



## DESACOPLAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NO BRASIL

**Layza da Rocha Soares**

Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal Fluminense - UFF  
Campus do Gragoatá, Bloco F, 5º andar, São Domingos, Niterói – RJ, Brasil - 24210-510  
[layzars@gmail.com](mailto:layzars@gmail.com)

**Luciana Togeiro de Almeida**

Faculdade de Economia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP,  
Araraquara-SP, Brasil  
[ltogeiro@fclar.unesp.br](mailto:ltogeiro@fclar.unesp.br)

### Resumo

Este artigo tem como objetivo investigar a ocorrência de desacoplamento de impacto ambiental do crescimento econômico no Brasil a partir da construção de um painel de treze indicadores de pressão ambiental, agrupados em cinco dimensões: atmosfera, terra, água, biodiversidade e saneamento. Há evidências de desacoplamento para quase todas as dimensões ambientais, exceto terra, como previsto pela literatura quanto às melhorias de alguns aspectos ambientais relacionados ao crescimento da renda. Diferente de muitos países desenvolvidos, no Brasil houve desacoplamento absoluto das emissões de gases do efeito estufa entre 1990 e 2012, principalmente, devido à redução do desmatamento da Amazônia Legal. De modo geral, esses resultados estão relacionados à ocorrência de mudanças regulatórias, aumento da produtividade da agropecuária e maior pressão social por melhores condições ambientais em razão da elevação da renda. Entretanto, é preciso avançar o olhar para outros indicadores que contrastam com esse panorama favorável ao meio ambiente: elevado crescimento do uso de fertilizantes nas áreas cultivadas; permanência da poluição das águas em algumas regiões do país; e falta de acesso aos serviços de saneamento básico de grande parcela da população rural, especialmente. Esses indicadores demonstram que o desacoplamento evidenciado não ocorreu de modo abrangente.

**Palavras-chave:** desacoplamento de impacto, crescimento econômico, indicadores ambientais.

### Abstract

This article aims to investigate the occurrence of environmental impact decoupling from economic growth in Brazil. Through the construction of a thirteen environmental pressure indicators panel that is divided into five dimensions: atmosphere, land, water, biodiversity, sanitation. We found evidence of decoupling for almost all environmental dimensions, except land, as predicted by the literature on the improvements of some environmental aspects related to income growth. Unlike many developed countries, in Brazil there was absolute decoupling of greenhouse gas emissions between 1990 and 2012, mainly due to the reduction of deforestation in the Legal Amazon. In general, these results are related to the occurrence of regulatory changes, increase of agricultural productivity and greater social pressure for improvements in environmental conditions due to the increase in income. However, we need to look at other indicators that contrast with this favorable environmental scenario: high growth of fertilizer use in cultivated areas; water pollution in some regions of the country; and lack of access to basic sanitation services for a large portion of the rural population, especially. These results indicate that the evidenced impact decoupling in Brazil has not occurred comprehensively.

**Keywords:** impact decoupling, economic growth, environmental indicators.

**JEL Codes:** Q53, Q56, Q57



## 1. Introdução

Diante das evidências dos impactos causados pela atividade econômica sobre o meio ambiente, em 2009, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lança a Iniciativa Economia Verde que compreende um conjunto de recomendações voltadas para estimular o crescimento econômico com inclusão social e sustentabilidade ambiental. Para isso, o PNUMA passa a utilizar o conceito-chave de desacoplamento<sup>1</sup>, que expressa uma trajetória de longo prazo de crescimento econômico com redução das pressões ambientais – menor consumo de recursos naturais e poluição ambiental - e aumento de bem-estar.

O conceito de desacoplamento refere-se às mudanças temporais no relacionamento entre pressão ambiental e forças motrizes econômicas (OCDE, 2002). UNEP (2011) define dois tipos de desacoplamento: de recursos e de impacto. O desacoplamento de recursos representa uma redução na taxa de consumo de recursos naturais por unidade de produção (PIB).

Já o desacoplamento de impacto corresponde ao aumento do PIB seguido por uma redução da poluição ambiental. Esta poluição pode resultar da extração de recursos naturais (por exemplo, da contaminação de água pela extração de minério); do processo de produção (degradação do solo e geração de resíduos industriais); da utilização de matérias-primas (emissão de CO<sub>2</sub> no transporte); e após a fase de consumo do produto (geração de resíduos).

O desacoplamento de impactos pode ser relativo ou absoluto. O desacoplamento relativo ocorre sempre que a taxa de crescimento do impacto ambiental é inferior à taxa de crescimento econômico. E desacoplamento absoluto ocorre quando a taxa de crescimento do dano ambiental é nula ou negativa, independente da taxa de crescimento do PIB. Os indicadores de desacoplamento são importantes para fornecer informações, avaliar e fomentar políticas voltadas para sustentabilidade ambiental<sup>2</sup>.

O Brasil alcançou uma posição entre as dez maiores economias do mundo (World Bank, 2013), todavia permanece com graves problemas socioambientais como aqueles causados pela falta de saneamento básico, destinação inadequada de resíduos, característicos de países menos desenvolvidos. Além disso, o uso intensivo de recursos naturais na atividade econômica brasileira (grande exportadora de *commodities* agrícolas e minerais) aumenta o seu potencial de impactos ambientais, como: diminuição dos recursos e serviços naturais, poluição do solo e da água pela extração de minérios, poluição do ar devido à utilização de combustíveis fósseis, entre outros.

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo investigar a ocorrência de desacoplamento de impacto no Brasil, através da construção de um painel de indicadores de pressão ambiental dividido em cinco dimensões: atmosfera, terra, água, biodiversidade, saneamento. Estas dimensões retratam diferentes tipos de poluição ambiental, tais como degradação do solo, poluição de águas de rios e marinhas, redução da biodiversidade,

<sup>1</sup> O conceito de desacoplamento foi utilizado pela primeira vez pela OCDE, em 2001, como sendo um dos principais objetivos de sua "Estratégia Ambiental para a Primeira Década do Século 21" -*Environmental Strategy for the First Decade of the 21 Century* (UNEP, 2011); com a finalidade de fornecer orientações para a realização de políticas que integrassem os pilares econômico, social e ambiental nos países membros da OCDE.

<sup>2</sup> Por exemplo, desde 2001, a OCDE produz indicadores de desacoplamento que correspondem às mudanças climáticas, poluição do ar, da água, disposição de resíduos sólidos, uso de recursos naturais, entre outros para avaliar o desenvolvimento de políticas voltadas para o desenvolvimento sustentável (OCDE, 2002).



poluição do ar e falta de saneamento básico.

O painel é composto por treze indicadores, que, devido à disponibilidade de dados, referem-se a diferentes intervalos de tempo, com o propósito de apresentar o maior período possível de dados para cada dimensão, e assim, realizar uma análise de longo prazo. De modo geral, os indicadores abrangem os anos de 1992 a 2011.

Este artigo apresenta quatro seções além desta introdução. A segunda seção contém uma revisão da literatura sobre crescimento econômico e impacto ambiental, discussão na qual o conceito desacoplamento está inserido. A terceira seção descreve a metodologia utilizada para construção do painel de indicadores de impactos ambientais e na quarta seção, são apresentados os resultados, os quais evidenciam a ocorrência de desacoplamento em quase todas as dimensões ambientais. A última seção compreende as considerações finais.

## **2. Crescimento econômico e impactos ambientais: revisão da literatura teórica e empírica**

### *2.1 Discussões teóricas*

O tema desacoplamento está inserido em uma discussão mais ampla sobre a relação de longo prazo entre crescimento econômico e meio ambiente. Para Grossman e Krueger (1995) pode haver uma relação positiva entre crescimento econômico e diminuição da degradação ambiental por meio da compensação do efeito escala pelos efeitos composição e tecnológico. Efeito escala diz respeito às pressões sobre o meio ambiente decorrentes do aumento das atividades econômicas; o efeito composição corresponde às alterações feitas na composição do produto e na estrutura produtiva do país que reduzem o potencial de impacto ambiental; e o efeito tecnológico

refere-se às melhorias das técnicas de produção (por exemplo, introdução de tecnologias ambientais) que tornam mais eficiente a utilização dos recursos naturais e diminuem a degradação por unidade de produto (Grossman e Krueger, 1995).

Os autores estimam a relação entre renda *per capita* e indicadores de qualidade da água e do ar para diversos países desenvolvidos, evidenciando que a degradação ambiental se eleva com o crescimento econômico até um ponto de inflexão a partir do qual começa a ocorrer uma melhora na qualidade ambiental resultando na Curva de Kuznets Ambiental (CKA), a qual nega a existência do *trade-off* permanente entre crescimento econômico e sustentabilidade ambiental (Grossman e Krueger, 1995). Vale ressaltar que a fase final da CKA, após o ponto de inflexão, expressa desacoplamento absoluto.

A CKA, introduzida e popularizada pela publicação de Grossman e Krueger (1991), recebe este nome, pois, segundo a hipótese de Kuznets (1955 apud Alstine e Neumayer, 2008), a desigualdade econômica medida por índices de concentração de renda aumenta ao longo do tempo até um limite quando começa a diminuir conforme a renda *per capita* eleva-se. Neste sentido, de forma semelhante, na CKA, o crescimento econômico em algum momento implica em menores impactos ambientais.

Grossman e Krueger (1995) afirmam que a melhoria das condições ambientais não ocorre através de um processo automático, mas, sim, por meio de substituição de tecnologias sujas por mais limpas, mudanças estruturais e condições econômicas. A elevação do nível de renda, por exemplo, pode alterar o comportamento das pessoas em relação ao meio ambiente e influenciar na redução de problemas ambientais locais através de maiores pressões políticas.



