



Munich Personal RePEc Archive

## **Environmental impacts and regional scenarios of economic growth in Brazil - 2002-2012**

Guilhoto, Joaquim J. M. and Lopes, Ricardo Luis and Motta, Ronaldo Serroa da

Universidade de São Paulo, Universidade Estadual de Maringá

2002

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/38329/>  
MPRA Paper No. 38329, posted 24 Apr 2012 13:17 UTC

## SINOPSE

Este estudo simula os efeitos ambientais usando, para isso, o modelo Mibra interregional de equilíbrio geral com um cenário pessimista de taxa de crescimento nacional de 2,3% a.a. e outro otimista, com crescimento de 4,4% a.a. para o período 2002-2012. Com base em coeficientes de intensidade de poluição ou uso de recursos ambientais associados ao valor da produção das atividades econômicas, foram estimados os efeitos ambientais desses dois cenários tanto em nível nacional como para as macrorregiões Norte, Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul. Os resultados indicam que uma desconcentração regional para fora do eixo Sudeste-Sul permite que taxas de crescimento mais elevadas elevem o ganho de eficiência ambiental ao gerar taxas de crescimento menores nas razões de carga industrial poluidora ou do nível de uso de água e energia por unidade de valor produzido.

## ABSTRACT

This study simulates environmental effects with the inter-regional general equilibrium model Mibra assuming economic growth rates in a pessimist scenario of 2.3% a.a. and an optimist scenario of 4.4% a.a., both for the period 2002-2012. Using pollution intensity coefficients associated to production activities, environmental effects were estimated for the whole country as well as for the regions North, Central, Northeast, Southeast and South. Results indicate that reducing concentration growth in the axes Southeast-South may improve environmental efficiency of the whole economy with lower ratios of industrial pollution and water and energy use levels per unit of output produced.

**Keywords:** Pollution, Environmental Economics, Brazil

# 1 INTRODUÇÃO

Para se analisar o impacto que diferentes cenários de crescimento da economia brasileira teriam sobre um conjunto de variáveis ambientais, foram utilizados os resultados de dois modelos: um macroeconômico, que forneceu os parâmetros básicos de crescimento da economia, e o modelo Mibra inter-regional de equilíbrio geral, utilizado para as projeções de crescimento das regiões e dos seus setores. Adotou-se um cenário pessimista de crescimento nacional de 2,3% a.a. e um outro otimista com taxa de crescimento de 4,4% a.a., ambos para o período 2002-2012.

Com base em coeficientes de intensidade de poluição ou uso de recursos ambientais associados ao valor da produção das atividades econômicas, foram estimados os efeitos ambientais desses dois cenários tanto em nível nacional como para as macrorregiões Norte, Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul. Os resultados ambientais foram calculados para as emissões industriais líquidas de materiais orgânicos e inorgânicos e as emissões industriais atmosféricas de materiais particulados e sulfurados, para o uso da água e da energia elétrica, as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o desmatamento na Amazônia.

A Seção 2 descreve o modelo de equilíbrio geral utilizado e como se procedeu a sua “cenarização”. A Seção 3 apresenta e analisa os resultados ambientais e a Seção 4 encerra com os comentários finais.

## 2 O MODELO E OS CENÁRIOS ECONÔMICOS

A obtenção de previsões de variáveis econômicas é importante tanto para a análise dos aspectos econômicos como ambientais do setor privado e do setor público da economia de qualquer país. Com base nas previsões: a) as empresas podem realizar o planejamento das suas atividades durante o ano fiscal ou num período maior que um ano fiscal para se posicionarem no mercado, realizarem ou não novos investimentos; b) o setor público pode planejar os seus investimentos, orientar as suas políticas para os diferentes setores da economia e para os diferentes grupos da população; e c) podem ser obtidos resultados ambientais que permitam a implantação de políticas visando à proteção do meio ambiente.

As previsões de variáveis econômicas obtidas através dos modelos macroeconômicos e dos modelos de séries temporais podem ser conjugadas aos modelos intersetorial e inter-regional de equilíbrio geral. Dessa forma, obtêm-se informações mais detalhadas, em níveis regional e setorial, que são de interesse do planejamento, como também na definição de políticas econômicas e ambientais.

Para a empresa é interessante, por exemplo, porque é possível fazer previsões sobre o comportamento de um setor de forma específica nas várias regiões do país. Para o governo é interessante, porque permite verificar previamente como as variáveis econômicas e ambientais reagiriam ao longo do tempo a uma determinada política.

Neste estudo, utilizou-se o Modelo Inter-regional da Economia Brasileira (Mibra), construído para cinco macrorregiões, que permite projetar previsões nacionais e regionais para a economia brasileira e, com base nessas previsões, estimar os impactos ambientais e regionais do crescimento econômico. Para tal, o Mibra

simula as estruturas de produção e consumo da economia e suas interações setoriais e regionais e, a partir deste modelo, de acordo com taxas de crescimento regionalmente diferenciadas, estimam-se os produtos econômicos regionais.<sup>1</sup>

Para simular o modelo foram adotados dois cenários, um pessimista e outro otimista. A determinação desses dois cenários foi realizada com base nas previsões macroeconômicas, pessimista e otimista, de modelos macroeconômicos do IPEA. Foram construídos cenários de crescimento diferenciados para as cinco macrorregiões brasileiras: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, para o período 2002-2012.

De forma a enfatizar a atual expansão econômica das regiões Norte e CentroOeste e as necessidades de crescimento da região Nordeste, os gastos do governo federal e os investimentos foram direcionados em maior proporção para essas regiões que para as regiões mais desenvolvidas do Sudeste e Sul.

Os cenários montados para as regiões tiveram como objetivo básico fazer uma aderência das taxas nacionais do modelo IPEA com as taxas regionais de crescimento adotadas neste modelo Mibra. Entretanto, vale notar que a atual preponderância econômica das regiões Sudeste e Sul fazem com que estas absorvam parte do aumento de demanda e produção a ser imputado às outras regiões.

