhões]				3.1	6.7	117.1%

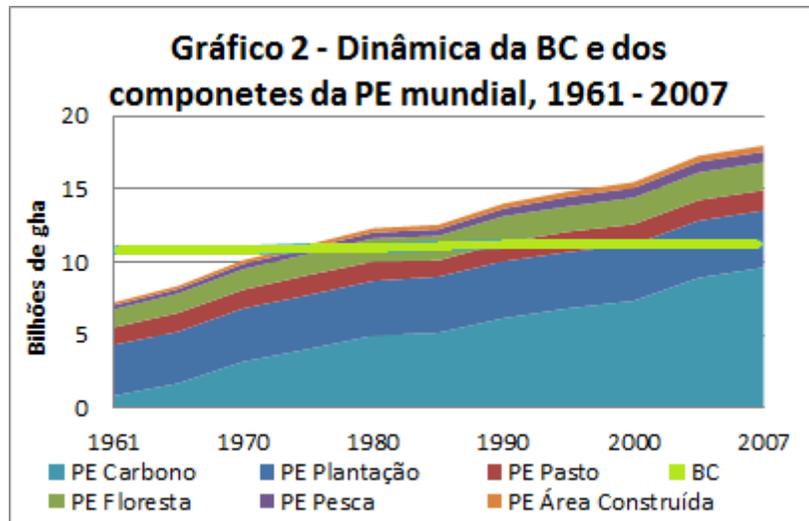
Fonte: *Global Footprint Network*.

Como se pode perceber o crescimento da sobrecarga ecológica é explicado principalmente pelo crescimento da PE (148%), uma vez que a BC cresceu pouco (apenas 3,6%) no período.

O crescimento da BC agregada está relacionado com variações na produtividade da terra em cada tipo de uso de terreno e com variações da área biologicamente produtiva disponível dos tipos de uso de terreno<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> Não aprofundaremos mais a análise sobre a BC mundial por falta de dados.

O crescimento de 148,6% da PE pode ser melhor analisado através do exame individual dos Componentes da PE agregada e, por isso, apresentamos o Gráfico 2 com suas respectivas trajetórias de crescimento.



Fonte: Elaboração própria, dados: *Global Footprint Network - NFA\_2010\_Results*<sup>33</sup>

Através do Gráfico 2 verifica-se sem grandes dificuldades que a maior parte do crescimento da PE e da conseqüente sobrecarga ecológica decorreu principalmente do vertiginoso aumento da PE do Carbono. Pois, esse apresentou um enorme crescimento de 1043% em valores absolutos, que fez com que sua participação fosse de 12% para 54% do total da PE e de 7,1% para 83% do total da BC. Já as dinâmicas dos outros componentes, apesar de representarem parte expressiva da PE total, não demonstraram crescimento relevante que respondesse pelo crescimento da PE total. A PE Plantação apresentou um pequeno crescimento absoluto de 12%, isso fez sua participação relativa cair de 48% para 22% da PE global, mas ganhou participação sobre a BC total, que em 1961 era de 30,4% e em 2007 esse valor chega a 32,8% da BC total. Os outros componentes (Área Construída, Floresta, Pastagem e Pesca) apresentam menores participações individuais sobre a PE total, mas, juntos eles demonstram um crescimento absoluto de 53% no período, sua participação

<sup>33</sup> Idem 27

relativa cai de 40% do total da PE em 1961 para 25% em 2007 e sua participação sobre a BC total aumenta de 25,3% em 1961 para 37,5% em 2007.<sup>34</sup>

Tabela 6 - Participação da PE, e dos Componentes na PE total e na BC total – Mundo, ano 1961 e 2007.

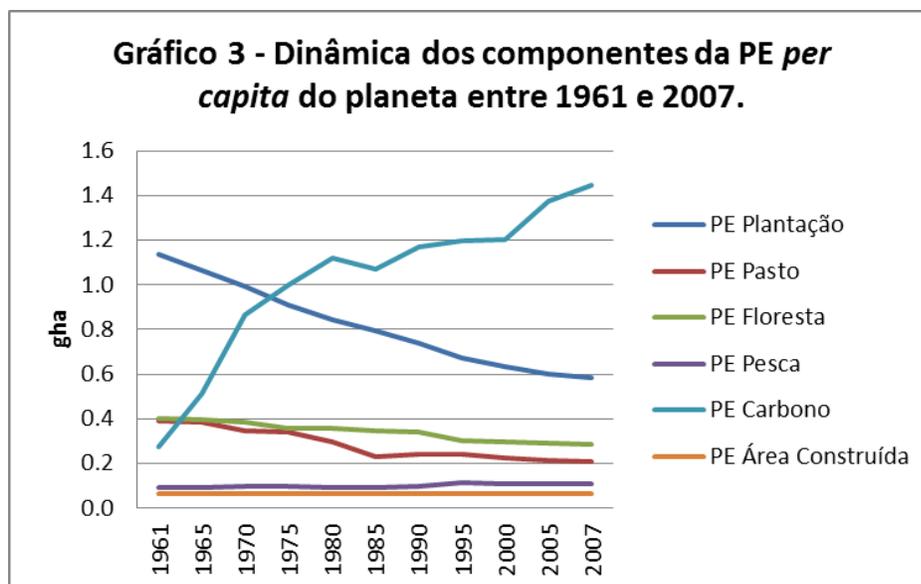
	PE total		BC total	
	1961	2007	1961	2007
PE total	100%	100%	63.1%	151%
Carbono	12%	54%	7.3%	81.0%
Plantação	48%	22%	30.4%	32.8%
Outros componentes da PE	41%	25%	25.3%	37.5%

Fonte: *Global Footprint Network*.

Os componentes da PE agregada são função de seus respectivos componentes *per capita* e do tamanho da população, analisando-os podemos explicar as dinâmicas anteriormente apresentadas pela PE agregada do Carbono e pelos outros componentes da PE agregada.

Como verificado na Tabela 5 o crescimento populacional para o período foi de 117,1%. A dinâmica da PE *per capita* para seus componentes estão expressos no Gráfico 3. Nele vemos que ao longo dos anos houve um crescimento intenso da PE Carbono, uma diminuição grande de PE Plantação e uma variação pouco relevante dos outros componentes.

<sup>34</sup> Os dados apresentados nesse parágrafo foram tirados da Tabela 5 e da Tabela 6.



Fonte: Elaboração própria, dados: *Global Footprint Network - NFA\_2010\_Results*<sup>35</sup>.

Ao analisamos a dinâmica dessas duas variáveis para cada componente, fica fácil notar que o grande crescimento da PE absoluta do Carbono decorre tanto do crescimento de 366,7% em seu consumo *per capita* (que em 1961 correspondia a 0.3 gha e em 2007 chegou a 1,4 gha) quanto do aumento de 117% do crescimento populacional.

Já o crescimento absoluto dos outros componentes da PE é explicado principalmente pelo crescimento populacional, pois, todos seus valores *per capita* diminuem ou permanecem praticamente estáveis. A Tabela 5 nos mostra a variação *per capita* de cada componente. Podemos ver que as maiores variações foram o aumento de 366,7% na PE Carbono e as quedas de 50% na PE Plantação e de 45% na PE Pastagem (as quais foram mais que compensadas pelo aumento populacional).

Os fatores que influenciam a dinâmica dos componentes da PE *per capita* foram apresentados no tópico referente ao cálculo da Pegada Ecológica no Capítulo 2, são eles: “P” - a quantidade de produtos consumida por pessoa (influencia positivamente), “Y<sub>M</sub>” - produtividade média mundial do mesmo produto (afeta negativamente) e a “EQF” -

<sup>35</sup> Idem nota de rodapé 27

produtividade dos outros tipos de usos de terreno em relação ao tipo de uso analisado (afeta negativamente a PE de Pastagens da Pesca e positivamente os outros) <sup>36</sup>.

Até o momento que a PE agregada, assim como todos os seus componentes, se mostrou cresce mais rápido do que o crescimento da BC agregada (sendo que as variáveis analisadas que mais explicam tais trajetória são o aumento populacional, que afeta diretamente todos os componentes da PE agregada, e o grande crescimento da PE *per capita* do CO<sub>2</sub>, que, junto com o crescimento populacional, ampliou muito a PE agregada do CO<sub>2</sub>). Isso significa que cada vez mais estamos aumentando a sobrecarga ecológica terrestre, a qual já chega a 50% superior a capacidade regenerativa da biosfera.