Em contrapartida, Stern (2003) demonstra que existem poucas evidências de que os países sigam uma CKA, principalmente, quando se trata de emissões de gases. Por exemplo, UNEP (2011) conclui que o uso de combustíveis fósseis e as emissões de CO<sub>2</sub> não seguem uma CKA, pois não ocorre necessariamente um declínio nas emissões em fases posteriores de desenvolvimento com o nível de renda elevado. No entanto, Stern (2003) ressalta que pode haver uma CKA para alguns poluentes e determinados níveis de renda *per capita*.

Para outros impactos ambientais, Jackson (2013) mostra a ocorrência de desacoplamento relativo em algumas economias avançadas quanto à intensidade energética, entre 1975 e 2000. Todavia, o autor ressalta que a ocorrência de desacoplamento absoluto, vital para reduzir os danos ambientais como perda de biodiversidade, exaustão de recursos naturais, aqueles provocados pela geração de resíduos e emissões de CO<sub>2</sub>, não tem sido observada. Para que essa redução ocorra, o autor sugere uma reconfiguração da atividade econômica nos países em desenvolvimento e a necessidade de um menor crescimento econômico das economias desenvolvidas, uma vez que as evidências históricas demonstram que é pouco provável haver crescimento econômico com grande redução dos impactos ambientais em termos absolutos.

Jackson (2013) também destaca que o crescimento desenfreado em países em desenvolvimento está em grande parte ligado ao uso de recursos naturais e à mudança tecnológica acompanhada por efeito de ricochete (*rebound effect*<sup>3</sup>) que aumenta ainda mais o consumo desses materiais. Este fato revela, assim, que o efeito escala (como definido por Grossman

e Krueger) não tem sido compensado pelo efeito tecnológico, ou seja, o aumento da eficiência produtiva não reduziu o consumo de recursos naturais e nem dá indícios que o fará.

## 2.2 Estudos empíricos sobre a relação entre crescimento econômico e impacto ambiental para o Brasil

Freitas e Kaneko (2011) demonstram que no Brasil entre os anos de 2004 e 2009 ocorreu um desacoplamento relativo das emissões de CO<sub>2</sub>, provavelmente devido à diminuição do uso intensivo de carbono e da diversificação da matriz energética. Os autores apontam que as causas desse desacoplamento são diferentes daquelas verificadas em algumas economias desenvolvidas, onde a queda das emissões de CO<sub>2</sub> é resultante de melhorias tecnológicas voltadas para redução da intensidade energética.

Gramkow (2011) verifica que a intensidade de emissões de gases de efeito estufa do PIB brasileiro apresentou uma tendência ascendente ao longo de 1990 e 2005 (O PIB cresceu 53% e as emissões de CO<sub>2</sub>, 56%), indicando que o atual modelo econômico do país tem gerado cada vez mais danos ao meio ambiente. Essas emissões apresentam um padrão próprio dos países periféricos, pois derivam, predominantemente, da mudança de uso do solo e florestas, sobretudo em decorrência de desmatamento, o qual traz consigo problemas de ordem ambiental, social e econômica.

Machado (2002) avalia os impactos do comércio exterior brasileiro sobre o uso de energia e as emissões de dióxido de carbono do país nos anos de 1985, 1990 e 1995. Demonstra que o Brasil exporta, em termos líquidos, energia e carbono embutido nos produtos não energéticos; cada dólar recebido com as exportações utiliza mais energia e emite mais carbono

<sup>3</sup> *Rebound effect* refere-se o efeito gerado pela inovação tecnológica que ao gerar maior eficiência no uso do recurso pode aumentar o consumo do mesmo devido a uma queda dos custos, por exemplo (UNEP, 2011).



que cada dólar despendido com as importações.

A maioria das evidências empíricas que relacionam o crescimento econômico e o meio ambiente no Brasil são estudos que buscam testar a hipótese da CKA, como mostra o quadro 1. Fonseca (2003) testa a hipótese de uma relação direta entre o PIB *per capita* nacional e a preservação ambiental, considerando 26 estados brasileiros e o Distrito Federal, para os anos de 1985, 1990, 1995 e 2000. A autora corrobora a hipótese da CKA. No entanto, observa que a evolução da qualidade ambiental deve ser entendida como resultante da mudança de atitude das pessoas em relação ao meio ambiente devido ao aumento da renda.

Kamogawa (2003) ao testar a hipótese da CKA relaciona o crescimento econômico com dois indicadores ambientais: qualidade da água e consumo de energia. Utiliza-se de dados da qualidade da água no Estado de São Paulo no período de 1980 a 2000, e de consumo *per capita* de energia do Brasil nos anos entre 1970 e 2001. O autor não encontra corroboração para a hipótese testada; verifica que o aumento da renda *per capita* foi acompanhado por uma piora da qualidade da água e elevação do consumo de energia; e salienta que o indicador de qualidade da água não apresenta uma relação direta com a produção industrial, mas sim com o tamanho da população.

**Quadro 1** – Relação de trabalhos empíricos sobre crescimento econômico e meio ambiente

| Autor(es)                       | Variáveis ambientais                           | Método                          | Período                          | Região                              | Conclusão   |
|---------------------------------|--|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Brito, Melo e Sampaio (2012)    | Área desmatada                                 | Efeitos fixos                   | 2001 a 2008                      | 560 municípios da Amazônia Legal    | Não corroboram a hipótese da CKA  |
| Colusso, Perré e Almeida (2012) | Área desmatada                                 | MQO com e sem efeitos espaciais | 2008                             | 1306 municípios do Cerrado          | Corroboram a hipótese da CKA para alguns modelos  |
| Fonseca (2003)                  | Áreas estaduais preservadas                    | Efeitos fixos                   | 1985, 1990, 1995 e 2000          | 26 estados e Distrito Federal       | Corroboram a hipótese da CKA  |
| Freitas e Kaneko (2011)         | Emissões de CO <sub>2</sub>                    | LDMI                            | 2004 a 2009                      | Brasil                              | Desacoplamento relativo   |
| Gomes e Braga (2008)            | Área desmatada                                 | Efeitos aleatórios              | 1990 a 2004                      | Amazônia legal                      | Corroboram a hipótese da CKA  |
| Gramkow (2011)                  | Emissões de gases do efeito estufa             | EIO-LCA                         | 1990 a 2005                      | Brasil                              | Ausência de desacoplamento  |
| Kamogawa (2003)                 | (1) Qualidade da água e (2) Consumo de energia | MQO                             | (1) 1980 a 2000; (2) 1970 e 2001 | (1) Estado de São Paulo; (2) Brasil | Não corroboram a hipótese da CKA  |
| Machado (2002)                  | Uso de energia e emissões de CO <sub>2</sub>   | Insumo-produto                  | 1985, 1990 e 1995                | Brasil                              | As exportações utilizam mais energia e emitem mais CO <sub>2</sub> do que as importações    |
| Oliveira (2011)                 | Gases do efeito estufa                         | EIO-LCA                         | 2005                             | Brasil                              | As exportações são mais intensivas em emissões por unidade de produto do que as importações |



| Autor(es)                           | Variáveis ambientais | Método                    | Período     | Região                           | Conclusão                    |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------|----------------------------------|------------------------------|
| Santos et al. (2008)                | Área desmatada       | Efeitos fixos             | 2000 a 2004 | 792 municípios da Amazônia legal | Corroboram a hipótese da CKA |
| Teixeira, Bertella e Almeida (2012) | Taxa de desmatamento | MQO com efeitos espaciais | 2006        | 139 Municípios do Mato Grosso    | Corroboram a hipótese da CKA |

**Fonte:** Elaboração própria.

Estes trabalhos empíricos revelam que há poucos estudos que exploram um período mais amplo da relação entre crescimento econômico e meio ambiente, com algumas exceções como Gomes e Braga (2008) e Kamogawa (2003). Além disso, verifica-se também um número reduzido de variáveis de pressão ambiental analisadas, particularmente: emissões de GEE e desmatamento.

Vale ressaltar que a diferença dos resultados entre os trabalhos sobre CKA referentes ao impacto ambiental do desmatamento (tais como: Santos et al., 2008; Gomes e Braga, 2008; Brito, Melo e Sampaio, 2012), ocorre devido a diversos fatores, como: escolha da variável proxy (área desmatada acumulada ou área líquida), do método de estimação (efeitos fixos, aleatórios, com ou sem efeitos espaciais), período e variáveis explicativas.

Esses resultados refletem a necessidade de mais estudos no Brasil que envolvam outras variáveis e principalmente que trabalhem com uma relação de longo prazo entre crescimento econômico e degradação ambiental.

### **3. Indicadores de Impacto: composição, pressão ambiental e fonte de dados**

A poluição causada pela atividade econômica possui inúmeras causas e efeitos que atingem em algum momento a atividade humana. Por exemplo: a poluição da água de rios proveniente da emissão de resíduos industriais ou pela falta de saneamento básico pode provocar redução

da biodiversidade aquática, proliferar doenças para a população que utiliza essa água e ainda prejudicar a atividade pesqueira; a queima de combustíveis fósseis ou de florestas proporciona o aumento de gases de efeito estufa na atmosfera que contribuem para o aquecimento global, do qual derivam inúmeras consequências, como acidificação do solo, diminuição do pH dos oceanos e até aumento do nível do mar devido à grande elevação da temperatura que causa derretimento das geleiras (IPCC, 2013).

Por essa dinâmica de causa e efeito, devido à singularidade de cada tipo de poluição, procurou-se construir um painel de indicadores que retrate diferentes dimensões ambientais, tais como: atmosfera, água, terra, biodiversidade e saneamento.

Em razão da disponibilidade de dados, a maior parte dos indicadores aqui utilizados é considerada como proxy de dano ambiental, ou seja, são indicadores de pressão ambiental, pois não delineiam o impacto final sobre o ecossistema ou a saúde humana, medem o efeito intermediário do impacto ambiental (por exemplo, emissões de CO<sub>2</sub> e desmatamento da Amazônia). Os critérios utilizados para seleção dos indicadores foram: disponibilidade de dados, correspondência com a dimensão ambiental, potencial para utilização em políticas públicas e período de abrangência acima de dez anos. A composição de cada dimensão ambiental é apresentada no quadro 2 e detalhada na sequência.