As Tabelas 1 e 2 apresentam as principais hipóteses e resultados dos cenários pessimista e otimista.

No cenário pessimista o PIB do Brasil apresenta um crescimento médio de 2,28% no período 2002-2012, enquanto no cenário otimista este valor passa para 4,36%. Para as macrorregiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, os resultados para o cenário pessimista são, respectivamente, 2,76%, 2,15%, 2,65%, 1,75% e 2,16%, ao passo que para o otimista são, respectivamente, 5,40%, 4,20%, 5,03%, 3,78% e 3,98%.

Esses resultados obedecem à hipótese inicial de convergência das regiões. Note-se, porém, que este processo de convergência é mais acentuado dentro de um cenário otimista. Num cenário de baixo crescimento uma convergência maior só seria atingida se ocorresse uma queda nas taxas de crescimento das regiões Sudeste e Sul. Entretanto, dada a estrutura produtiva nacional, uma queda no crescimento dessas regiões iria também, fatalmente, gerar uma queda no crescimento das outras regiões. Em resumo, um processo de convergência regional na economia brasileira se torna mais factível dentro de um cenário otimista de crescimento, cenário este que também terá um impacto maior sobre as variáveis ambientais, como será visto a seguir.

---

<sup>1</sup> Para uma descrição mais detalhada do Mibra, ver Guilloto, Hasegawa e Lopes (2001). Para aplicação de modelo similar em outras economias, ver Peter et alii (1996) e Naqvi e Peter (1996).

TABELA 1  
Principais Hipóteses do Modelo: Taxas Médias de Crescimento — 2002-2012  
(Em %)

Variável	Cenários	
	Pessimista	Otimista
Inflação Brasil	5,36	5,36
Exportação Brasil	7,65	7,65
Importação Brasil	7,15	7,15
Salário real	0,92	0,92
Investimento Norte	3,35	6,52
Investimento Nordeste	1,36	2,90
Investimento Centro-Oeste	6,72	10,88
Investimento Sudeste	0,12	0,93
Investimento Sul	0,13	1,06
Gastos do governo federal no Norte	3,35	6,52
Gastos do governo federal no Nordeste	1,54	3,44
Gastos do governo federal no Centro-Oeste	6,72	10,88
Gastos do governo federal no Sudeste	0,11	0,59
Gastos do governo federal no Sul	0,11	0,59
Produtividade do trabalho no Norte	5,45	5,45
Produtividade do trabalho no Nordeste	3,63	3,63
Produtividade do trabalho no Centro-Oeste	5,45	5,45
Produtividade do trabalho no Sudeste	3,63	3,63
Produtividade do trabalho no Sul	3,63	3,63
População do Brasil	1,20	1,20
População do Norte	2,19	2,19
População do Nordeste	0,89	0,89
População do Centro-Oeste	1,97	1,97
População do Sudeste	1,13	1,13
População do Sul	1,03	1,03

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 2  
Principais Resultados do Modelo: Taxas Médias de Crescimento — 2002-2012  
(Em %)

Variável	Cenários	
	Pessimista	Otimista
PIB Brasil	2,28	4,36
PIB Norte	2,76	5,40
PIB Nordeste	2,15	4,20
PIB Centro-Oeste	2,65	5,03
PIB Sudeste	1,75	3,78
PIB Sul	2,16	3,98
Investimento no Brasil	1,58	3,42
Gastos do governo federal no Brasil	1,80	3,62
Consumo das famílias no Brasil	1,75	4,18
Consumo das famílias no Norte	1,75	4,79
Consumo das famílias no Nordeste	1,41	4,01
Consumo das famílias no Centro-Oeste	3,23	7,15
Consumo das famílias no Sudeste	1,60	3,84
Consumo das famílias no Sul	1,79	3,77
Taxa de câmbio	5,28	5,28

Fonte: Dados da pesquisa.

### 3 CENÁRIOS AMBIENTAIS

Por fim, foram analisados os impactos ambientais das emissões industriais do uso de água e energia elétrica e do desmatamento na Amazônia nos dois cenários adotados. O objetivo será o de avaliar como as médias nacional e regionais da pressão ambiental de cada região se alterariam em relação ao padrão atual de 2002 com os dois cenários. Inicialmente, observaram-se a escala desse impacto, as suas taxas de crescimento no período e, por fim, a sua intensidade no valor da produção. A seguir, foram sumariados os procedimentos estimativos adotados e, então, discutidos os resultados obtidos.

#### 3.1 PROCEDIMENTOS ESTIMATIVOS

Os resultados ambientais de cada cenário foram estimados multiplicando-se o valor de produção de cada setor estimado para o ano de 2012, nos dois cenários, por coeficientes de intensidade de poluição ou uso de recurso ambiental. Os casos analisados e os procedimentos estimativos foram:

##### Poluição industrial

- Carga de emissão de efluentes líquidos em material orgânico e inorgânico. •

Carga de emissão atmosférica de materiais particulados e sulfurados.

Intensidades setoriais de poluição (carga/valor da produção) foram estimadas em Seroa da Motta (2002) com base em dados de carga poluidora da indústria paulista do inventário da Cetesb e estimativas de valores de produção da Pesquisa Industrial Anual do IBGE para o ano de 1996.

##### Uso da água

- Volume de água bruta utilizado nas atividades econômicas.

Utilizando os dados da Companhia de Abastecimento de Água do Ceará, Lima (2002) estimou as intensidades de água para todos os setores econômicos do Ceará para o ano de 1999. No caso da agropecuária, tais intensidades foram ajustadas para outras regiões do país com base nas intensidades de uso de água na irrigação estimadas por Fontenele (1999). Para os outros casos aplicaram-se as estimativas para o Ceará, sem ajustes.