Esses resultados são preocupantes, porque sabemos que os recursos naturais e a capacidade de absorção de resíduos do planeta não são infinitos (DALY, 1996; GEORGEUS, 1986; ARROW, 1995). Assim, ao consumirmos 50% a mais do que o planeta é capaz de regenerar impactamos negativamente o meio ambiente, suas reservas salvas e diminuimos a possibilidade de consumo e o bem estar das futuras gerações.

Lazou & Maia (2011) vão nos dizer que grande parte dessa sobrecarga ecológica (dos seus consequentes impactos ambientais e decréscimo de bem estar) é de responsabilidade dos países desenvolvidos, pois, para os autores: “[...] *economies that produce the most welfare and employment for their citizens are also invariably those that consume the lion's share of the world's resources and create the most environmental damage.*” (LAZOU & MAIA, 2011:1). Neste mesmo estudo, eles nos mostram que os países com rendas mais baixas geralmente impõem menores demandas sobre os ecossistemas da Terra do que países de rendas maiores. Isso foi verificado analisando-se a PE de acordo com quatro agrupamentos por nível de rendas, que representam diferentes níveis econômicos. A Tabela 7 nos mostra que a PE *per capita* dos países de receitas alta é cinco vezes maior do que a dos países de receita baixa e que 27,7% da população de rendas mais alta demandam 55,1% dos recursos naturais renováveis, sobrando para os outros 72,3% mais pobres 44,9% do PE global.

Tabela 7 – Pegada Ecológica e População de acordo com grupos de renda, ano de 2007.

Indicador	Baixa	Média	Média	Alta	Nula	Total
-----------	-------	-------	-------	------	------	-------

<sup>36</sup> O valor dos Fatores de Equivalência é menor do que 1 para PE da Pesca e PE da Pastagem e maior do que 1 para os outros componentes (valores referentes aos ano de 2005 e 2007, vistos respectivamente em Ewing (2008; 2010).

	renda	baixa	Alta	renda		
Países						
Número	46	42	27	35	50	200
População	18.5	53	12.3	15.4	0.5	100
Pegada Ecológica						
<i>Per capita</i>						
[gha]	1.2	1.6	3.3	6.1	-	2.4
Total [%]	9.5	35.3	16.6	38.5	-	100

Fonte: Lazou e Maia (2011).

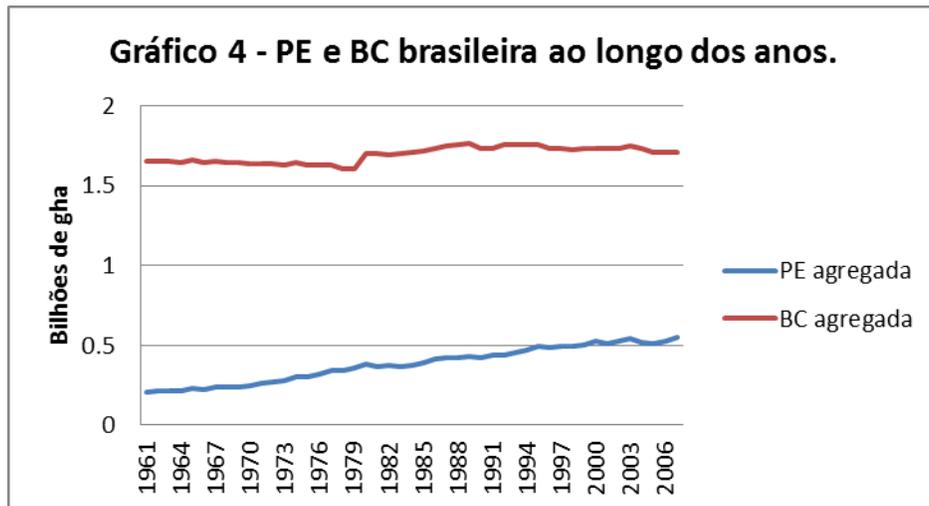
Corroborando com os dados de Lazou & Maia, o Relatório Planeta Vivo da ONG WWF diz:

Em 2007, os 31 países da OCDE – que inclui as economias mais ricas do mundo – responderam por 37% da Pegada Ecológica da humanidade. Em contraste, os 10 países da ASEAN (sigla em inglês para *Association of South east Asian Nations*) e os 53 países da União Africana – que inclui alguns dos países mais pobres e menos desenvolvidos do mundo – contribuíram apenas 12% para a Pegada global (BARLOW *et al.* 2010, p.39).

Evidencia-se assim a predominância dos países de alta renda como agentes responsáveis pela maior parte da sobrecarga ecológica devido ao seu alto nível de consumo de recursos naturais renováveis.

Todos os países buscam oferecer um alto nível de acesso a bens e serviços para seus habitantes, mas se todos pudessem proporcionar o mesmo nível de consumo que os habitantes dos EUA ou dos Emirados Árabes têm em média, seria necessário a Biocapacidade de mais de 4,5 planetas Terra para suportar a demanda de recursos naturais renováveis decorrente desse aumento de consumo. Entretanto, se todos os países assumissem parte das responsabilidades pela sobrecarga ecológica e pelos problemas ambientais decorrentes dela e, assim, buscassem levar a PE *per capita* ao mesmo nível da PE *per capita* dos habitantes da Coreia do Sul, a Biocapacidade exigida seria de 1,8 planetas, já, caso fosse no nível da PE *per capita* indiana, seria de menos da metade da BC de um planeta.

## 2.3 Pegada Ecológica brasileira



Fonte: Elaboração própria, dados: *Global Footprint Network*.

O Gráfico 4 representa as trajetórias da PE e da BC brasileira ao longo dos anos. Verifica-se que a BC foi sempre muito maior que a PE e, apesar da PE apresentar um crescimento e a BC pouco variar durante todo o período, ainda há um grande espaço para aumentarmos o nosso consumo de recursos naturais renováveis sem atingirmos o ponto de sobrecarga ecológica. A Tabela 8 nos mostra que no início do período analisado a PE era de 208 milhões de gha e a BC era de 1.652 milhões de gha, o que representava uma disponibilidade de 1.444 milhões de gha para serem consumidos sem maiores problemas. Contudo, após crescimento de 165% da PE e de apenas 3% da BC (que os levam a respectivos 551 milhões de gha e 1.704 milhões de gha) o excedente cai 20%, ficando em 1.153 milhões de gha. Visto que a BC teve crescimento pouco expressivo, a maior parte da diminuição desse “*gap*” é explicada então pelo alto crescimento da PE.

Tabela 8 - BC agregada, PE agregada, Variação e Crescimento – Brasil, entre 1961 e 2007.

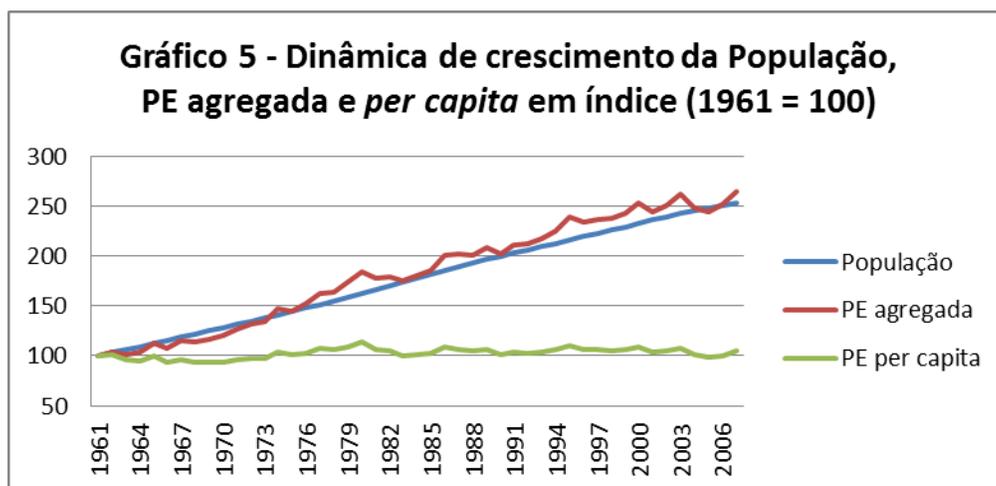
	1961	2007	Variação 1961-2007	Crescimento (%)
BC agregada	1,652	1,705	52	3.2%
PE agregada	208	551	343	165.0%
Sobrecarga Ecológica	(1,444)	(1,153)	291	-20.2%

Fonte: *Global Footprint Network*.

Como já visto, a PE representa a quantidade em área biologicamente produtiva necessária para produzir recursos naturais renováveis demandados pelo consumo humano, ou seja, seu valor depende da quantidade consumida por indivíduo (PE *per capita*) e da quantidade de indivíduos (população). A dinâmica PE agregada brasileira pode ser então explicada pela dinâmica da PE *per capita* e do crescimento populacional brasileiro ao longo dos anos.