**Quadro 2** – Painel de indicadores de impactos ambientais

| Dimensão ambiental | Indicador de pressão                                       | Período     | Fonte de dados   | Unidade de medida     |
|--------------------|--|-------------|------------------|-----------------------|
| Atmosfera          | Emissões de origem antrópica de GEE                        | 1990 a 2014 | MCTIC (2016)     | Tg CO <sub>2</sub> eq |
|                    | Consumo industrial de SDO's                                | 1992 a 2013 | IBGE (2015)      | ton. de P.D.C.O.      |
| Terra              | Desmatamento da Amazônia Legal                             | 1990 a 2014 | INPE (2016)      | km <sup>2</sup>       |
|                    | Uso de fertilizante  | 1992 a 2013 | IBGE (2015)      | Kg/ha                 |
|                    | Uso da terra   | 1990 a 2011 | FAOSTAT (2015)   | %                     |
| Água               | Demanda Bioquímica de Oxigênio                             | 1992 a 2012 | IBGE (2015)      | Mg/l                  |
|                    | Qualidade das águas das praias                             | 1992 a 2012 | IBGE (2015)      | NMP/100 ml            |
| Biodiversidade     | Áreas terrestres protegidas                                | 1992 a 2013 | IBGE e MMA(2015) | (%)                   |
|                    | Áreas de proteção marinha                                  | 1992 a 2013 | IBGE e MMA(2015) | (%)                   |
|                    | Estoque de peixes  | 1990 a 2011 | HSU et al., 2014 | (%)                   |
| Saneamento         | Acesso da população à água potável                         | 1992 a 2011 | IBGE (2014)      | (%)                   |
|                    | Acesso da população ao esgotamento sanitário               | 1992 a 2011 | IBGE (2014)      | (%)                   |
|                    | Acesso da população ao serviço de coleta de lixo doméstico | 1992 a 2011 | IBGE (2014)      | (%)                   |

Fonte: Elaboração própria.

A primeira dimensão **atmosfera** compreende dois indicadores de poluição atmosférica. O primeiro, **emissões de origem antrópica de gases associados ao efeito estufa**, compreende dados do período entre 1990 a 2014, extraídos das Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil (Brasil, 2016) e corresponde à quantidade de emissões anuais líquidas (emissões menos remoções) dos principais gases responsáveis pelo efeito estufa - dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) -, medidos em equivalentes de CO<sub>2</sub>, provenientes de cinco setores da economia<sup>4</sup>. Devido aos diferentes potenciais de elevação da temperatura das três substâncias, as quantidades emitidas de

<sup>4</sup> Agropecuária; produção de energia; mudança do uso da terra e florestas; processos industriais; e tratamento de resíduos.

CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O foram multiplicadas, respectivamente, por 21 e 310, que correspondem ao potencial de aquecimento global em CO<sub>2</sub> eq. (Brasil, 2014).

O segundo indicador, **consumo industrial (nacional) de substâncias destruidoras da camada de ozônio (SDO's)**<sup>5</sup>, é medido em toneladas de potencial de destruição de ozônio para os anos entre 1992 e 2013 e seus dados foram extraídos do IBGE (2015).

A segunda dimensão é composta por três indicadores de degradação da **terra**. O primeiro indicador, **Desmatamento da Amazônia Legal**, refere-se à taxa de

<sup>5</sup> As substâncias destruidoras da camada de ozônio constantes do Protocolo de Montreal adotado a partir de 1987 são: ácido Tricloroacético (TCA), hidrocarbonetos halogenados (HALONs), tetracloro de carbono (CTC), hidroclorofluorcarbonos – HCFCs, clorofluorcarbonos (CFCs), brometo de metila e bromoclorometano.



desmatamento anual medido em km<sup>2</sup> nos anos de 1990 a 2014 e seus dados foram extraídos do projeto de monitoramento da Floresta Amazônica brasileira por satélite - PRODES do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A Amazônia Legal compreende uma área de 5.215.423 km<sup>2</sup>, equivale a 61% do território brasileiro e seu desmatamento além de causar degradação do solo da água, redução da biodiversidade contribui com as emissões de gases de efeito estufa (Diniz, 2009).

O **uso de fertilizante** avalia a evolução de sua intensidade nas áreas cultivadas do país entre os anos de 1992 e 2013. É medido pela razão entre a quantidade de fertilizantes<sup>6</sup> vendida e entregue ao consumidor final e área plantada das principais culturas (kg/ha) e foi construído pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O consumo de fertilizantes está associado à ocorrência de acidificação dos solos, à eutrofização de lagos e rios, à contaminação de aquíferos e à emissão de gases de efeito estufa, entre outros (IBGE, 2012).

O indicador **uso da terra** é composto pela porcentagem de terras em uso agrossilvipastoril em relação à área total do território nacional. Reflete a proporção de terras utilizadas pela agropecuária, divididas em áreas destinadas à lavoura temporária e permanente, e às pastagens naturais e plantadas.

Para mensurar a poluição das águas dos rios brasileiros utilizadas principalmente para o abastecimento público é empregado nesta dimensão, **água**, o indicador **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)** para o período de 1991-2012 com dados extraídos do IBGE (2015). O DBO mensura a quantidade de oxigênio que é necessária para degradação da matéria orgânica biodegradável presente na água e seu valor

limite máximo em águas que podem ser utilizadas no abastecimento público após o tratamento convencional é de 5mg/l (estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA). Dessa forma, quanto maior o DBO, pior a qualidade da água.

Essa dimensão também inclui o indicador **qualidade das águas de praias**, que mede o número médio mais provável de coliformes termotolerantes em cem mililitros de água (NMP/100 ml)<sup>7</sup>, no período entre 1992 e 2012. Ele retrata o grau de contaminação das águas costeiras do país que pode afetar a atividade pesqueira devido à contaminação de estuários e até disseminar doenças entre a população que utiliza os balneários para recreação.

A quarta dimensão, **biodiversidade**, compreende os seguintes indicadores: **áreas terrestres protegidas**, **áreas de proteção marinha** e **estoque de peixes**. O primeiro indicador, **áreas terrestres protegidas**, mede as áreas dos territórios que estão legalmente sob proteção especial<sup>8</sup>. Refere-se à área medida em Km<sup>2</sup> dessas áreas pela área total dos biomas brasileiros (área continental). Estes dados foram extraídos do IBGE e área continental provém do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

O indicador de áreas marinhas protegidas mensura a porcentagem dessas áreas em relação à Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do Brasil (IBGE, 2015) para o período de 1992 a 2013 e estoque de peixes marinhos mede a porcentagem das capturas totais de peixes na ZEE do país composta por espécies listadas como superexploradas ou esgotadas. O indicador de estoque de peixes foi retirado da base de dados do

<sup>7</sup> Para mais detalhes sobre a medição ver IBGE (2015).

<sup>8</sup> Ou seja, as Unidades de Conservação (UCs) federais e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (BRASIL, 2015).

<sup>6</sup> Corresponde aos nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) (IBGE, 2015).





Índice de Desempenho Ambiental 2014 (Hsu et al., 2014) para os anos de 1990 a 2011.

E a última dimensão **saneamento** compõe-se de indicadores que caracterizam a qualidade de vida da população e geralmente apresentam valores inferiores nos países menos desenvolvidos: **o acesso da população à água potável, ao esgotamento sanitário e serviço de coleta de lixo doméstico**. O acesso da população à água potável mede a razão entre a população urbana e rural residente em domicílios particulares permanentes com acesso a água abastecida por rede geral e os totais da população urbana e rural. Pela legislação brasileira a água proveniente de outras formas de abastecimento domiciliar, como água de poço e nascentes ou da chuva, não são consideradas adequadas, pois apresentam grande risco de contaminação (IBGE, 2012).

O acesso ao esgotamento sanitário expressa a parcela da população que é atendida por rede coletora e fossa séptica, enquanto o indicador de serviço de coleta de lixo doméstico refere-se à parcela da sociedade que é atendida pelo sistema de coleta de lixo em áreas urbanas e rurais.

Para medir a força motriz da pressão ambiental, utiliza-se, principalmente, o PIB brasileiro extraído do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e deflacionado pelo deflator implícito do PIB (a partir do valor do PIB nominal de 2013 e da taxa de variação real do PIB anual medida pelo IBGE). Também são utilizados dados sobre a população residente do país provenientes do IPEA (2015).

#### 4. Desacoplamento de impacto no Brasil

Entre 1990 e 2013 o crescimento do PIB no Brasil ocorre em concomitância com a expansão da atividade agropecuária e mudança na composição da matriz

energética (Brasil, 2014) com uma redução do uso de biomassa e aumento do uso de combustíveis fósseis. Estes fatores contribuem com a elevação de impactos ambientais como: emissões de gases de efeito estufa, poluição decorrente da intensidade do consumo de fertilizantes, entre outros.

Através da análise dos treze indicadores de pressão ambiental, observa-se a ocorrência de desacoplamento absoluto na maior parte desses impactos. Os resultados de cada dimensão ambiental serão apresentados a seguir.