##### Uso de energia elétrica

- Quantidade de energia elétrica utilizada nas atividades econômicas.
- Com base no Balanço Energético Nacional foram estimadas as intensidades de uso de energia elétrica por valor da produção setorial para o ano de 2000.
- Emissões de CO<sub>2</sub>.
- Emissão de CO<sub>2</sub>, principal gás causador do efeito-estufa, das atividades econômicas.

Também com base no Balanço Energético Nacional foram derivadas intensidades de CO<sub>2</sub> para o ano de 2000 de acordo com o conteúdo de carbono de cada fonte energética.

### Desmatamento na Amazônia

- Área desmatada para atividade agropecuária na Amazônia.

Utilizando dados dos censos agropecuários de 1970-1995 estimou-se uma elasticidade de 0,39 entre taxa de crescimento do valor da produção e taxa de abertura de área para atividades agrícolas e pecuárias na Amazônia Legal. Aplicando essa elasticidade nas taxas de crescimento do produto agropecuário nos dois cenários, estimou-se uma aproximação da área adicional a ser desmatada para viabilizar tais atividades.

Exceto para o caso de desmatamento, avaliou-se também a intensidade do produto de cada emissão ou nível de uso dividindo a carga poluidora ou a quantidade de uso estimada pelo seu respectivo valor de produção. Para o desmatamento estimou-se a diferença de área desmatada em cada cenário.

## 3.2 RESULTADOS

Serão analisados os resultados obtidos para os casos de emissões e níveis de uso da água e energia elétrica apontando-se, primeiro, os resultados ambientais para a economia como um todo. Em seguida, serão discutidas as diferenças regionais por resultado ambiental, e, em separado, os resultados para o desmatamento na Amazônia.

### 3.2.1 Padrão Nacional

Conforme observado nas seções metodológicas anteriores, o cenário otimista admite uma taxa de crescimento de quase o dobro da adotada no cenário pessimista. Como também se admite que o padrão tecnológico é o mesmo nos dois cenários, as emissões e os níveis de uso da água e energia crescerão nos dois cenários. Mas, além do nível do produto, serão as diferenças setoriais que predominarão em cada projeção de cenário.

Embora uma taxa de crescimento seja adotada para a economia como um todo, cada cenário admite um crescimento maior nas regiões Centro-Oeste e Norte, que são hoje mais especializadas nas atividades agropecuárias, à custa das regiões Sudeste e Sul, onde a atividade industrial é predominante. Um crescimento médio foi adotado para a região Nordeste, onde a indústria, embora menos que no Sul do país, é também importante. Dessa forma, a participação das atividades agropecuárias no produto nacional, em 2012, de acordo com nossos cenários, será menor.

Nos Gráficos 5 a 8, 14, 17 e 20, mais adiante, as nossas simulações permitem observar que as médias nacionais no cenário otimista das intensidades de emissão e de uso por produto (em relação ao valor da produção) são sempre menores do que as medidas para o cenário pessimista. Isto quer dizer que a eficiência do padrão ambiental da economia como um todo melhoraria com um crescimento mais acelerado. Todavia, existirão casos em que esta relação se inverte em algumas regiões, conforme será analisado a seguir.

### 3.2.2 Diferenças Regionais

Como seria de se esperar, para todos os poluentes e níveis de uso de água e energia elétrica, a taxa de crescimento acompanhou a taxa de crescimento do PIB, conforme mostram os Gráficos 1 a 4. Assim, o maior crescimento da poluição se deu na região Centro-Oeste, seguida das regiões Norte e Nordeste.

As diferenças por tipo de resultado ambiental são igualmente afetadas pelas diferenças na composição setorial do produto e nas taxas de crescimento populacional. Apenas alguns casos se distinguirão das já observadas no cenário de referência, como será visto a seguir.

#### Poluição industrial

Conforme mostram os Gráficos 1 a 4, em termos de geração total de poluição, em ambos os cenários, a região Sudeste continua sendo, de longe, a que apresenta a maior carga gerada, exceto no caso de material orgânico onde a região Nordeste e, principalmente, a região Sul a superam. Um possível esgotamento da capacidade de suporte da região Sudeste em relação à poluição industrial deve ser, então, analisado ante o futuro crescimento do produto industrial.

GRÁFICO 1

Emissão de Poluentes Orgânicos, em Toneladas, no Início e no Final do Período, por Cenário e Região

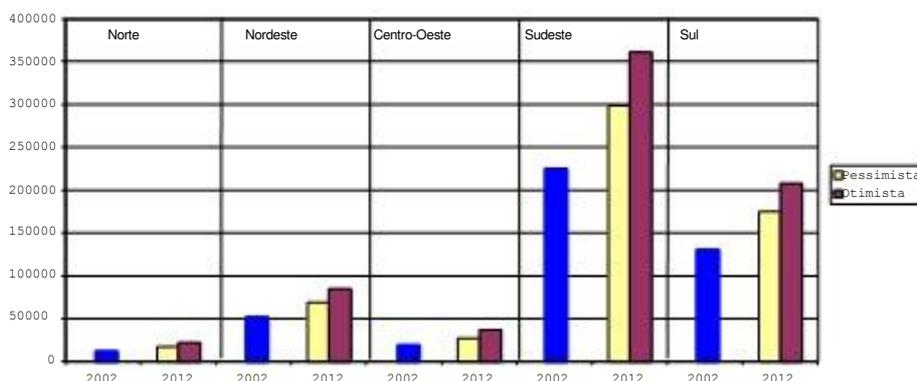


GRÁFICO 2

Emissão de Particulados, em Toneladas, no Início e no Final do Período, por Cenário e Região