A trajetória da PE *per capita* se mostra relativamente estável, oscilou em torno de uma média de 2,85 gha e cresceu apenas 4,7% em todo o período (saindo de 2.76 em 1961 para 2.91<sup>37</sup> gha *per capita* em 2007). Em compensação, a população brasileira mostrou um expressivo crescimento de 153% no mesmo período. Dessa forma, verifica-se que é o crescimento populacional brasileiro o determinante de grande parte do aumento de nossa PE agregada (dados presentes na Tabela 9).

Outra maneira de se conferir isso é através do Gráfico 5. Ele expõe o crescimento da População, da PE e da PE *per capita* em formato de índice (onde em 1961 todos partem do mesmo valor, 100). Nele vemos que a variabilidade da PE *per capita* responde pela variabilidade da PE agregada enquanto o crescimento populacional responde pelo crescimento da PE agregada.



Fonte: elaboração própria, dados: *Global Footprint Network*.

<sup>37</sup> Quando comparado a outros países, a PE *per capita* de 2,91 gha apresentada pelo Brasil em 2007, não representa uma grande demanda de recursos naturais renováveis e o coloca apenas na 56ª posição das maiores PE *per capita* do planeta. Porém, devido a sua grande população, ele apresenta uma demanda total de 552.42 milhões de gha, que em 2007 o colocava em 6º lugar (FASIABEN *et al.* 2011).

Por sua vez, a dinâmica de crescimento da PE *per capita* total pode ser explicada através das somas das dinâmicas de todos seus componentes. Assim, para entendermos tal trajetória de crescimento que culminou em um aumento de 4,7%, precisamos expandir a análise para todos os componentes da PE *per capita*. Na Tabela 9 temos os dados sobre a PE *per capita* total, dos seus componentes e os respectivos crescimentos durante o período analisado.

Tabela 9 - PE *per capita* e População, valores absolutos e crescimento [%] – Brasil, entre 1961 e 2007.

	<i>Per capita</i>				Crescimento 1961-2007
	1961	%	2007	%	
PE Total	2.78	-	2.91	-	4,7%
Plantação	1.05	0.38	0.72	0.25	-31%
Pastagem	0.91	0.33	0.93	0.32	2%
Floresta	0.61	0.22	0.57	0.2	-7%
Pesca	0.07	0.02	0.16	0.05	143%
CO2	0.04	0.01	0.43	0.15	939%
Área Construída	0.1	0.04	0.1	0.03	-3%
População [milhões]	75		189.9		153.1%

Fonte: *Global Footprint Network*.

Em 1961 a PE Plantação tinha 1.05 gha e isso representava 38% da PE total. Mas, ao longo dos anos, apresentou-se uma queda de 0.33 gha ou 31%, chegando em 2007 a 0.72 gha *per capita* e 25% de participação relativa, se tornando o segundo maior componente da PE.

A Pastagem apresentou um acréscimo de 0.02 gha, o que significou 2% a mais sobre o valor inicial de 0.91 gha *per capita* e a levou ao primeiro lugar dentre os componentes com maiores participações dentro da PE, atingindo 32% em 2007.

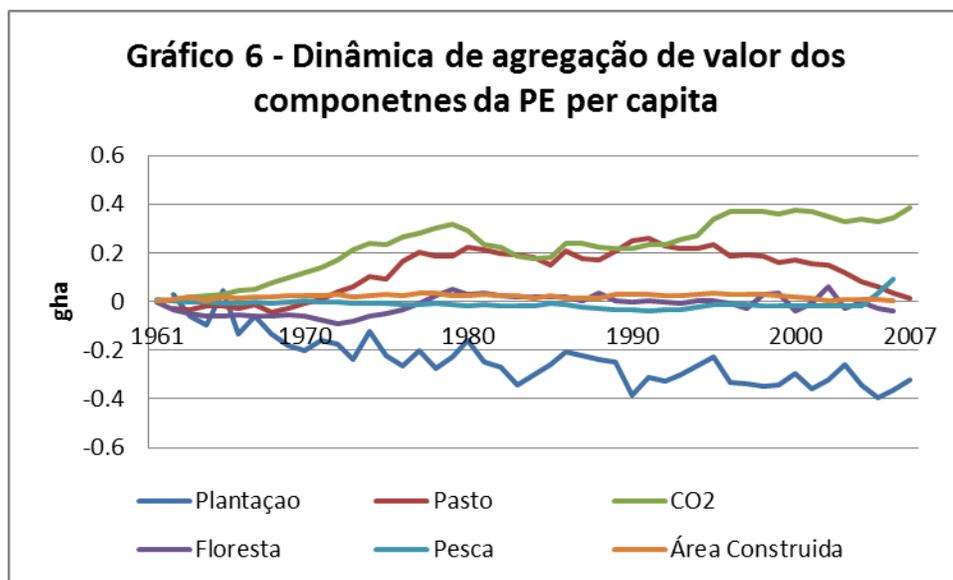
A PE Floresta apresentou no período uma queda de 7%, saindo de 0.61 gha para 0.57 gha *per capita* (ou seja, uma queda de 0.04 gha). Isso representou uma queda de participação de 22% para 20%, mantendo-se em 2007, o terceiro lugar como componente da PE com maior peso relativo.

A Pegada do Carbono *per capita* era de 0.04 gha em 1961. Em 2007, esse valor cresceu 939%, indo para 0.43 gha (um crescimento de 0.39 gha). Esse grande crescimento é o

responsável por tira-la da última posição em importância dentro da PE total, com 1,5% de participação relativa 1961 e coloca-lo em quarto lugar com 15%.

A Pesca apresenta um crescimento expressivo de 143% em seus valores *per capita*, aumentando de 0.07 gha em 1961 para 0.16 gha em 2007. Apesar disso, o crescimento em sua participação relativa foi de 2% para 5%, o suficiente somente para tira-la da última posição e coloca-la como segunda menos representativa no total da PE. Enquanto que a PE Área Construída, com seu 0.1 gha durante o período, cai 3% em valor *per capita*, o que leva sua participação relativa cair de 10% para 3% da PE em 2007.

O Gráfico 6 nos permite visualizar como cada componente agregou individualmente (ou desagregou) valor à PE total ao longo de todos os anos do período. Assim, conseguimos verificar que, apesar da PE Pastagem crescer apenas 2% durante o período analisado, ela respondeu por uma importante parcela da PE total entre aproximadamente 1975 e 2000. Além dele, vemos facilmente que a PE Carbono e a PE Plantação apresentaram significativas contribuições à PE total durante todo o período (no caso da PE Carbono e PE Pastagem as contribuições foram positivas, já a PE Plantação foi negativa). Ou seja, são a PE Pastagem, PE Carbono e PE Plantação os componentes da PE total que mais explicam sua dinâmica.



Fonte: elaboração própria, dados: *Global Footprint Network*.

A Tabela 10 nos mostra a situação da Biocapacidade brasileira e de seus componentes em termos absolutos, relativos e em seu crescimento entre 1961 e 2007. No caso da BC brasileira total, vimos no Gráfico 1 que ela se manteve praticamente estável durante todo o período analisado, crescendo apenas 3%, de 165.2 milhões para 170.5 milhões (ou seja, crescimento de 50 milhões)<sup>38</sup>. Esse crescimento da BC total brasileira pode ser compreendido analisando-se individualmente a trajetória de seus componentes.

Na Tabela 10 temos o valor absoluto, a participação e o crescimento da BC total e de seus componentes.

Tabela 10 – Valor agregado, participação e crescimento da BC total e dos Componentes da BC – Brasil, entre 1961 e 2007<sup>39</sup>.

	1961		2007		Crescimento 1961 – 2007
	gha (10 milhões)	%	gha (10 milhões)	%	
Plantação	8.7	5%	19.8	12%	128%
Pastagem	12.5	8%	19.7	12%	57%
Floresta	140.1	85%	126.0	74%	-10%
Pesca	3.1	2%	3.1	2%	-2%
Área Construída	0.8	0%	1.9	1%	147%
BC Total	165.2	100%	170.5	100%	3%

Fonte: *Global Footprint Network*.