##### 4.1 Atmosfera

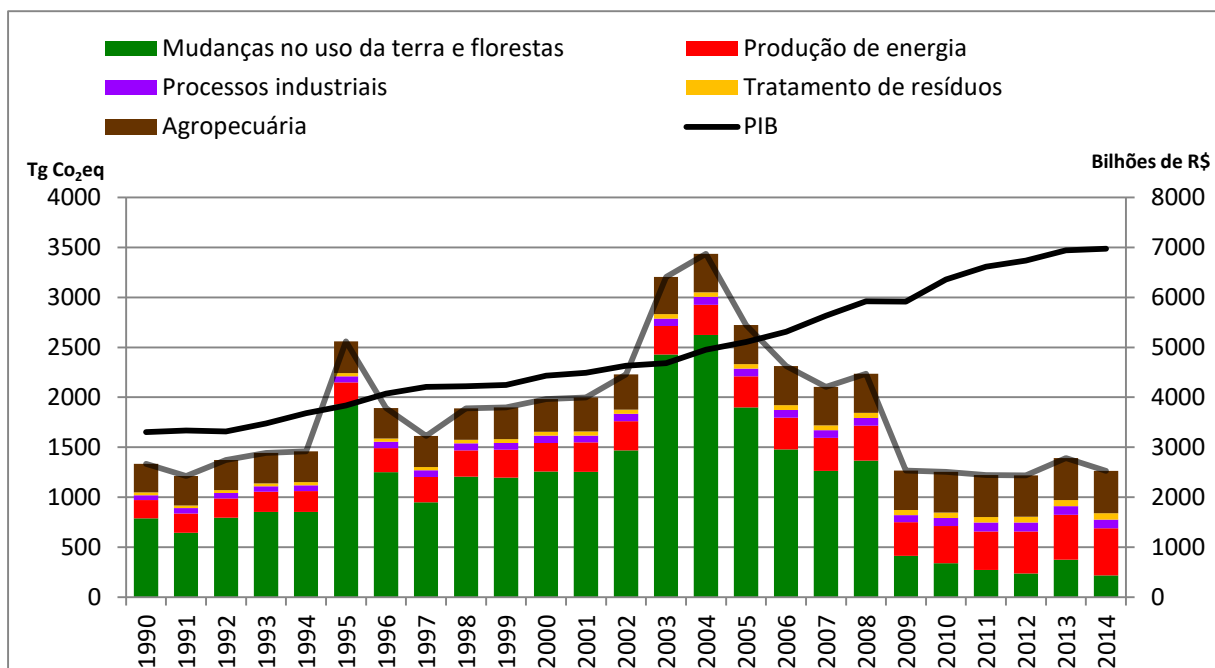
Os dois indicadores desta dimensão evidenciaram a ocorrência de desacoplamento absoluto de impacto devido à redução de ambas as taxas de crescimento enquanto o PIB apresentou taxa de crescimento positiva.

Emissões de origem antrópica de gases associados ao efeito estufa apresentou um decréscimo de 5,2%, em razão da diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da mudança do uso da terra e de florestas. Em 1990, este setor era responsável por 60% de todas as emissões de GEE, enquanto em 2014 correspondia a apenas 17%. O decréscimo das emissões de CO<sub>2</sub> desse setor foi de 72% nesse período, provocando uma redução de quase 600 milhões de toneladas de GEE emitidos, apesar de um aumento das emissões de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O em 43% e 62%, respectivamente. Essa queda ocorreu em grande medida pela redução do desmatamento no Bioma Amazônia (principalmente) e Cerrado.

O gráfico 1 demonstra que, entre 1990-2014, as emissões de GEE apresentaram dois picos (em 1995 e 2004) nos anos em que ocorreram maiores taxas de desmatamento da Amazônia Legal.



**Gráfico 1 – PIB (R\$ de 2017) e emissões de GEE em milhões de ton. (1990 – 2012).**



**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados do BACEN (2018) e BRASIL (2016)

Nesse período, todos os outros setores apresentaram taxas de crescimento positivas de suas emissões de GEE, com destaque para o setor de energia que apresentou a maior taxa de crescimento de suas emissões, 153% (crescimento superior ao PIB), resultantes, principalmente, da queima de combustíveis fósseis. Em terceiro lugar a atividade agropecuária, que ultrapassa as emissões do setor de mudanças no uso da terra e florestas no ano de 2010, e é responsável por aproximadamente 72% das emissões de CH<sub>4</sub> e 77% de N<sub>2</sub>O. Estes gases são provenientes, especialmente, da fermentação entérica do gado bovino (que produz metano) e secundariamente da aplicação de adubos e fertilizantes sintéticos com elevada emissão de óxido nítrico.

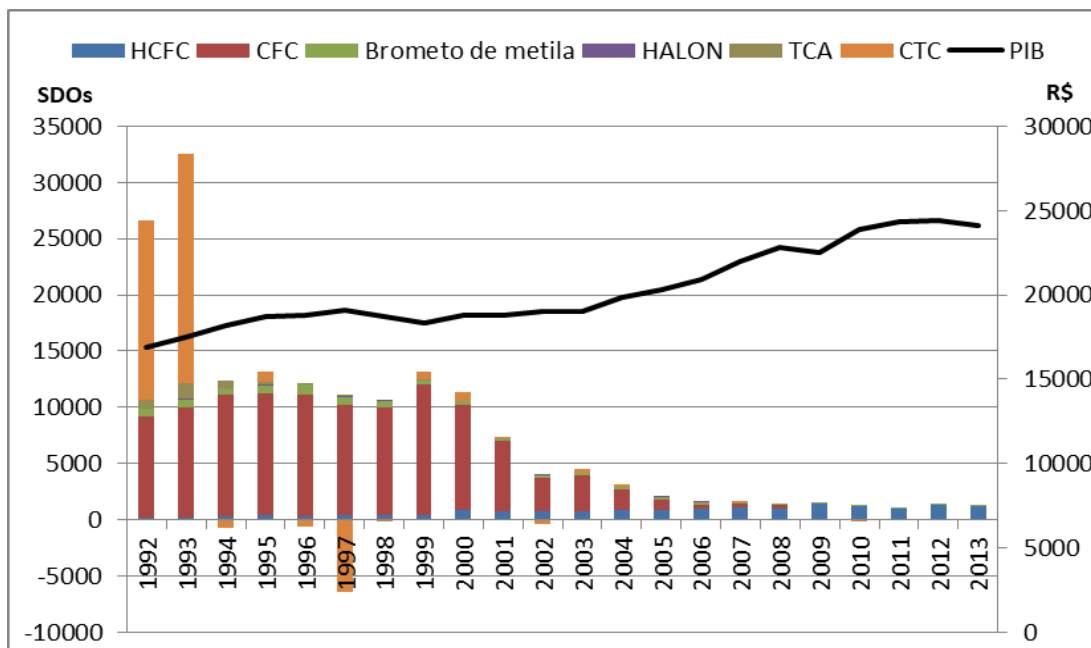
Com menor grau de impacto encontra-se o setor de processos industriais, cujas emissões cresceram a uma taxa de 86% e são provenientes, sobretudo da produção de ferro-gusa e aço e de cimento.

O consumo industrial de substâncias destruidoras da camada de ozônio apresentou uma taxa de crescimento de -97% (gráfico 2). Em 1992, 26.560 toneladas de potencial de destruição da camada de ozônio eram emitidas, diminuindo para 1.189, em 2013. Essa redução ocorre principalmente a partir de 1999, quando há forte queda do consumo das substâncias CFCs, TCA, HALONS, CTC e brometo de metila, que apresentam maior potencial de dano à camada de ozônio. Esse resultado demonstra que o país vem reduzindo aceleradamente o consumo desses compostos de acordo com as metas estabelecidas pelo Protocolo de Montreal.

O composto HCFC, que passou a substituir os CFCs a partir de 2010 (ano em que este foi eliminado), possui menor potencial de dano à camada de ozônio, todavia provoca o aumento do efeito estufa 10000 vezes mais que o CO<sub>2</sub>. Por essa razão, o Protocolo de Montreal (2011) tomou a decisão de abolir gradativamente os HCFCs até 2040, tornando-se um novo desafio para o Brasil nos próximos anos.



**Gráfico 2 – PIB per capita (R\$ de 2013) e emissões de SDOs<sup>9</sup> (1990-2013)**



Fonte: Elaboração própria.

<sup>9</sup> Os valores negativos correspondem à exportação ou destruição de estoques remanescentes.



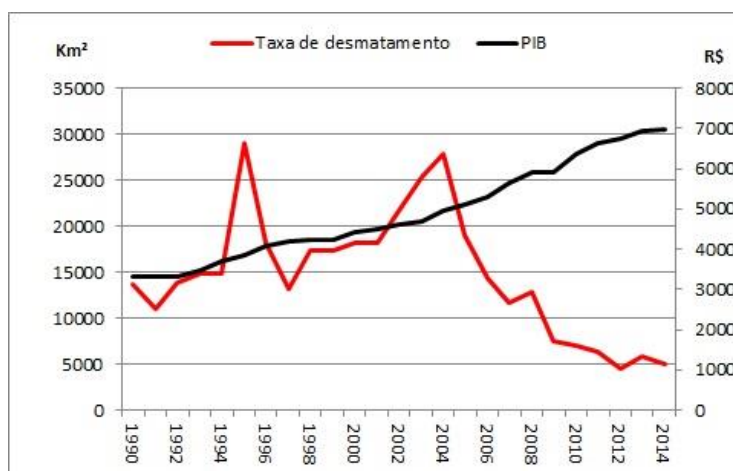
## 4.2 Terra

Entre os anos de 1990 e 2014 verifica-se uma redução de 13.730 para 5.012 km<sup>2</sup> da área desmatada anualmente na Amazônia Legal, cuja extensão engloba o bioma Amazônia, 37% do Cerrado e 40% do Pantanal. Essa redução contribuiu significativamente para a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> provenientes principalmente da mudança do uso da terra e florestas no Bioma Amazônia e Cerrado, como visto anteriormente. No entanto, apesar da diminuição da taxa de desmatamento, a área total desflorestada aumentou em 368.855 km<sup>2</sup> nesses 25 anos.

Dessa forma, como mostra o gráfico 3, **desmatamento da Amazônia Legal** evidencia um desacoplamento absoluto, pois houve uma redução da área desmatada anualmente, enquanto o PIB mais que dobrou no período. Observa-se que os picos de desmatamento (1995, 2004 e 2008) assemelham-se aos picos das emissões de GEE, como mostra o gráfico 1.

A elevação do desmatamento está diretamente relacionada ao avanço da atividade pecuária e agrícola (Brasil, 2014; Diniz, 2009).