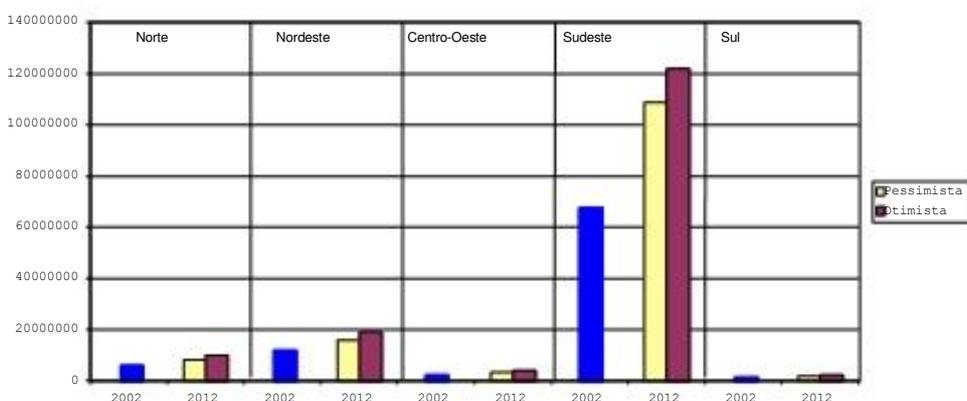


GRÁFICO 3

Emissão de Poluentes Inorgânicos, em Toneladas, no Início e no Final do Período, por Cenário e Região

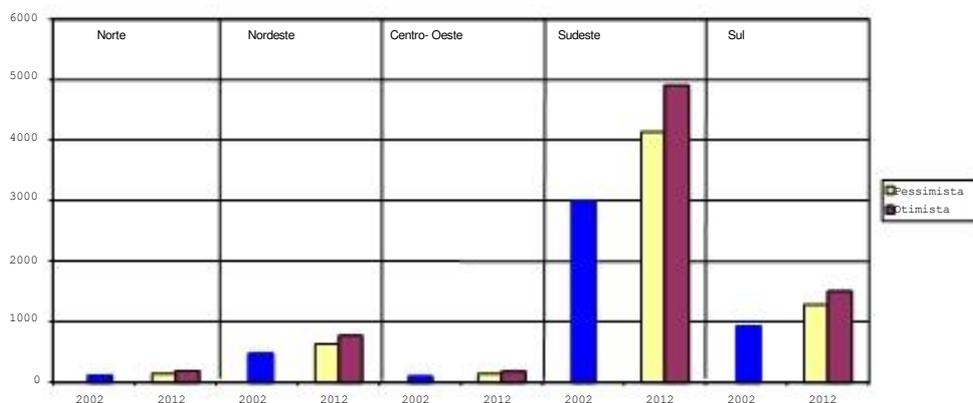
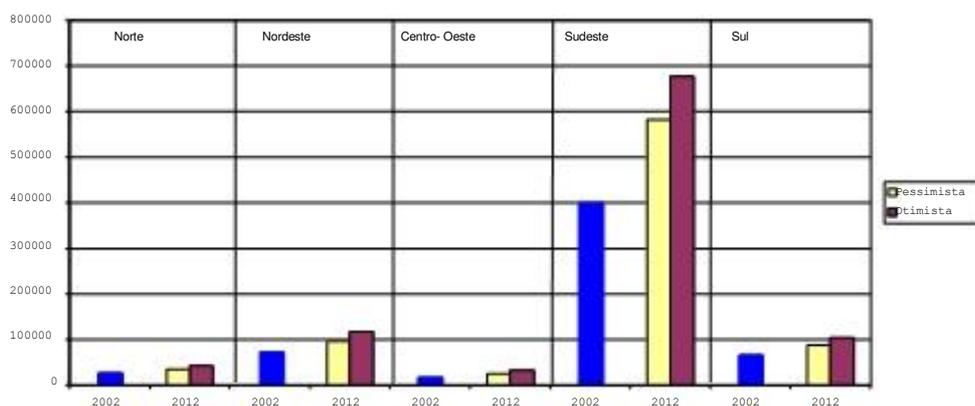


GRÁFICO 4

Emissão de Poluentes Sulfurados, em Toneladas, no Início e no Final do Período, por Cenário e Região



A composição setorial do PIB da região Centro-Oeste, contudo, permitiu que as taxas de crescimento das intensidades de produto fossem negativas em ambos os cenários, mesmo diante de altas taxas de crescimento do produto, conforme mostram os Gráficos 5 a 8. Observando as estimativas de intensidade de produto nos Gráficos 9 a 12, a região Centro-Oeste encerraria o ano de 2012 com um produto industrial menos intensivo em poluição.

Os únicos casos em que as taxas de crescimento da intensidade do produto são maiores no cenário otimista do que no pessimista são para material orgânico (Gráfico 9), nas regiões Sudeste e Sul, e inorgânico (Gráfico 10), na região Norte. Logo, um crescimento mais acelerado apresenta uma tendência a tornar essas regiões mais poluídas.

GRÁFICO 5  
Taxa de Crescimento dos Principais Indicadores, por Cenário, Região e Brasil — Poluentes Orgânicos

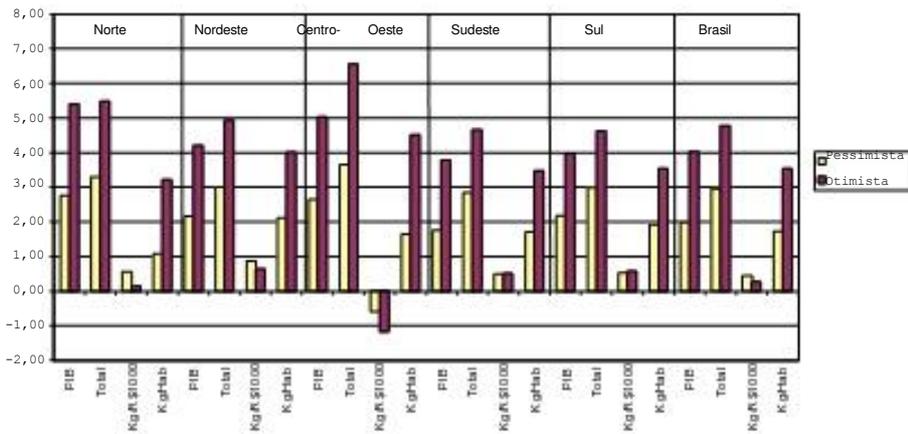


GRÁFICO 6  
Taxa de Crescimento dos Principais Indicadores, por Cenário, Região e Brasil — Poluentes Inorgânicos