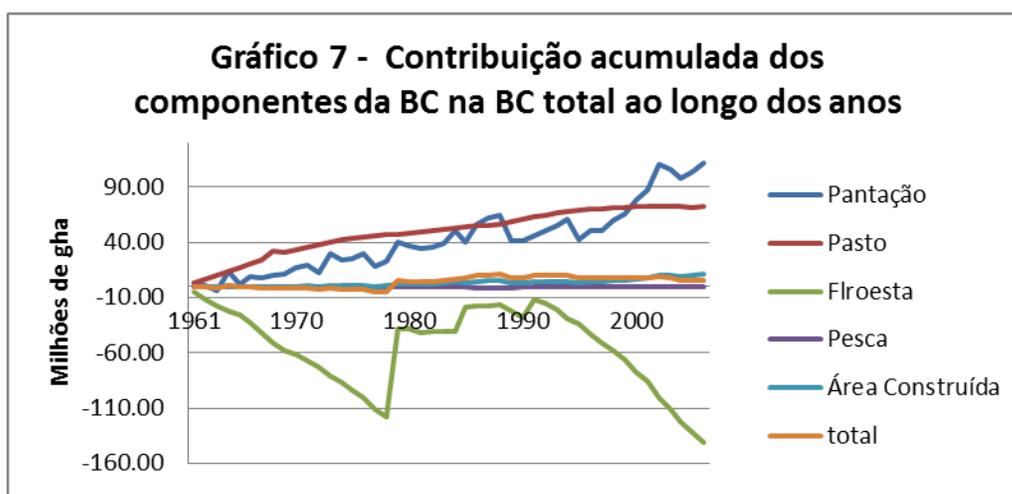
A BC da Floresta apresentou em 1961 uma participação de 85% sobre o total da BC, o que em 1961 significava 1.400 milhões de gha. No final do período, porém, esse montante caiu 10%, atingindo 1.260 milhões de gha, passando a representar 74% do total (apesar da queda de participação sua participação ainda é muito maior que a dos outros componentes). Sendo assim, a BC Floresta contribui negativamente com 140 milhões de gha sobre o aumento final de 50 milhões de gha da BC total. Em segundo lugar, em termos de contribuição, fica a BC Plantação, seu expressivo crescimento de 128% levaram-na a aumentar sua participação de 5% para a 12%, o que representou um acréscimo de 111 milhões de gha. Em terceiro lugar,

<sup>38</sup> O crescimento da BC brasileira de 3% é menor do que o da BC mundial de 3,6%, mesmo assim, o Brasil ainda possui a maior Biocapacidade do planeta (1.705 milhões de gha) e uma Biocapacidade *per capita* de 9 gha, que o coloca como sendo o 13º país com maior BC *per capita* no mundo, muito acima da média mundial de 1,8 gha por pessoa (GLOBAL ECOLOGICAL FOOTPRINT NETWORK b).

<sup>39</sup> Até aqui analisamos a PE em valores *per capita*, pois existe uma relação forte entre consumo *per capita*, tamanho populacional e a PE total, porém, ao se analisar a capacidade regenerativa brasileira total faz mais sentido analisa-la por componentes total e não por valores *per capita*.

temos a BC Pastagem, esse componente apresentou um crescimento de 57% para o período, o que representou um acréscimo de 72 milhões de gha e um aumento de 8% para 12% em sua participação relativa. A Pesca e a Área Construída apresentam juntas uma contribuição de apenas de 10,4 milhões de gha.

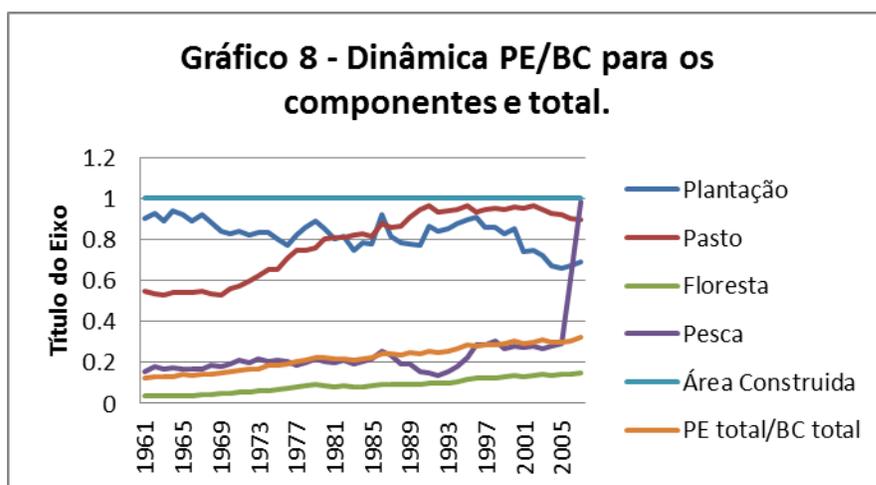
Abaixo segue o Gráfico 7 com a dinâmica das contribuições de cada componente para o total da BC. A BC Plantação apresentou contribuição crescente e com grandes variações ao longo dos anos, a PE Pastagem também apresentou contribuição crescente, porém com pouca variação. Já a contribuição da BC Floresta se mostra decrescente e com intensas variações durante o período analisado. Os outros componentes apresentaram inexpressiva contribuição e dinâmica ao longo dos anos. Nota-se nele que os grandes responsáveis pela dinâmica da BC, durante todo o período, foram: BC Floresta, BC Plantação e BC Pastagem.



Fonte: elaboração própria, dados: *Global Footprint Network*.

Podemos também analisar a sobrecarga ecológica individual de cada componente de uso de terra, que de certa forma faz mais sentido do que analisa-la em conjunto (BC total – PE total), pois, por exemplo, os efeitos de uma sobre pesca não são compensados por um excedente em BC Floresta. Dessa forma o Gráfico 8 nos mostra a relação PE e BC (PE/BC) ao longo dos anos. Se essa relação for maior do que 1, então PE é maior que BC e há sobrecarga ecológica, caso contrário BC é maior que PE e não estamos degradando o meio ambiente de cada tipo de uso de terreno.

Através desse gráfico constata-se que nenhum dos componentes atingiu o ponto de sobrecarga ecológica ao longo dos anos, apenas Pastagem e Plantação se aproximaram disso. O aumento da relação PE/BC para a Pastagem foi resultado principalmente da diminuição de sua BC *per capita* (38%). A diminuição dessa relação para a Plantação foi devido à queda de sua PE *per capita* (31%), sua BC *per capita* também cai, mas em menor proporção (10%). Para a Floresta, essa relação apresenta crescimento devido tanto a queda da BC Floresta (64%) quanto do aumento (de 54%) em sua contrapartida<sup>40</sup> (soma da PE Carbono com a PE Floresta, no qual a primeira cresceu 939% e a segunda caiu 64%). A relação PE Pesca/BC Pesca crescer devido ao aumento de 143% da PE Pesca (principalmente nos últimos 2 anos) e a queda da BC Pesca de 61%. Por razões metodológicas a PE Área Construída é igual a BC Área Construída<sup>41</sup>.



Fonte: elaboração própria, dados: *Global Footprint Network*.

## Discussão de Resultados

Podemos então concluir que, apesar da BC total brasileira ser muito maior que a sua PE total, o ponto de sobrecarga ecológico se tornou mais próximo com o passar dos anos devido ao aumento populacional (que gerou um aumento em todos os componentes da PE agregada), ao grande aumento do consumo *per capita* do CO<sub>2</sub>, ao aumento do consumo *per*

<sup>40</sup> Como visto no anteriormente no item 2.1.2 a PE CO<sub>2</sub> e a PE Floresta competem pela mesma BC Floresta.

<sup>41</sup> A PE Área construída calcula a quantidade de área potencial biologicamente produtiva que estaria disponível para consumo, já a BC Área construída calcula a quantidade de área potencia l biologicamente produtiva que deixou de estar disponível para consumo.

*capita* da Pastagem entre os anos de 1975 e 2000 (aproximadamente) e à diminuição da capacidade regenerativo-absortiva da Floresta. A Pastagem e a Plantação são os tipos de uso de terreno que estão mais próximo de atingir a sobrecarga ecológica individual e, por isso, são esses tipos de uso do solo que devemos controlar, caso contrário degeneramos o meio ambiente.

O consumo brasileiro de recursos naturais renováveis ainda tem espaço para crescer em todos os tipos de uso da terra e em sua totalidade devido ao enorme BC presente em nosso território. Porém, se compararmos a PE brasileira com a BC mundial, vemos que a primeira se encontra 61% acima da Biocapacidade *per capita* do planeta (1,8 gha), isso significa que o Brasil apresenta sobrecarga ecológica de 1,61 vezes a capacidade regenerativa mundial, que não contribuimos com a preservação do ecossistema mundial e que estamos prejudicando a capacidade das futuras gerações em obter bem estar. Com essas duas perspectivas em mente surge então a dúvida de qual seria o ponto de consumo de recursos naturais mais eficiente para o Brasil, de modo a considerar tanto as necessidades quanto os limites do Brasil e do Mundo.