**Gráfico 3** – Área desmatada (km<sup>2</sup>) e PIB (em bilhões de R\$ de 2017)



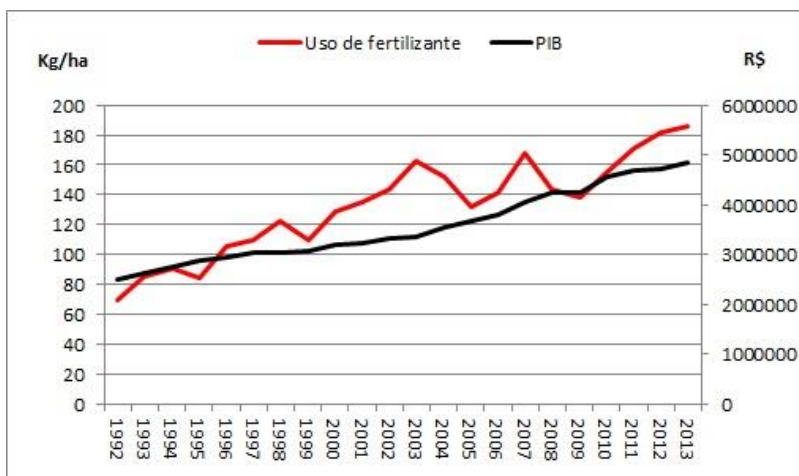
**Fonte:** Elaboração própria.

O indicador **uso de fertilizante** apresentou uma taxa de crescimento de 168%, ao passo que o PIB quase dobrou entre 1992 e 2013, ou seja, ausência de desacoplamento. Nesse período, a quantidade de fertilizante consumida passou de 69 para 185 Kg/ha (gráfico 4) devido, especialmente, ao aumento do seu uso na produção de cana-de açúcar, soja, milho, café, algodão herbáceo e arroz

(IBGE, 2012). Entre os fertilizantes, o potássio apresentou o maior crescimento do seu consumo, enquanto o nitrogênio foi o composto menos consumido em virtude do aproveitamento da fixação biológica desse nutriente nas culturas de soja. Fertilizante é o principal produto mineral importado pelo país, cuja importação líquida cresceu de 1,7 milhões de ton. em 1992 para 11 milhões em 2013 (IFA, 2015).



**Gráfico 4 – Uso de fertilizantes (Kg/ha) e PIB (milhões )**

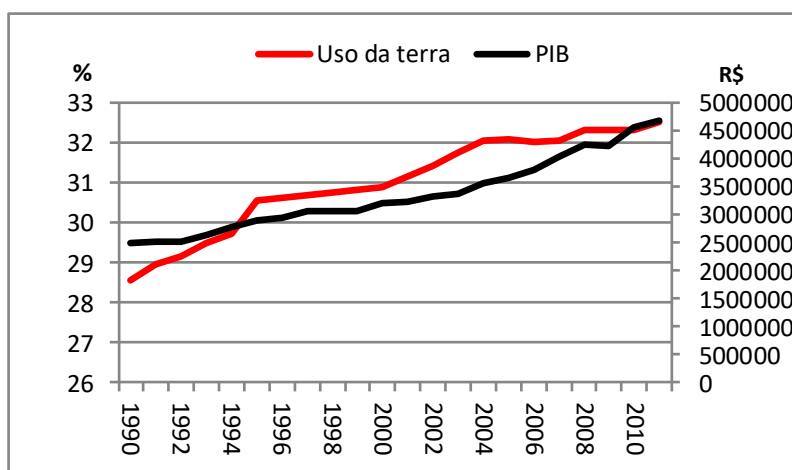


**Fonte:** Elaboração própria.

O indicador de **uso da terra** apresentou um desacoplamento relativo devido ao aumento de sua taxa de crescimento de 16%, enquanto o PIB cresceu a uma taxa de 87%, entre 1990 e 2011 (gráfico 5). Entre 1990 e 1995 houve um rápido crescimento da proporção de terras destinadas à produção agrícola e pecuária. Posteriormente, registra-se outro crescimento acelerado entre 2000 e 2004.

Os picos em 1995 e 2004 correspondem aos mesmos anos em que são registradas as maiores taxas de desmatamento da Amazônia Legal. A partir de 2004 essa proporção permanece em torno de 32%. Nesses 22 anos, houve um considerável aumento da produtividade da atividade agropecuária (Gasques et al., 2016).

**Gráfico 5 - Uso da terra (%) e PIB (em milhões)**



**Fonte:** Elaboração própria.

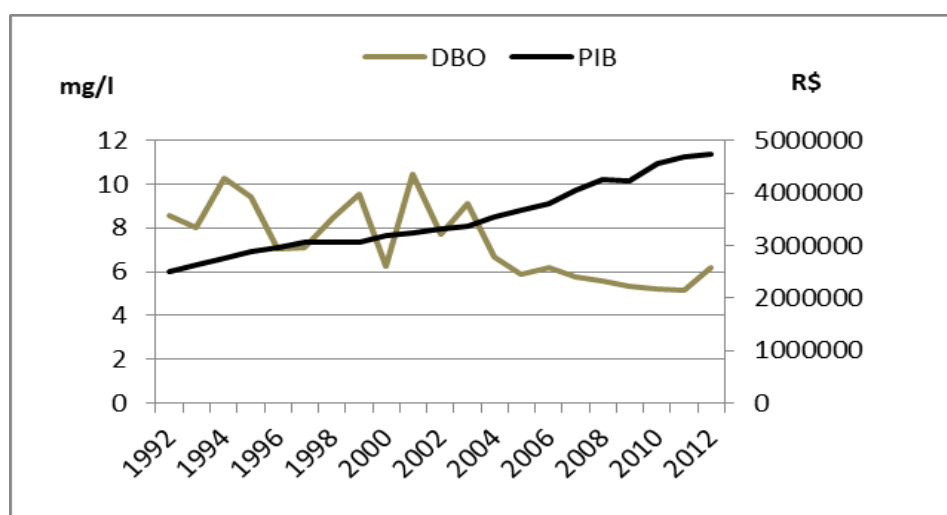


### 4.3 Água

O indicador **Demanda Bioquímica de Oxigênio** revelou melhorias na qualidade das águas interiores do país, evidenciando um desacoplamento absoluto entre 1992 e 2012. Neste período, ocorreram significativas variações no indicador devido a diversos fatores que refletem a qualidade da água no momento da coleta, tais como: variações meteorológicas, parâmetros utilizados pelos órgãos ambientais de cada

região e os distintos efluentes lançados pelos domicílios e industriais (IBGE, 2015). Nesse período, a quantidade média de oxigênio (DBO) presente em um litro de água reduziu de 8,54 para 6,2 miligramas, como mostra o gráfico 6.

**Gráfico 6 – DBO (mg/l) e PIB (milhões R\$ de 2013)**



**Fonte:** Elaboração própria.

Apesar da redução do indicador DBO nos últimos dez anos, sua média, permanece acima dos valores estabelecidos pelo CONAMA para abastecimento público (5 mg/l). Este resultado é influenciado, principalmente, pelos elevados valores de DBO registrados para o Rio Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), cuja poluição está diretamente relacionada ao lançamento de grandes quantidades de esgoto doméstico não tratado da área mais populosa do país. No ano de 2012, entre vinte e um corpos d'água analisados, seis possuíam valores acima do limite estabelecido para

abastecimento público<sup>10</sup> (5mg/l). Os principais pontos críticos, em 2012, foram do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba, com nível de oxigênio de 15,4 mg/l e o Rio Tietê, com 34,3 mg/l.

Através do indicador de **qualidade das águas de praias** (gráfico 7), verifica-se uma redução da quantidade média de bactérias presentes nas águas costeiras do país de 1786 para 427 NMP de coliformes em 100 ml de água entre 1992 e 2012. Indicando melhorias no tratamento de esgotos coletados e lançados nesses corpos de

<sup>10</sup> Os corpos de água com valores acima de 5 mg/l foram: Bacia do Rio Capibaribe (PE); Bacia do Rio Ipojuca (PE), Bacia do Rio Paraguaçu (BA), Represa Billings(SP), Rio Tietê (SP) e Rio Iguaçu (PR).



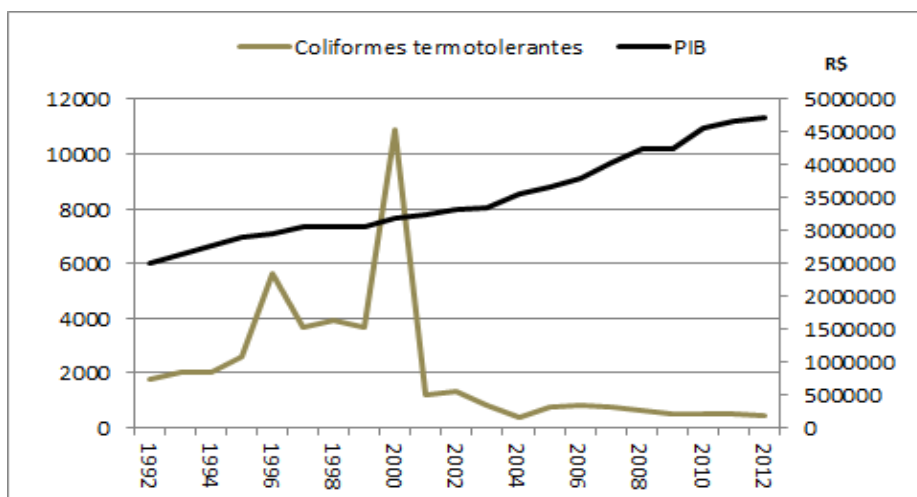
água, uma vez que essa redução ocorre em um período de crescimento populacional nas áreas costeiras (33% entre 1991 e 2010; IBGE, 2015).