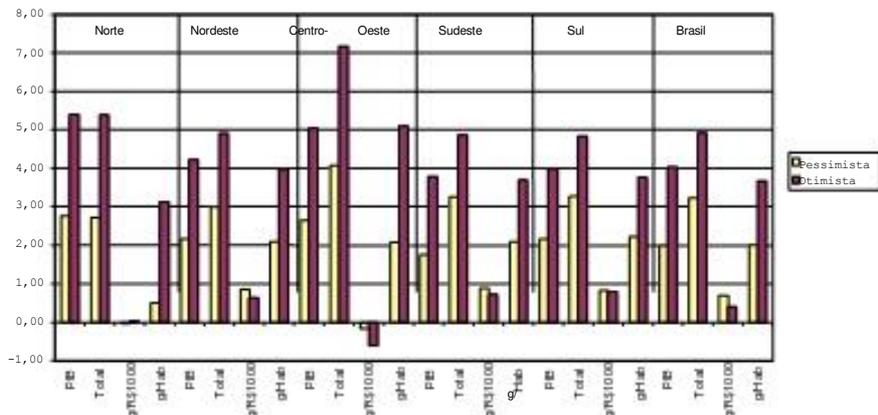


GRÁFICO 7  
Taxa de Crescimento dos Principais Indicadores, por Cenário, Região e Brasil — Particulados

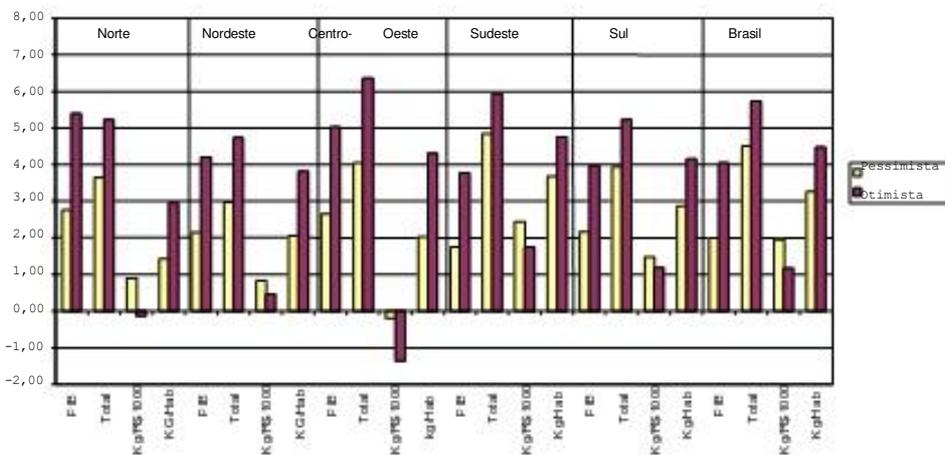


GRÁFICO 8

Taxa de Crescimento dos Principais Indicadores, por Cenário, Região e Brasil — Sulfurados

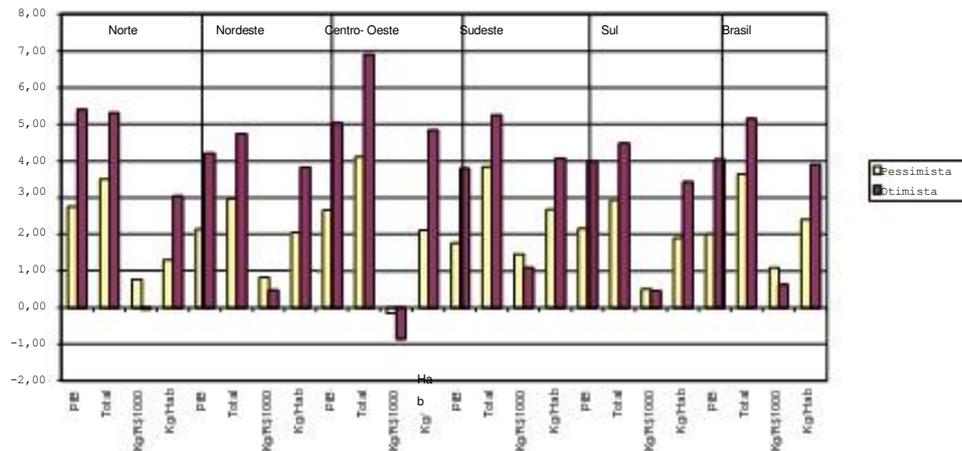


GRÁFICO 9

Emissão de Poluentes Orgânicos, em kg/R\$1.000 de Valor da Produção, por Cenário, Região e Brasil