Sobre isso, a ONG *Global Footprint Network* nos diz que os indicadores propostos por si só não desenham conclusões ou fazem suposições sobre quem deveria usar o que, e mais, diz que:

*Rather, these are social and political choices that the Ecological Footprint itself cannot make. While the Ecological Footprint can help to inform these choices, conclusions about what represents a “fair share” or an “equitable use” are moral and ethical choices, and the Ecological Footprint accounts are descriptive in nature (Global Footprint Network website)<sup>42</sup>.*

O Brasil, assim como todos os outros países, procura aumentar a renda de sua população e assim aumentar o acesso dela a melhores bens e serviços – ou seja, o acesso a mais bem estar. No entanto, se os países pobres e os outros países do mundo atingissem essa meta disponibilizando à sua população os mesmos padrões de consumo de um habitante comum dos Estados Unidos ou dos Emirados Árabes Unidos, “seria necessário uma BC equivalente a mais de 4,5 planetas para manter o consumo e as emissões de CO<sub>2</sub>” (BARLOW *et al.* 2010, p.36). O que deixa clara a impossibilidade dos países pobres promoverem um

---

<sup>42</sup> Disponível em: [http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/frequently\\_asked\\_technical\\_questions/](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/frequently_asked_technical_questions/). Acesso: 27/11/2012

crescimento econômico que os levem aos mesmos moldes do consumo de recursos naturais feitos atualmente pelos países desenvolvidos, sem gerar com isso grandes impactos ambientais e perdas de bem estar das gerações futuras. Assim, a saída não seria deixar de perseguir o mesmo nível de bem desfrutado pelos países ricos, mas, como diz Barlow (2010):

[...] temos que encontrar formas de conseguir o mesmo, e até mais, com muito menos. A continuidade do consumo dos recursos do planeta em velocidade superior à sua capacidade de reposição está destruindo justamente os sistemas dos quais dependemos. Precisamos gerir os recursos seguindo o ritmo e a escala da natureza.” (BARLOW *et al.* 2010, p.5).

### 3 Estudo de caso: Crescimento econômico brasileiro versus a PE e a BC brasileiras

Pretendemos verificar nesse capítulo em que grau a dinâmica do crescimento econômico brasileiro dos últimos anos explica a dinâmica das variáveis responsáveis pela aproximação brasileira do ponto de Sobrecarga Ecológica.

Para isso, primeiramente, introduziremos a dinâmica do PIB brasileiro e dos setores de atividades entre 1961 a 2007. Depois buscaremos correlacionar suas dinâmicas com a dos indicadores de PE e seus componentes e depois aprofundaremos a análise procurando verificar como os diferentes setores de atividade econômica interagem com os indicadores e seus componentes analisados. O mesmo será feito para a BC e seus componentes.

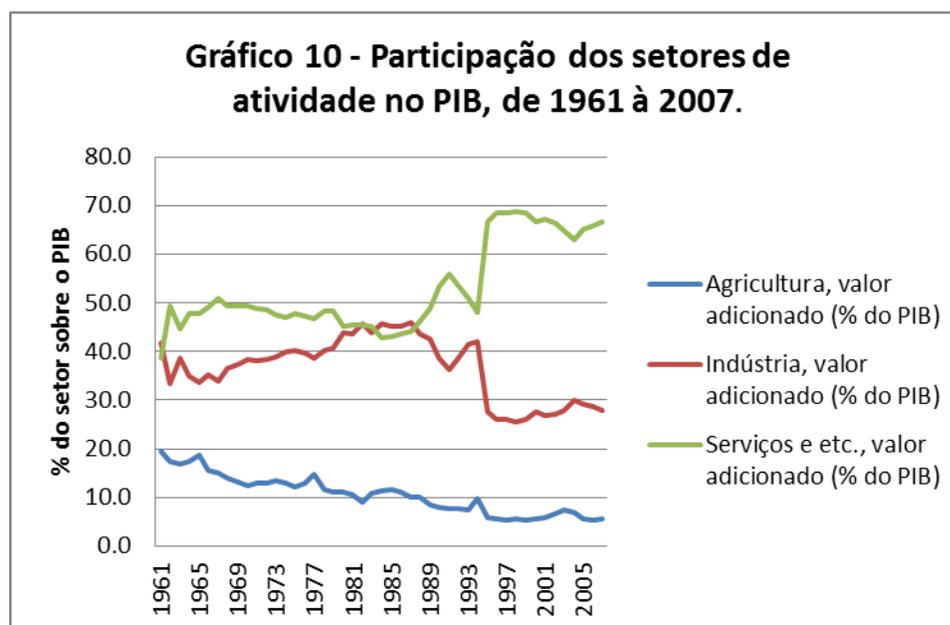
#### 3.1 Dinâmica do crescimento econômico brasileiro por setor de atividade, entre 1961 e 2007



Fonte: elaboração própria, dados: *World Databank*.

Durante o período de 1961 a 2007 o PIB brasileiro cresceu de 212 bilhões de dólares para 1,5 trilhões de dólares, isso representa um crescimento médio de 4,2% a.a. ou de 7 vezes o seu valor inicial. O gráfico acima nos mostra a trajetória do PIB brasileiro ao longo dos anos, nota-se que ela nem sempre foi positiva, há períodos de turbulências e queda entre 1980 até 1983, em 1988 e em 1990.

O Produto Interno Bruto de um país pode ser dividido em três setores de atividade que compõem a atividade econômica, são eles: Agricultura, Indústria e Serviços. Cada um desses setores apresentam importância e dinâmicas de crescimento distintas. A análise de suas trajetórias é uma das maneiras de explicar o comportamento do PIB ao longo dos anos. O Gráfico 10 nos mostra a trajetória da participação relativa de cada setor de atividade no PIB. Nele temos que a participação da Agricultura no PIB brasileiro apresentou uma expressiva queda, caindo de 19% em 1961 para 5,6% de participação relativa em 2007. Já em termos absolutos representou um modesto crescimento de 1,07% a.a., que no final do período foi suficiente apenas para duplicar os US\$ 41 bilhões iniciais em US\$ 83 bilhões em 2007.

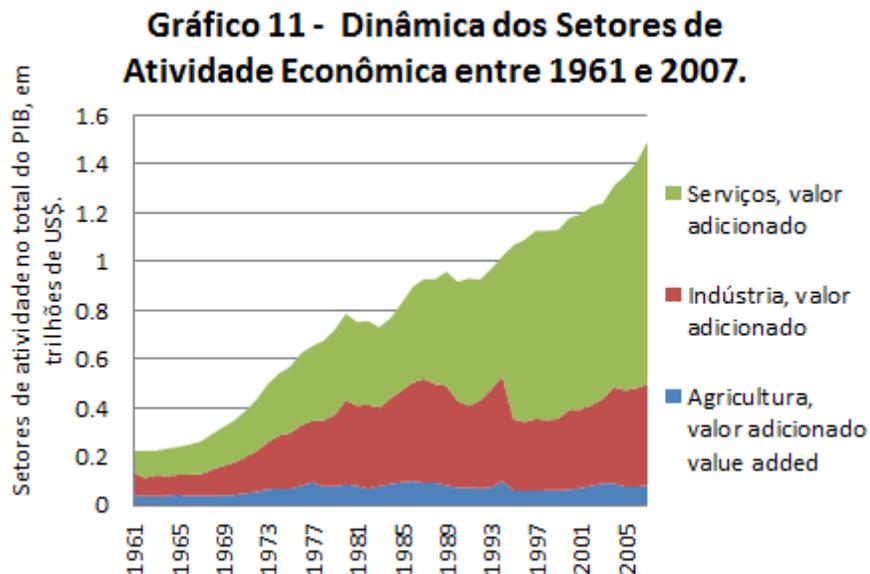


Fonte: elaboração própria, dados: *World Databank*

A participação do setor Industrial oscilou em torno dos 40% até 1994, após esse ano sua participação cai e permanece em um novo patamar de 26% até 2007. Em valores absolutos ele cresce de US\$ 88 bilhões em 1961, chegando a US\$ 430 bilhões em 1994, porém, em 1995 a grande queda em sua participação relativa representou uma queda para US\$290 bilhões, valor esse que volta a crescer chegando a atingir US\$410 bilhões em 2007.