Em 2012, as trinta e três praias avaliadas apresentaram níveis de qualidade dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA, como próprias para banho. As praias que apresentaram pior qualidade das águas foram: Flamengo (RJ), Jatiúca (AL), Ponta da Pita (PR) e Itapema (SC).

#### 4.4 Biodiversidade

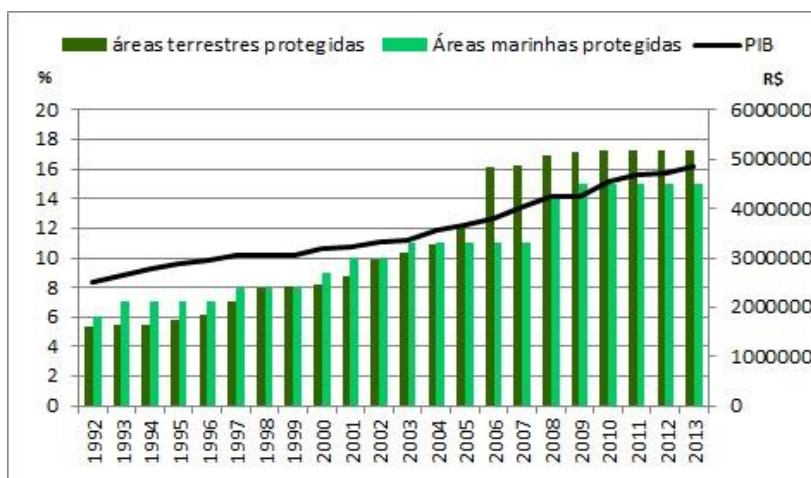
Entre 1992 e 2013, constata-se um esforço de criação das áreas protegidas no país, que atingiu um total de 1.913 unidades de conservação no último ano. Nesse período, houve um crescimento das áreas marinhas protegidas de 151% e das áreas terrestres de 222%. O gráfico 8 mostra dois indicadores de conservação da biodiversidade, **áreas terrestres protegidas** e **áreas de proteção marinha**.

**Gráfico 7** – Qualidade das águas de praias (NMP/100 ml) e PIB (Milhões R\$ de 2013).



Fonte: Elaboração própria.

**Gráfico 8** – Áreas de proteção marinhas e terrestres (%)<sup>11</sup> e PIB (em milhões R\$ de 2013)



Fonte: Elaboração própria.

<sup>11</sup> Para uma visualização mais adequada, os valores das áreas marinhas foram multiplicados por 10, assim, onde indica 6 no ano de 1992, significa que a porcentagem da área de conservação ambiental marinha é de 0,6% da ZEE.

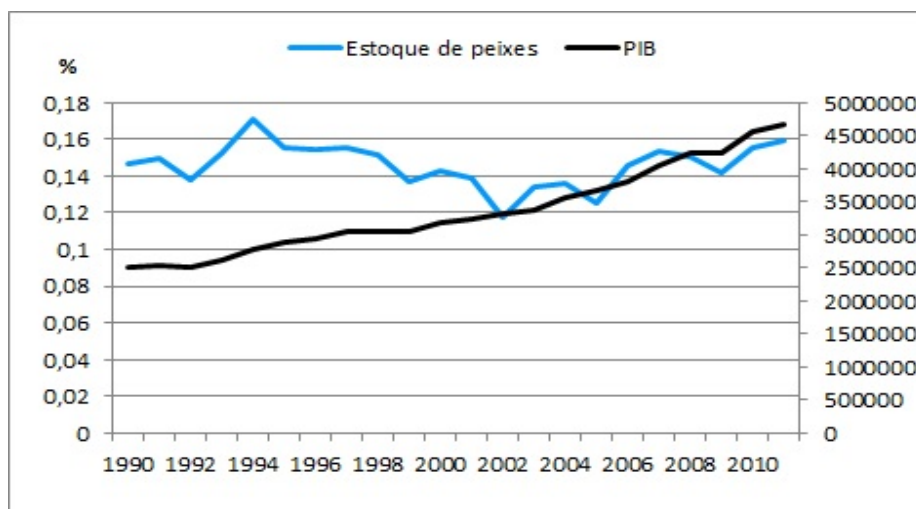


Nas áreas terrestres, o Bioma Amazônia possui a maior área em conservação no país, 1.136.304 km<sup>2</sup>, e o Bioma Mata Atlântica compreende o maior número de unidades de conservação, 1071, sendo principalmente áreas de Uso Sustentável (Brasil, 2015). No entanto, a maior parte dos biomas possui uma área protegida relativamente pequena, principalmente o Bioma Mata Atlântica, no qual há muita sobreposição entre as unidades de conservação (IBGE, 2012, 2015). O número de unidades de conservação marinha foi de

64 no início do período a 144 no último ano. De modo geral, ambos indicadores revelaram um desacoplamento absoluto.

Por outro lado, o indicador **estoque de peixes** evidencia a ocorrência de um desacoplamento relativo sobre a biodiversidade, pois a porcentagem de peixes superexplorados ou esgotados do estoque total de peixes marinhos cresceu a uma taxa de 8% e o PIB de 87%. O gráfico 9 mostra que essa porcentagem de peixes aumentou de 15 para 16%, entre 1990 e 2011.

**Gráfico 9** – Estoque de peixes (%) e PIB (em milhões R\$ de 2013)



**Fonte:** Elaboração própria.

#### 4.5 Saneamento

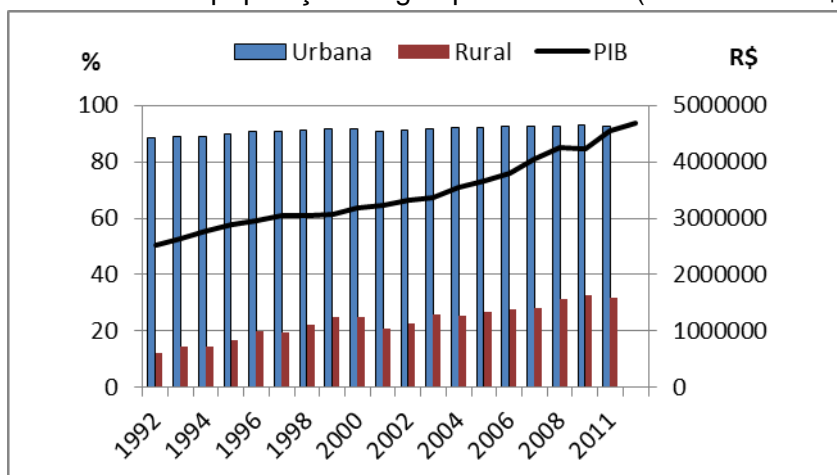
O **acesso da população à água potável** cresceu em 5% para a população urbana e 159% para população rural, entre 1992 e 2011 (gráfico 10). Neste último ano, a parcela da população urbana atendida pelo serviço de rede geral foi de 92,7% e a rural

de 31,9%. A maior parte da população rural, em 2011, foi abastecida com água de poço ou nascente (57,2%), ambas consideradas inadequadas, e o restante da população, 4,5 milhões de pessoas (0,8% urbana e 10,9% rural), ainda utiliza outro tipo de abastecimento, como cacimba ou água da chuva.





**Gráfico 10** – Acesso da população à água potável e PIB (em milhões R\$ de 2013)



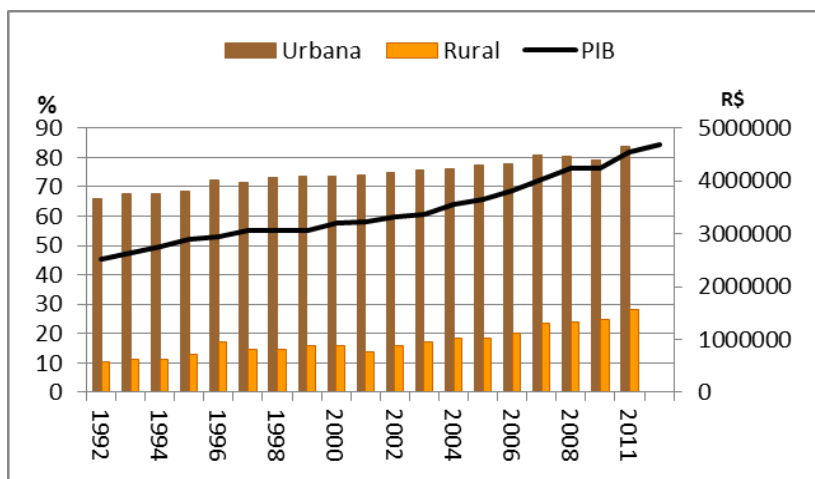
Fonte: Elaboração própria.

O **acesso ao esgotamento sanitário** cresceu a uma taxa de 27% para moradores da zona urbana e 174% para zona rural (gráfico 11). A população atendida pelo serviço de esgotamento adequado (rede coletora ou fossa séptica) à saúde humana e ao meio ambiente atingiu o percentual de 83,7% (urbana) e 28,3% (rural) em 2011. A parcela da população atendida por fossa rudimentar, vala ou que lançam o esgoto diretamente em rios, lagos

ou no mar, foi de 15% na área urbana e 54,4% na área rural, totalizando em 40,5 milhões de pessoas. O restante de moradores urbanos (1,1%) e rurais (17,3%) possui outro tipo de serviço ou nenhum.

Apesar do maior acesso da população ao esgotamento sanitário, considerado adequado e do crescimento da parcela de esgoto tratado em mais de seis vezes, em 2011, apenas 67,9% total de esgoto coletado foi tratado (IBGE, 2012).

**Gráfico 11** – Acesso ao esgotamento sanitário e PIB (em milhões R\$ de 2013)



Fonte: Elaboração própria.