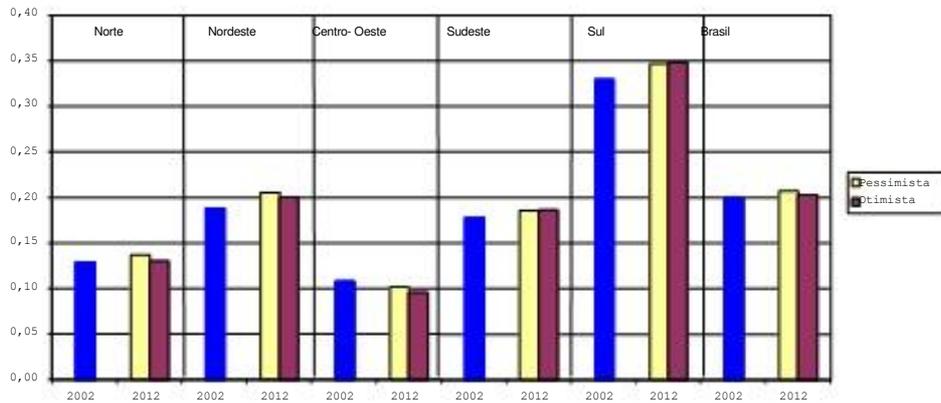


GRÁFICO 10

Emissão de Poluentes Inorgânicos, em g/R\$1.000 de Valor da Produção, por Cenário, Região e Brasil

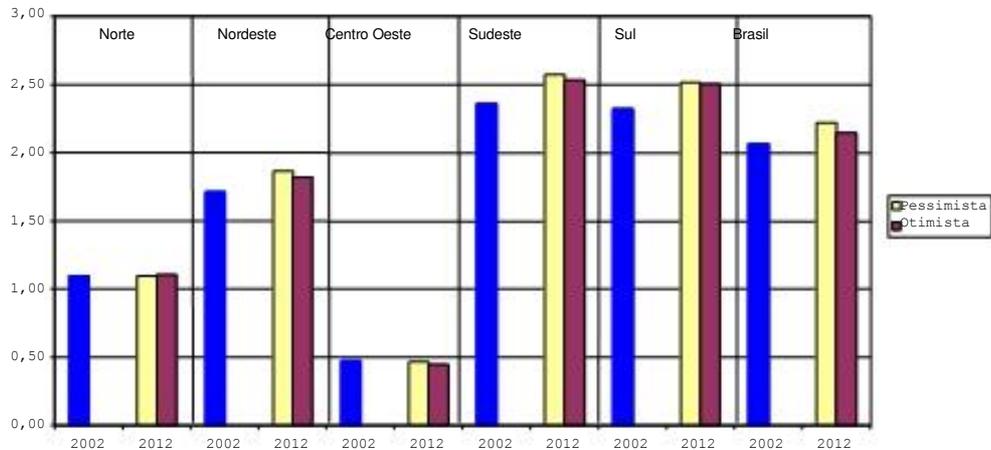


GRÁFICO11

Emissão de Particulados, em kg/R\$1.000 de Valor da Produção, por Cenário, Região e Brasil

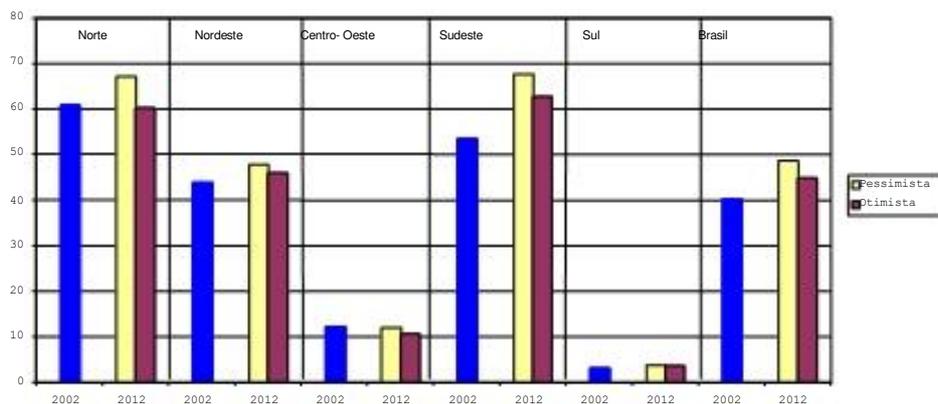
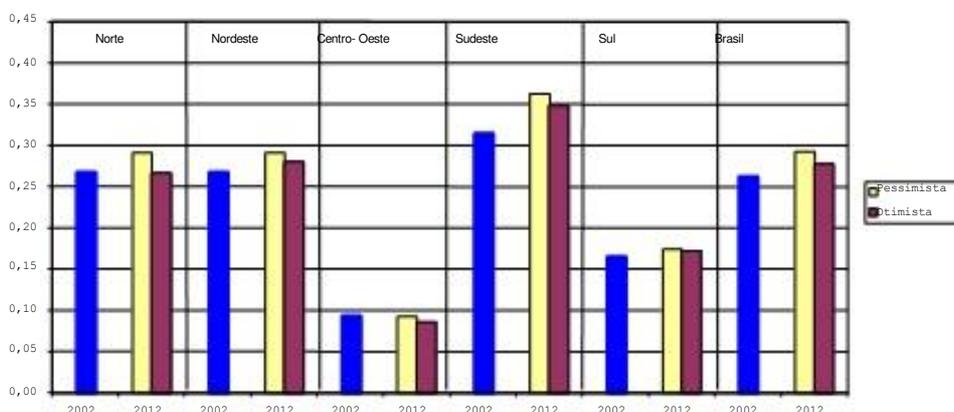


GRÁFICO12

Emissão de Poluentes Sulfurados, em kg/R\$1.000 de Valor da Produção, por Cenário, Região e Brasil



Em suma, em que pese o crescimento ser mais acelerado das regiões CentroOeste, Norte e Nordeste, a geração de poluição industrial, tanto em escala como em intensidade, continuaria ainda concentrada nas regiões Sudeste e Sul.

### Consumo de água

As regiões Sudeste e Sul, seguidas de perto pela região Nordeste, conforme mostra o Gráfico 13, continuam, nos dois cenários, como as que mais consumirão água para fins produtivos em 2012.

No Gráfico 14, observa-se novamente que a região Centro-Oeste, apesar de ter as maiores taxas de crescimento do uso da água, apresenta taxas negativas de crescimento da intensidade do produto para ambos os cenários. A região Norte também apresenta taxa negativa de crescimento da intensidade do produto no cenário otimista.