Vê-se no Gráfico 10 que o setor de Serviços apresenta tendência contrária a apresentada pela Indústria. Inicialmente esse setor apresentou oscilação em torno de 47% de participação até 1994, a partir de então dá um salto e se estabelece em um novo patamar,

representando 67% do PIB. Em valores absolutos sai de US\$ 83 bilhões em 1961, cresce até US\$ 491 bilhões em 1994 e dá um salto para 712 bilhões em 1995. Após 1995 cresce com taxas parecidas com a do PIB até 2007 e atinge US\$ 994 bilhões.

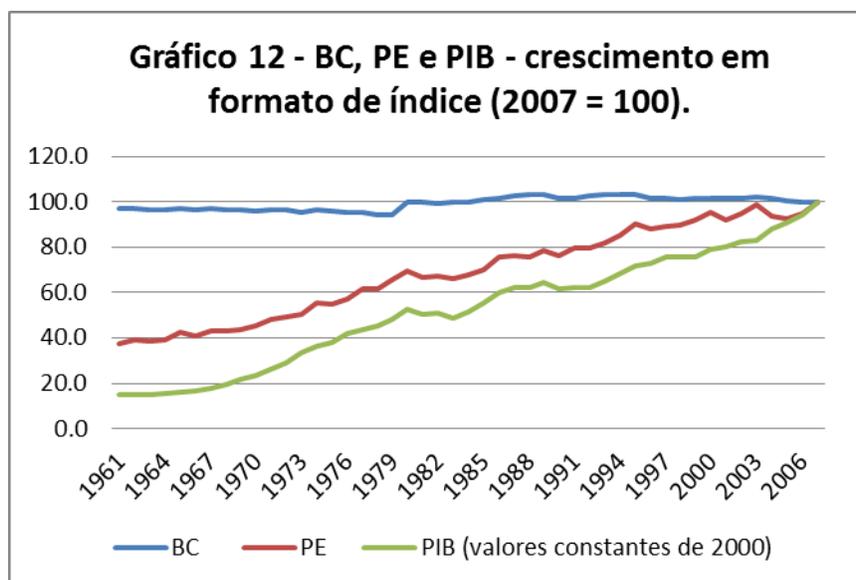


Fonte: elaboração própria, dados: *World Databank*.

O Gráfico 11 nos mostra a contribuição de cada setor de atividade no total do PIB, fica fácil ver que, dentre os três setores de atividade econômicas, o que menos contribuiu com a dinâmica do PIB foi o Setor Agrícola, isso porque seu crescimento foi muito pequeno e não explica elevada trajetória de crescimento do PIB. De 1961 até 1989, tanto a Indústria quanto o setor de Serviços apresentam contribuições importantes que explicam a dinâmica do PIB. Nesse período o PIB cresceu US\$ 746 milhões, sendo que 49% desse crescimento decorrem do setor de Serviços e 46% da Indústria. Já durante o período de 1989 até 2007 verificou-se um crescimento no Setor de Serviços (112%) e uma “estagnação” do Setor Industrial (crescimento de 2%), de modo que o aumento de US\$ 533 bilhões do PIB é 98% explicado pelo crescimento no setor de serviços, enquanto que a Indústria responde por apenas 1% do crescimento do PIB.

### 3.2 Relação entre o crescimento econômico brasileiro e a demanda e oferta de recursos naturais renováveis.

Nessa etapa relacionaremos a dinâmica do nível de atividade econômica brasileira com a dos indicadores de oferta e demanda de recursos naturais, para isso, elaboramos um gráfico que representa as trajetórias de crescimento das variáveis analisadas. Note que os valores estão em forma de índice, todas as variáveis apresentam o valor 100 em 2007 e os valores dos índices não representam os valores originais das variáveis, mas sim suas dinâmicas de crescimento.



Fonte: elaboração própria, dados: *World Databank*.

Com a ajuda do Gráfico 12 percebemos uma clara sincronia nas alterações do PIB e da PE entre os anos de 1978 e 1995, o que indica uma possível relação entre essas duas variáveis. Essa suspeita se confirma quando verificamos o resultado do cálculo de correlação entre elas, o resultado apresentado de 0.989 corresponde a uma fortíssima correlação positiva entre o PIB e a PE agregada. Contudo, pelo fato de as séries apresentarem tendências comuns de crescimento em longo prazo, a relação entre essas séries tende a ser elevada, sem que haja necessariamente uma relação entre causa e efeito entre elas. Para contornar esse problema analisaremos a correlação entre suas respectivas taxas de crescimento. Após novo cálculo, verificamos um valor de 0,44, o qual representa uma correlação moderadamente forte

e positiva, ou seja, variações positivas em uma variável tem correlação com variações positivas da outra.

O valor de uma correlação por si só não expressa uma relação de causa entre as variáveis, de modo que não nos responde se é o aumento do PE que leva ao aumento do PIB, ou o contrário. Porém, nesse caso, faz mais sentido dizer que variações na renda nacional levam à variações no consumo de recursos naturais renováveis do que o inverso. E por isso, diremos que essa correlação moderadamente forte e positiva significa que variações positivas da renda tendem a afetar positivamente a PE, assim como variações negativas do PIB tendem a afetar negativamente a PE.

Visto isso, o próximo passo será o de verificar como os setores de atividade econômica se relacionam com a PE. Para tanto foi calculado a correlação entre os três setores de atividades e a PE, tanto para valores absolutos quanto para taxas de crescimento. Os resultados estão expressos na Tabela 11 abaixo.

Tabela 11 – Correlação entre os setores de atividade e a PE, para valores absolutos e taxas de crescimento.

	<u>PE [Absoluto]</u>	<u>PE [Taxa de Crescimento]</u>
Agricultura	0.63	0.26
Indústria	0.85	0.03
Serviços	0.96	0.32
PIB	0.99	0.44

Fonte: elaboração própria, dados: *World Databank* e *Global Footprint Network*.

Logo de início percebemos que a correlação entre os valores absolutos dos setores de atividade e da PE são bem maiores do que no relativo a taxa de crescimento, isso ocorre porque ambas as séries apresentam tendência de crescimento em longo prazo e não por indicar uma relação de causa e efeito entre elas. Para cercar esse tipo de problema analisamos correlação das taxas de crescimento das variáveis.

Considerando apenas os resultados para a taxa de crescimento vemos que todas as correlações apresentam pouca/moderada força e direção positiva. Dentre elas, a correlação que mais se destaca é a da taxa de crescimento dos Serviços com a taxa de crescimento da PE, pois, é a que apresenta maior força (0,32), em seguida vem a da Agricultura (com 0,26) e

por último a da Indústria com uma fraca correlação (com 0,03). Esses valores indicam que tanto o crescimento da Agricultura quanto da Indústria apresentam pouca força para explicar uma relação direta com o crescimento do consumo de recursos naturais renováveis. Já a taxa de crescimento dos Serviços apresenta moderada relação com a taxa de crescimento da demanda de recursos naturais renováveis, sendo assim: variações positivas no crescimento do PIB dos Serviços explicam parte das variações positivas na PE. O gráfico abaixo mostra as taxas de crescimento de Serviços e da PE, visualmente há pouca correlação.



Fonte: elaboração própria, dados: *World Databank* e *Global Footprint Network*.

Vimos que o PIB apresenta força moderada de explicação das variações na PE e que, dos setores de atividade econômica, o Setor de Serviços é o que mais explica a dinâmica da PE. Agora queremos descobrir se o mesmo pode ser visto para os componentes da PE. A Tabela 12 abaixo reúne os resultados das correlações entre o PIB e os seis componentes da PE. Dentre todos, os que mais se destacam pela força apresentada são: Pastagem com o PIB, cujo valor é 0.40 e Carbono com o PIB, com 0.55. Por ambos representarem uma força moderada e positiva podemos dizer que variações no PIB estão relacionadas com as variações da PE Pastagem e da PE Carbono. O sentido de determinação que mais faz sentido atribuir para essas relações é dizer que as variações do PIB tendem a explicar parte das variações desses componentes. Enquanto que os outros componentes, por não apresentarem força de correlação relevante (PE Plantação: 0.25; PE Floresta: 0.08; PE Pesca: 0.16), não apresentam relação com a dinâmica do PIB.