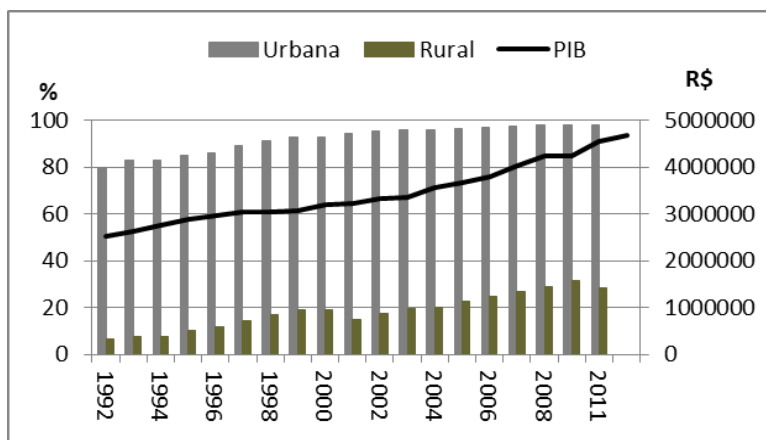
Em 2011, o **serviço de coleta de lixo doméstico** atendeu quase toda a população residente na área urbana (98,1%), com um crescimento de 23% entre

os anos de 1992 e 2011 (gráfico 12), e 320% na área rural. A maioria dos residentes em áreas rurais (64,8%) enterra ou queima o lixo em suas propriedades e



6,9% jogam em terreno baldio ou destino.  
logradouro, corpos d'água ou em outro

**Gráfico 12**– Acesso à coleta de lixo doméstico e PIB (em milhões R\$ de 2013)



**Fonte:** Elaboração própria.

## 5. Considerações finais

Os resultados demonstraram que o crescimento econômico no Brasil tem sido acompanhado por melhorias dos problemas ambientais em quase todas as dimensões apresentadas, todavia esse resultado deve ser visto com algumas ressalvas.

Na primeira dimensão atmosfera, a redução das emissões de GEE, principalmente a partir de 2004, ocorre em razão da diminuição das taxas de desmatamento da Amazônia Legal concomitantemente com o aumento da produtividade na agropecuária e da intensidade de consumo de fertilizantes nesta atividade. Este resultado revela que a minimização do problema causado pela expansão da agropecuária incorreu em outro problema que é de exacerbar a disposição de fertilizantes no meio ambiente, provocando impactos de difícil mensuração, pois afeta solos, rios, aquíferos, ar e até a saúde humana.

Na segunda dimensão terra, apesar da redução das taxas de crescimento do desmatamento da Amazônia Legal no período analisado, a continuidade deste impacto permanece afetando negativamente o meio ambiente, seja pela redução da biodiversidade ou de serviços

ecossistêmicos, ou ainda de comunidades tradicionais que contribuem com a sua manutenção. Vale destacar que a partir de 2012 a taxa anual de desmatamento volta a crescer.

Embora tenha ocorrido desacoplamento na dimensão água, existe uma grande diferença regional de poluição das águas. Outra dimensão que também deve ser observada com cautela é a biodiversidade, visto que mais de 65% das áreas protegidas são de Uso Sustentável e muitas estão sobrepostas dificultando a apuração mais exata de toda área preservada.

A dimensão saneamento apresentou desacoplamento absoluto, no entanto, um grande número da população, sobretudo das áreas rurais, ainda permanece sem o provimento desses serviços.

Os impactos de desmatamento, poluição da água e acesso da população a serviços de saneamento são identificados pela literatura (Grossman E Krueger, 1995) como mitigados com o crescimento econômico, uma vez que são problemas locais que afetam mais diretamente a população e as pressões políticas tendem a ser maiores para sua redução. Outro desacoplamento absoluto que pode ser explicado sob esta



perspectiva refere-se às áreas preservadas, devido ao crescimento principalmente das Unidades de Conservação de Uso Sustentável, onde é permitida a presença de populações e atividades econômicas que provocam pequenos impactos ambientais.

O desacoplamento absoluto das emissões de SDO's pode ser entendido como consequência do aumento do efeito tecnológico ocasionado pela substituição de gases com menores potenciais de destruição da camada de ozônio (HCFCs) nas indústrias, influenciadas por fatores legais decorrentes das exigências do Protocolo de Montreal.

Já o desacoplamento absoluto das emissões de GEE não corresponde aos resultados evidenciados pela literatura internacional (Stern, 2003; UNEP, 2011), a qual aponta uma tendência de elevação das emissões de CO<sub>2</sub> com o crescimento econômico. Por outro lado, corrobora com os resultados apresentados por Gramkow (2011) quanto às causas das emissões no Brasil.

É importante ressaltar que estes resultados são provenientes de indicadores de pressão ambiental, que não refletem o impacto final sobre o ecossistema ou saúde humana, como os indicadores de dano ambiental. No entanto, e por essa razão, procurou-se construir um conjunto de indicadores o mais completo possível que demonstrasse diversas formas de impacto ambiental.

Além disso, a comparação desses indicadores com o PIB teve como propósito verificar se o crescimento agregado de modo geral está se desacoplando dos impactos ambientais, seja pelas mudanças tecnológicas ou na composição setorial e/ou ainda mudanças institucionais, como proposto pela literatura. Logo, como proposta de trabalhos futuros sugere-se investigações que utilizem indicadores de crescimento econômico menos agregados para testar, por exemplo, o desacoplamento

setorial. E estudos que mensurem indicadores de dano ambiental, tais como impactos causados à saúde humana e ao ecossistema pelo aumento do consumo de fertilizantes.

De modo geral, os resultados desta investigação indicam que o crescimento econômico não tem provocado elevação de poluição ambiental. Diferente dos resultados encontrados em Soares (2015) quanto à ausência de desacoplamento de recursos naturais. No entanto, verifica-se a necessidade de mudanças tais como a aplicação de políticas públicas focalizadas ou mudanças no marco regulatório para que ocorra uma redução mais abrangente e efetiva desses e outros impactos ambientais.

## Referências

Alstine, J. V.; Neumayer, E. The Environmental Kuznets Curve. In: GALLAGHER, K. P. (Ed.) Handbook on trade and the environment. S. I.: Edward Elgar, Cheltenham, 2010, p.49-59.

BACEN. Banco Central do Brasil. Séries temporais - dados econômicos. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=visualizarValores>. Acesso em 12 de março de 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço energético 2014. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompleatas.aspx>. Acesso em 24 jul. 2015. 2014

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Cadastro Nacional das Unidades de Conservação. Informações sobre Unidades de Conservação Brasileiras. 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>. Acesso em: 20 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência, tecnologia e Inovações e Comunicações. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. 3ª Edição. Brasília – DF, 2016.

Brito, R. A., Melo, A. S. S. A., Sampaio, Y. S. B.. Curva de Kuznets Ambiental: Falta de Evidências para o Desmatamento da Amazônia



- Legal Brasileira. In: XL Encontro Nacional de Economia. ANPEC. Porto de Galinhas. 2012.
- Colusso, M. V. S., Parré, J. L., Almeida, E. Degradação Ambiental e Crescimento Econômico: A curva de Kuznets Ambiental para o Cerrado. In: XL Encontro Nacional de Economia. ANPEC. Porto de Galinhas, 2012.
- Diniz, M. B. et al.. Causas do desmatamento da Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal Brasileira. *Nova Economia*, v. 19, n. 1, Belo Horizonte, jan/apr. 2009 .
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). STATISTICS DIVISION. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 02 mar. 2015
- Freitas, L. C.; Kaneko, S. Decomposing the decoupling of CO<sub>2</sub> emissions and economic growth in Brazil. *Ecological economics*, 70 (2011): p. 1459-1469.
- Fonseca, L. N. Preservação Ambiental e Crescimento Econômico no Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- Gasques, J.G., Bacchi, M., Rodrigues, L., Bastos, E., Valdes, C. Produtividade da Agricultura Brasileira: A Hipótese da Desaceleração. (2016) Disponível: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160725\\_agricultura\\_transformacao\\_produtiva.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160725_agricultura_transformacao_produtiva.pdf). Acesso em 01 de maio de 2017.
- Gomes, S. C.; Braga, M. J. Desenvolvimento econômico e desmatamento na Amazônia Legal: uma análise econométrica. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Acre, 2008.
- Gramkow, Camila Luciana. Da restrição externa às emissões de gases do efeito estufa: uma análise da insustentabilidade econômica e ambiental do atual modelo econômico brasileiro. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- Grossman, G. M., Krueger, A. B. Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, vol.110, n. 2, pp. 353-377, 1995.
- Hsu et al.. The 2014 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2014.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Brasil 2012. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/indicadores\\_desenvolvimento\\_sustentavel/2012/ids2012.pdf](http://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/indicadores_desenvolvimento_sustentavel/2012/ids2012.pdf)>. Acesso em 4 jul. 2015.
- \_\_\_\_\_. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira 2014. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Indicadores\\_Sociais/Sintese\\_de\\_Indicadores\\_Sociais\\_2014/SIS\\_2014.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Indicadores_Sociais/Sintese_de_Indicadores_Sociais_2014/SIS_2014.pdf) Acesso em: 4 jun. 2015.
- \_\_\_\_\_. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Brasil - Edição 2015. Rio de Janeiro, 2015. Disponível: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ids/default.asp?o=8&i=P#1>>. Acesso em 20 jun. 2015.
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Dados econômicos, demográficos e sociais. 2015. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acesso em: 28 abr. 2015.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2014. Dados sobre desmatamento da Amazônia Legal. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em 06 abr. 2015.
- International Fertilizer Industry Association (IFA). IFADATA – Fertilizer statistics. Disponível em: <<http://ifadata.fertilizer.org/ucSearch.aspx>>. Acesso em: 26 de jul. 2015.
- IPCC, Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T. F. et al., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jackson, Tim. Prosperidade sem crescimento: Vida Boa em um Planeta Finito. Tradução de José Eduardo Mendonça. Planeta Sustentável Editora Abril, São Paulo, 2013.