GRÁFICO 13

Consumo Total de Água, em hm<sup>3</sup>, no Início e no Final do Período, por Cenário e Região

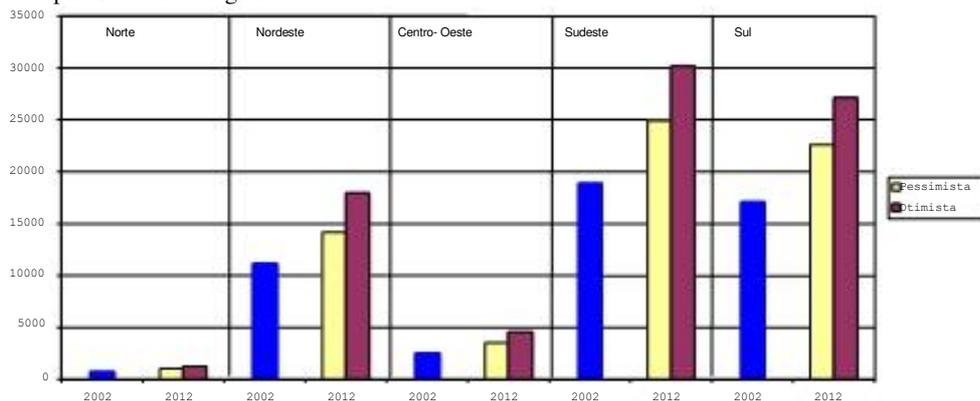
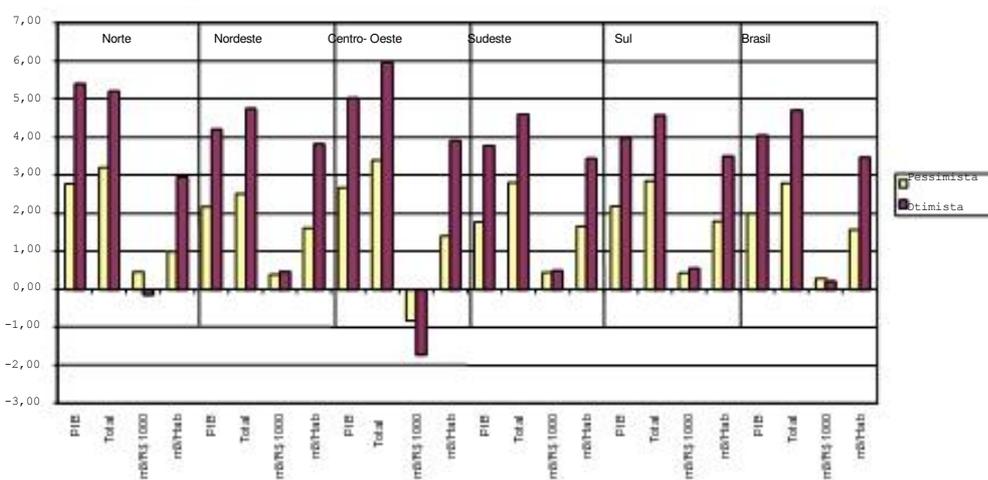


GRÁFICO 14

Taxa de Crescimento dos Principais Indicadores, por Cenário, Região e Brasil — Água



Contrariamente à média para o país, as regiões Sudeste, Sul e Nordeste (ver Gráfico 14) apresentam, no cenário otimista, taxas de crescimento da intensidade de produto maiores do que aquelas estimadas para o cenário pessimista. Até mesmo as regiões Sul e Nordeste apresentam, no Gráfico 15, estimativas de intensidades de produto muito superiores às de outras regiões, inclusive em relação à região Sudeste.

Em suma, considerando a baixa disponibilidade hídrica da região Nordeste, uma expansão econômica acelerada, como a aqui simulada, pode ampliar os problemas de uso da água na região.

### Consumo de energia elétrica

Conforme mostra o Gráfico 16, a região Sudeste também apresenta, de longe, maior consumo de energia elétrica, inclusive com distanciamento ainda maior relativamente às outras regiões, do que no caso do uso da água.

GRÁFICO 15

Consumo de Água, em m<sup>3</sup>/R\$1.000 de Valor da Produção, por Cenário, Região e Brasil

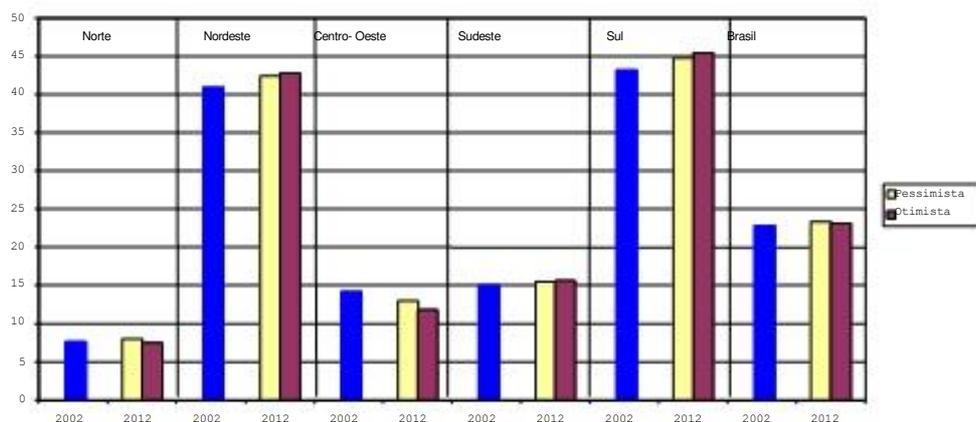
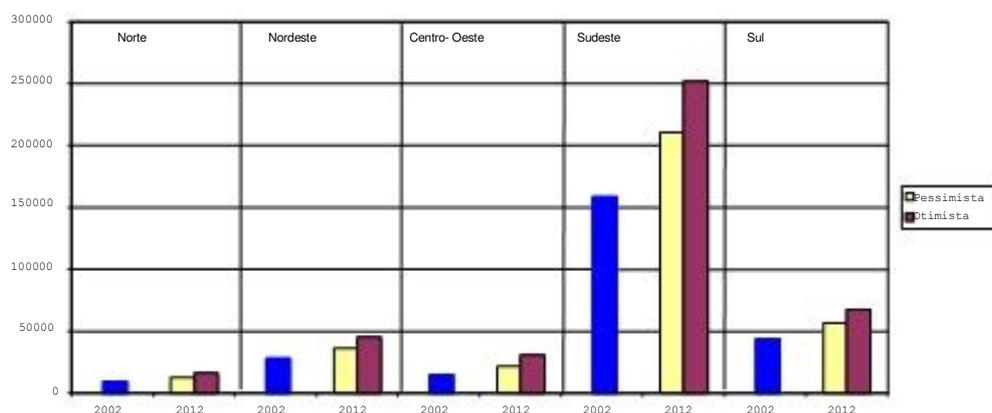