Os resultados apresentados na Tabela 12 nos permitem ampliar a análise para os setores de atividade econômica e assim examinarmos como os diferentes setores de atividade econômica explicam a dinâmica da PE do Carbono e da Pastagem. Verificamos então que,

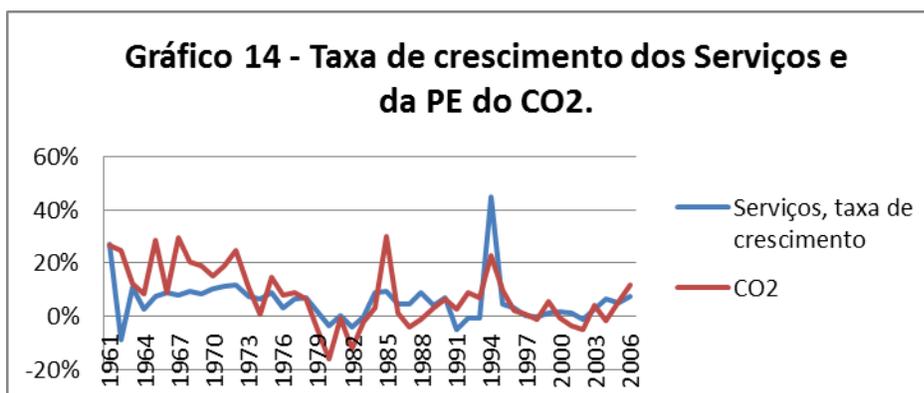
dentre os três setores de atividade econômica, é o Serviço que mais explica as variabilidades da PE do Carbono, pois, sua correlação é 0,52, enquanto que com a Indústria é 0,15 e com a Agricultura é -0,08. Destaque para o fato de que juntos os setores de atividade explicam mais a PE do CO2 (0.55) do que o Setor de Serviços separadamente (0.52).

Tabela 12 - Correlação entre taxas de crescimento dos setores de Atividade e dos componentes da PE.

	Plantação	Pastagem	Floresta	Pesca	Carbono	Área Construída	PE
Agricultura	0,30	0,21	-0,05	-0,06	-0,08	0,40	0,26
Industria	0,02	0,11	0,03	-0,08	0,15	0,15	0,03
Serviços	0,13	0,22	0,07	0,24	0,52	-0,22	0,32
PIB	0,25	0,40	0,08	0,16	0,55	0,08	0,44

Fonte: *Global Footprint Network*.

O Gráfico 14 expressa as taxas de crescimento dos Serviços e do CO2, percebe-se que visualmente há pouca correlação entre elas.



Fonte: elaboração própria, dados: *World Databank* e *Global Footprint Network*.

Embora haja uma moderada correlação entre o PIB e a PE Pastagem o mesmo não se verifica para os setores de atividade econômica. Isso porque todos os resultados das correlações entre as variáveis apresentam força fraca (Serviços 0,22, Indústria, 0,11 e Agricultura, 0,21). Deste modo, o que com mais força explicaria a dinâmica da PE da Pastagem é o conjunto dos setores de atividade econômica (PIB) e não eles em separado.

Uma correlação entre os setores de atividade e os componentes da PE que se destaca é entre a Agricultura e a PE Plantação, com valor de 0.3 apresenta força fraca/moderada e sinal positivo, o que indica que o PIB Agrícola explica parte das variações da PE Plantação. As outras correlações não apresentaram força significativa que nos possibilite estabelecer relações entre a atividade econômica e os outros componentes da PE<sup>43</sup>.

No que se refere à relação do PIB agregado com a BC agregada o Gráfico 12 não mostra visualmente nenhuma relação. Se calcularmos a correlação entre suas taxas de crescimento vemos uma correlação com força de 0,16. Apesar do PIB e da BC apresentarem força de correlação fraca não significa que não existam correlações relevantes do PIB ou dos setores de atividade com a BC agregada ou com seus componentes e, por isso, as calculamos e expomos os resultados na Tabela abaixo.

Tabela 13 - Correlação entre taxas de crescimento dos setores de Atividade e dos componentes da BC.

	Plantação	Pastagem	Floresta	Pesca	Área Construída	BC
Agricultura	0,32	-0,05	0,07	-0,10	0,40	0,23
Industria	0,10	0,03	0,18	-0,24	0,15	0,21
Serviços	-0,06	0,21	-0,10	-0,03	-0,22	-0,11
PIB	0,15	0,15	0,11	-0,28	0,08	0,16

Fonte: *Global Footprint Network*.

A Tabela 13 nos mostra que a maioria das correlações não apresentam força significativa, o que indica que tanto as variações do PIB brasileiro quanto dos setores de atividade não explicam a dinâmica da BC e da maioria de seus componentes. A exceção ocorre apenas quando nos referimos à correlação entre a taxa de crescimento da Agricultura e da PE Plantação, pois, seu valor de 0.32, indica que o PIB Agrícola explica parte da dinâmica da BC da Plantação (faz sentido se tivermos em mente que o aumento do PIB tende a elevar a produtividade no campo e a substituir áreas com outros tipos de uso de solo menos produtivo por outros tipos de uso com maior rentabilidade, como a substituição de florestas por plantações).

<sup>43</sup> A correlação entre a PE Área Construída e o PIB Agrícola apresenta-se como moderadamente forte. Porém, como a PE e BC Área construída são as mesma, esse tipo de uso do solo não interfere nos cálculos da sobrecarga ecológica (no cálculo da sobrecarga ecológica a variação da BC Área construída é cancelada pela mesma variação da PE Área construída). E, por isso, não consideramos esse tipo de uso de terreno como variável explicativa para a aproximação brasileira do ponto de sobrecarga ecológica.

Normalmente o aumento do PIB tende a aumentar a produtividade total da terra, no caso brasileiro o aumento do PIB não degradou e diminuiu a área total biologicamente produtiva (pois, ainda não ultrapassamos o ponto de sobrecarga ecológica, ou seja, não degradamos o meio ambiente). Se analisarmos os componentes da BC, o aumento do PIB pode levar, além do aumento de produtividade do tipo de uso de terra, à substituição da área de um tipo de uso do solo por outro. Por exemplo, o grande aumento da BC Plantação brasileira visto está relacionado tanto com o aumento da produtividade como com a substituição do uso da área que antes era destinada as florestas para plantações, e, conseqüentemente, isso explica parte da queda da BC Floresta (Tabela 10).

Temos então que a trajetória de crescimento da economia brasileira ao longo dos anos é capaz de nos explicar parte da dinâmica da PE da Pastagem e da PE do Carbono (sendo que o setor de Serviço sozinho responde pela maior parte da variabilidade do Carbono), e que o setor Agrícola responde por parte da dinâmica da BC da Plantação. Os outros setores de atividade economia e o PIB apresentam pouca força para explicar a dinâmica dos outros componentes da PE e da BC.

## 4 Conclusão

A Economia Ecológica nos fornece arcabouço teórico para, de modo precavido, entender e buscar soluções para os problemas ambientais decorrentes do crescimento econômico. De acordo com ela não podemos deixar que o consumo de recursos naturais renováveis fosse maior que a capacidade de absorção e regeneração ecossistêmica, caso isso ocorra há uma diminuição do capital natural, que diminui as possibilidades das futuras gerações obterem bem estar e pode gerar perdas ecossistêmicas irreversíveis e catastróficas.

Apesar do Brasil se encontrar em uma situação interna relativamente confortável no que se refere à sobrecarga ecológica, essa situação vem se degenerando com o passar dos anos. Isso porque a PE total vem crescendo mais rápido que a BC total. A PE total foi principalmente afetada pelo crescimento populacional, pelo crescimento da PE *per capita* do Carbono e da PE *per capita* da Pastagem, já a BC agregada teve fraco desempenho devido a grande queda da BC da Floresta.

Parte dessa dinâmica foi resultado do crescimento econômico brasileiro, visto que essa apresenta força moderada para explicar o crescimento da PE *per capita* do Carbono (0.55) e da Pastagem (0.40), embora não apresente relação significativa com a BC da Floresta (0.11). Conclui-se então que a continuidade das taxas de crescimento econômico tende a elevar a PE *per capita* do CO<sub>2</sub> e das Pastagens, que por sua vez tende a elevar a PE agregada (mantendo-se o mesmo crescimento populacional). Já a BC agregada não deve se alterar significativamente devido ao crescimento econômico enquanto estivermos abaixo do ponto de sobrecarga ecológica, após esse ponto a Economia Ecológica diz que ocorre uma degradação do capital natural e conseqüente diminuição da BC agregada.

## Referências Bibliográficas

ANDRADE D. C.; ROMEIRO A. R., 2009 a. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e para o bem-estar humano. (Texto para discussão), IE/Unicamp, n. 155, Fev., 2009. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=1785&tp=a>. Acesso em 05/08/2012.

ANDRADE D. C.; ROMEIRO A. R., 2009 b. *Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”* (Texto para discussão), IE/Unicamp, n. 159. Mai., 2009. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=1789&tp=a>. Acesso em 05/08/2012.