Kamogawa, L. F. O. Crescimento Econômico, Uso dos Recursos Naturais e Degradação Ambiental: uma aplicação do modelo EKC no Brasil. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

Machado, G. V. Meio Ambiente e Comércio Exterior: Impactos da especialização comercial brasileira sobre o uso de energia e as emissões de carbono no país. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

Oliveira, M. S.. Análise da Intensidade de Emissão de Gases de Efeito Estufa na Demanda Final Brasileira através do Modelo de Insumo-Produto. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência de Informação, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

Organização das Nações Unidas (ONU). Protocolo de Montreal. Proteção da camada de ozônio. 2011. Disponível em: <http://www.protocolodemontreal.org.br/eficiente/sites/protocolodemontreal.org.br/pt-br/site.php?secao=substanciasdestruidoras>. Acesso em 20 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. United Nations Development Group (UNDG). UNDG Chair letter on Joint Crisis Initiative. Nova York: United Nations, sept. 2009. Disponível em: <http://www.undg.org/docs/10783/UNDG-Chair-letter-on-JCI-1sep09.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2014.

Organisation For Economic Co-Operation And Development – OECD. OECD Environmental Strategy for the First Decade of the 21<sup>st</sup> Century. May, 2001.

\_\_\_\_\_. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth. OECD. May, 2002.

Santos, R., Diniz, M., Diniz, M., Rivero, S., Oliveira Junior, J. Estimativa da Curva de Kuznets Ambiental para a Amazônia Legal. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de

Economia, Administração e Sociologia Rural, Acre. 2008.

Soares, L. R. Crescimento econômico e desacoplamento de recursos naturais e impactos ambientais: evidências para o Brasil. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara, São Paulo, 2015.

Stern, D. I., The Environmental Kuznets Curve. International Society for Ecological Economics. International Encyclopaedia of Ecological Economics, Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, 2003.

Teixeira, R. F. A. P., Bertella, M. A., Almeida, L.T., Curva de Kuznets Ambiental para o estado de Mato Grosso. *Revista Análise Econômica*. Porto Alegre, 2012.

United Nations Environment Programme (UNEP). "Global Green New Deal" – Environmentally- Focused Investment Historic Opportunity for 21<sup>st</sup> Century Prosperity and Job Generation. UNEP Launches Green Economy Initiative to Get The Global Markets Back to Work. Press Releases, London/ Nairobi: UNEP, 10.2008, p.1.

\_\_\_\_\_. Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. Fischer-Kowalski, M. et al. United Nations Environment Programme .2011

World Bank, 2013. World Development Indicators database. Dez. 2013. <http://ina.bnu.edu.cn/docs/20140606095454036563.pdf>. Accessed on January 10, 2014.

**Anexo**

Tabela 1 – Indicadores de Impacto Ambiental

| Anos | Atmosfera                      |                            | Terra                            |              |                      | Água       |   | Biodiversidade     |                             |                           | Saneamento                   |                             |  |                                       |                                   |                                   |
|------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------|----------------------|------------|---|--------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|      | Consumo de SDOs (Ton. de PDCO) | Emissões de GEE (Tg Co2eq) | Taxa anual de desmatamento (Km²) | Uso da Terra | uso de fertilizantes | DBO (mg/l) | Qualidade das águas das praias (NMP /100) | Estoques de peixes | Áreas terrestres protegidas | Áreas de proteção marinha | Acesso à água potável Urbana | Acesso à água potável Rural | Acesso ao esgotamento sanitário Urbano | Acesso ao esgotamento sanitário Rural | Acesso à coleta de lixo doméstico | Acesso à coleta de lixo doméstico |
| 1990 |                                | 1334,0                     | 13730                            | 28,56        |                      |            |   | 0,15               |                             |                           |                              |                             |  |                                       |                                   |                                   |
| 1991 |                                | 1213,0                     | 11030                            | 28,95        |                      |            |   | 0,15               |                             |                           |                              |                             |  |                                       |                                   |                                   |
| 1992 | 26560                          | 1370,7                     | 13786                            | 29,16        | 69,4                 | 8,5        | 1786                                      | 0,14               | 5,4                         | 0,6                       | 88,3                         | 12,3                        | 65,9                                   | 10,3                                  | 79,7                              | 6,7                               |
| 1993 | 32578                          | 1442,8                     | 14896                            | 29,49        | 85,4                 | 8,0        | 2031                                      | 0,15               | 5,5                         | 0,7                       | 89                           | 14,2                        | 67,7                                   | 11,2                                  | 83,2                              | 7,8                               |
| 1994 | 11572                          | 1460,4                     | 14896                            | 29,72        | 90,7                 | 10,3       | 2025                                      | 0,17               | 5,5                         | 0,7                       | 89                           | 14,2                        | 67,7                                   | 11,2                                  | 83,2                              | 7,8                               |
| 1995 | 13214                          | 2559,1                     | 29059                            | 30,55        | 84,2                 | 9,4        | 2595                                      | 0,16               | 5,8                         | 0,7                       | 89,8                         | 16,7                        | 68,4                                   | 13,1                                  | 85,1                              | 10                                |
| 1996 | 11519                          | 1891,4                     | 18161                            | 30,62        | 105,3                | 7,0        | 5630                                      | 0,15               | 6,1                         | 0,7                       | 90,6                         | 19,9                        | 72,3                                   | 17,3                                  | 86,1                              | 11,8                              |
| 1997 | 4569                           | 1612,8                     | 13227                            | 30,68        | 109,5                | 7,1        | 3660                                      | 0,16               | 7                           | 0,8                       | 90,6                         | 19,6                        | 71,6                                   | 14,4                                  | 89,4                              | 14,1                              |
| 1998 | 10420                          | 1888,4                     | 17383                            | 30,75        | 122,6                | 8,5        | 3952                                      | 0,15               | 8                           | 0,8                       | 91,4                         | 22,2                        | 73,2                                   | 14,8                                  | 91,4                              | 16,7                              |
| 1999 | 13126                          | 1898,0                     | 17259                            | 30,82        | 109,8                | 9,6        | 3670                                      | 0,14               | 8,1                         | 0,8                       | 91,9                         | 25                          | 73,8                                   | 15,7                                  | 92,9                              | 19                                |
| 2000 | 11376                          | 1981,7                     | 18226                            | 30,9         | 128,8                | 6,2        | 10872                                     | 0,14               | 8,2                         | 0,9                       | 91,9                         | 25                          | 73,8                                   | 15,7                                  | 92,9                              | 19                                |
| 2001 | 7412                           | 1996,7                     | 18165                            | 31,14        | 134,7                | 10,5       | 1186                                      | 0,14               | 8,8                         | 1                         | 91                           | 20,9                        | 73,9                                   | 13,7                                  | 94,3                              | 14,8                              |
| 2002 | 3589                           | 2228,1                     | 21651                            | 31,43        | 143,6                | 7,7        | 1315                                      | 0,12               | 9,9                         | 1                         | 91,3                         | 22,7                        | 74,9                                   | 16                                    | 95,3                              | 17,4                              |
| 2003 | 4485                           | 3205,1                     | 25396                            | 31,74        | 163,1                | 9,1        | 811                                       | 0,13               | 10,4                        | 1,1                       | 91,5                         | 25,7                        | 75,7                                   | 17,2                                  | 96                                | 19,3                              |
| 2004 | 3150                           | 3436,8                     | 27772                            | 32,04        | 152                  | 6,7        | 370                                       | 0,14               | 10,9                        | 1,1                       | 92                           | 25,2                        | 76,1                                   | 18,3                                  | 95,7                              | 20,1                              |
| 2005 | 2076                           | 2724,6                     | 19014                            | 32,07        | 132,2                | 5,9        | 795                                       | 0,12               | 12,1                        | 1,1                       | 92                           | 26,7                        | 77,4                                   | 18,4                                  | 96,6                              | 22,7                              |
| 2006 | 1336                           | 2312,9                     | 14286                            | 32           | 141,4                | 6,2        | 822                                       | 0,15               | 16,1                        | 1,1                       | 92,6                         | 27,4                        | 77,9                                   | 20,3                                  | 97,1                              | 24,6                              |
| 2007 | 1509                           | 2103,1                     | 11651                            | 32,04        | 167,9                | 5,8        | 740                                       | 0,15               | 16,2                        | 1,1                       | 92,6                         | 27,9                        | 81                                     | 23,7                                  | 97,6                              | 26,9                              |
| 2008 | 1305                           | 2234,4                     | 12911                            | 32,33        | 143,7                | 5,6        | 622                                       | 0,15               | 16,9                        | 1,4                       | 92,8                         | 31,5                        | 80,5                                   | 24,1                                  | 97,8                              | 28,8                              |
| 2009 | 1462                           | 1267,1                     | 7464                             | 32,33        | 138                  | 5,3        | 484                                       | 0,14               | 17,2                        | 1,5                       | 93,1                         | 32,8                        | 79                                     | 24,9                                  | 98,1                              | 31,6                              |
| 2010 | 1207                           | 1253,4                     | 7000                             | 32,32        | 155                  | 5,2        | 535                                       | 0,16               | 17,3                        | 1,5                       | 93,1                         | 32,8                        | 79                                     | 24,9                                  | 98,1                              | 31,6                              |
| 2011 | 1046                           | 1220,6                     | 6418                             | 32,51        | 171                  | 5,1        | 534                                       | 0,16               | 17,3                        | 1,5                       | 92,7                         | 31,9                        | 83,7                                   | 28,3                                  | 98,1                              | 28,2                              |
| 2012 | 1388                           | 1218,1                     | 4571                             |              | 182,1                | 6,2        | 427                                       |                    | 17,3                        | 1,5                       |                              |                             |  |                                       |                                   |                                   |
| 2013 | 1189                           | 1391,5                     | 5891                             |              | 185,5                |            |   |                    | 17,3                        | 1,5                       |                              |                             |  |                                       |                                   |                                   |
| 2014 |                                | 1264,4                     | 5012                             |              |                      |            |   |                    |                             |                           |                              |                             |  |                                       |                                   |                                   |

Fonte: Elaboração própria