ARRAES R. A.; DINIZ M.B.; DINIZ M.J.T. Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 44, n. 3, p. 525-547, 2006.

ARROW K.; BOLIN B.; COSTANZA R.; DASGUPTA P.; FOLKE C.; HOLLING C. S.; JANSSON B. O.; LEVIN S.; MALER K. G.; PERRINGS C.; PIMENTEL D. Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment. *Science*, v. 268, Abr. 28, 1995.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Relatório de Inflação Setembro 2011*. v.13, n.3, p.19, 2011. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/htms/relinf/port/2011/09/ri201109c1p.pdf>. Acesso: 17/10/11.

BANCO MUNDIAL. “*Informe sobre el desarrollo mundial 1992: desarrollo y medio ambiente*”. Washington: Banco Mundial. 1992. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/1992/05/12701739/world-development-report-1992-development-environment-informe-sobre-el-desarrollo-mundial-1992-desarrollo-y-medio-ambiente>. Acesso: 27/11/2012.

BARLOW D.; BLADEN S.; HANSSON C. B.; DESCHUTTER G.; EGHENTER C.; GROOTEN C.; HADEED L.; LUZ K.; POLLARD D.; RAO T.; STAFFORD R. Planeta Vivo Relatório 2010 – biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento. WWF International: Gland, Zoological Society of London: London, Global Footprint Network: Oakland, 2010.

BARROS R.; HENRIQUES R. & MENDONÇA R. A Estabilidade Inaceitável: Desigualdade e Pobreza no Brasil. (Texto para Discussão). Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, n. 800, 2001. Disponível em: [https://www.tce.to.gov.br/sitephp/aplic/licitacao/documentos/editais/td\\_0800.pdf](https://www.tce.to.gov.br/sitephp/aplic/licitacao/documentos/editais/td_0800.pdf). Acesso:17/10/11.

BORUCKE M.; MOORE D.; CRASTON G.; GRACEY K.; IHA K.; LARSON J.; LAZARUS E.; MORALES J. C.; WACKERNAGEL M.; GALLI A. “*Accounting for demand and supply of the biosphere’s regenerative capacity: The National Footprint Accounts’ underlying methodology and framework*”. Editora: Elsevier, v. 24, Jan. 1, 2013. Disponível em: <http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/accounting-for-demand-and-supply-of-the-biosphere-s-regenerative-capG10mXrS> ou [http://www.footprintnetwork.org/images/article\\_uploads/NFA\\_Method\\_Paper\\_2011.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/NFA_Method_Paper_2011.pdf) (último acesso: 26/11/2012).

BOUSQUET A.; FAVARD P. “Does S. Kuznets’ Belief Question the Environmental Kuznets

Curves?”. Nov., p. 6, 2000. Disponível em: [http://neeo.univ-tlse1.fr/2256/1/107\\_00.pdf](http://neeo.univ-tlse1.fr/2256/1/107_00.pdf). Acesso em 13/10/2012

CECHIN A. D. Georgescu-Roegen e o desenvolvimento sustentável: diálogo ou anátema? 2008. 208 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo. Disponível: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-15092008-102847/pt-br.php>. Acesso: 11/10/2012.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso futuro comum. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COSTANZA R.; DALY H.; FOLKE C.; HAWKEN P.; HOLLING C. S.; MCMICHAEL A. J.; PIMENTEL D.; RAPPORT D. “Managing our environmental portfolio”. *BioScience*, v. 50, n. 2, p.149–155, 2000.

CROPPER M.; GRIFFITHS G. “The Interaction of Population, Growth and Environmental Quality”. *American Economic Review*, v.84, p. 250-254, 1994.

DALY H. E. “*Beyond Growth. The Economics of Sustainable Development*”. Boston: Beacon Press, 1996.

DALY H. E. *Desenvolvimento Sustentável: Definições, Princípios, Políticas, Cadernos de Estudos Sociais*, v. 18, n. 2, jul./dez., 2002.

DALY H. E. Crescimento sustentável? não, obrigado. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 7, n. 2, p.197-202, dez., 2004.

EWING B.; A. REED; A. GALLI; J. KITZES; M. WACKERNAGEL. “Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition”. Oakland: Global Footprint Network, 2010a. Disponível em: [http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/National\\_Footprint\\_Accounts\\_Method\\_Paper\\_2\\_010.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/National_Footprint_Accounts_Method_Paper_2_010.pdf). Acesso: 17/10/11

EWING B.; D. MOORE; S. GOLDFINGER; A. OURSLER; A. REED; M. WACKERNAGER. “The Ecological Footprint Atlas 2010”. Oakland: Global Footprint Network, 2010b. Disponível em: [http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological\\_Footprint\\_Atlas\\_2010.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf). Acesso: 10/8/11.

FASIABEN M. C.; MAIA A. G.; BARONI L.; LAZOU J., 2011. Composição da pegada ecológica no Brasil: participação da agropecuária e mecanismos de mitigação. *Anais do IX encontro da sociedade brasileira de economia ecológica*, Brasília.

FIALA N. “Measuring sustainability: Why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science”. *Ecol. Econ.*, v. 67, p. 519–525, 2008.

GEORGESCU-ROEGEN N. “The entropy Law and the economic process in retrospect”. *Eastern Economic Journal*, v. XII, n. 1, p. 3-25, 1986.

GROSSMAN G. M., KRUEGER A. B. “Economic Growth and the Environment”. *NBER Working*

Paper, nº 4634, fev., 1994.

HAMÚ D. Equilíbrio entre homem e natureza. In: BARLOW D. et al. *Planeta Vivo Relatório 2010 – biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento*. WWF International: Gland, Zoological Society of London: London, Global Footprint Network: Oakland, 2010.

HILTON H.; LEVINSON A. “Factoring the Environmental Kuznets Curve: evidence from automotive lead emissions”, *Journal of Environmental Economics and Management*, v.35, p.126-141., 1998.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Resultados Preliminares do Universo. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000408.pdf>. Acesso: 17/10/11.

KITZES J.; A. GALLI; S.M. RIZK; A. REED; M. WACKERNAGEL. 2008. Guidebook to the National Footprint Accounts: 2008 Edition. Oakland: Global Footprint Network.

LAZOU J.; MAIA A. G. “Decent work and ecological sustainability – a question of distribution?”. 2011. Disponível: [http://www.w.global-labour-university.org/fileadmin/GLU\\_conference\\_2011/papers/James\\_Lazou.pdf](http://www.w.global-labour-university.org/fileadmin/GLU_conference_2011/papers/James_Lazou.pdf). Acesso: 15/08/2012

LEAPE J.P. Com o foco no futuro. In: BARLOW, D. et al. *Planeta Vivo Relatório 2010 – biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento*. WWF International: Gland, Zoological Society of London: London, Global Footprint Network: Oakland, 2010.

MADURO-ABREU A.; NASCIMENTO D.; MACHADO L.; COSTA, H. Os limites da Pegada Ecológica. *Desenvolvimento e meio ambiente*, n. 19, p. 73-87, Jan./Jun. Editora UFPR, Curitiba, 2009.

NOBRE M., AMAZONAS M. C., (Org.). *Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito*. Brasília: Edições IBAMA, 2002.

ROMEIRO A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade? (Texto para Discussão), IE/Unicamp, n. 102. Set., 2001. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=1732&tp=a>. Acesso em 05/08/2012.

ROMEIRO A. R. Desenvolvimento sustentável: *uma perspectiva econômico-ecológica*. (Texto para Discussão), IE/Unicamp, n. 195. Out., 2011. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=3152&tp=a>. Acesso em 05/08/2012

SOLOW R. *Growth Theory: an exposition*. Oxford University Press (2 ed.), 2000.

VAN DEN BERGH, J. C. J. M.; VERBRUGGEN, H. “Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the ecological footprint”. *Ecological Economics*, v. 29, p. 61-72, 1999.

VAN KOOTEN G. C.; BULTE E. H. “The ecological footprint: useful science or politics?” *Ecol. Econ.* 32, v. 3, p. 385 - 389, 2000.

VEIGA J. E. *Desenvolvimento sustentável. O desafio do Século XXI*. São Paulo: Garamond. 3 ed, 2008.

WACKERNAGEL M.; N. B. SCHULZ; D. DEUMLING; A. C. LINARES, M. JENKINS; V. KAPOS; C. MONFFREDA; J. LOH; N. MYERS; R. NORGAARD; J. RANDERS. 2002. "Tracking the ecological overshoot of the human economy". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. v.99, n. 14, Jun. 9, p. 9266 - 9271. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC123129/pdf/pq1402009266.pdf>. Acesso em: 26/11/2012.