GRÁFICO 16

Consumo de Energia Elétrica, em Milhares de MWh, no Início e no Final do Período, por Cenário e Região



Novamente, a região Centro-Oeste (ver Gráfico 17) apresenta taxa negativa de crescimento da intensidade de produto. O Gráfico 18 mostra que, em ambos os cenários, as intensidades energéticas do produto são muito próximas.

Para a região Sul, entretanto, observa-se no cenário otimista uma taxa de crescimento na intensidade de produto maior do que no cenário pessimista, indicando que nessa região um crescimento acelerado, ao contrário do resto do país, intensificaria ainda mais o conteúdo de energia elétrica do seu produto.

GRÁFICO 17  
Taxa de Crescimento dos Principais Indicadores, por Cenário, Região e Brasil — Energia Elétrica

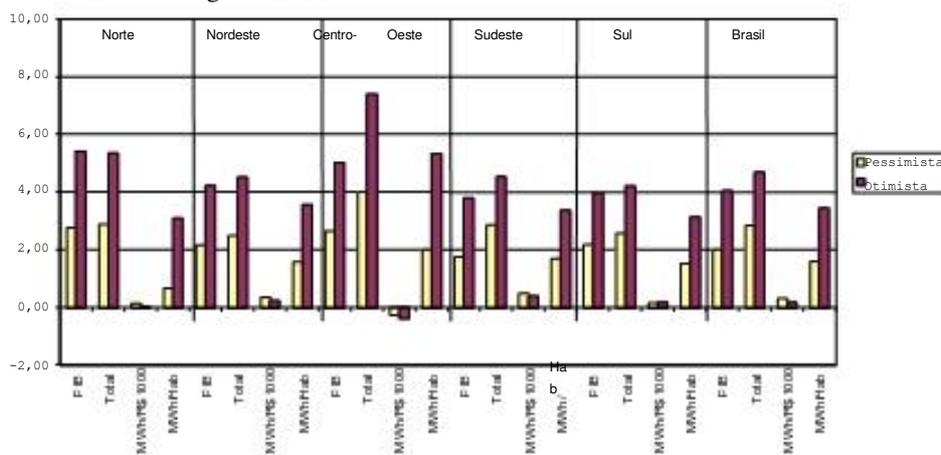
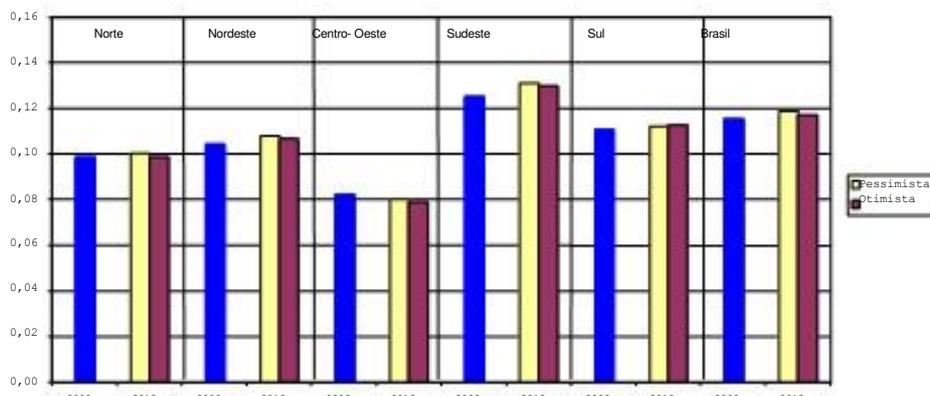


GRÁFICO 18  
Consumo de Energia Elétrica, em MWh/R\$1.000 de Valorda Produção, por Cenário, Região e Brasil



## Emissões de CO<sub>2</sub>

Novamente, a região Sudeste, como mostra o Gráfico 19, continuaria liderando as emissões de CO<sub>2</sub> nas duas simulações para 2012. Entretanto, as regiões Nordeste e Sul, ao contrário da média nacional, apresentam taxas de crescimento na intensidade de produto maiores no cenário otimista que no cenário pessimista (ver Gráfico 20).

Tal tendência seria de se esperar, considerando que essas regiões já apresentavam intensidades de produto elevadas para as emissões atmosféricas de materiais particulados e sulfurados fortemente associadas às fontes de CO<sub>2</sub> na indústria. Aliás, tal como no caso da energia elétrica, todas as regiões, conforme mostra o Gráfico 21, apresentam intensidades de produto muito próximas.

GRÁFICO 19

Emissão Total de CO<sub>2</sub>, em kt, no Início e no Final do Período, por Cenário e Região

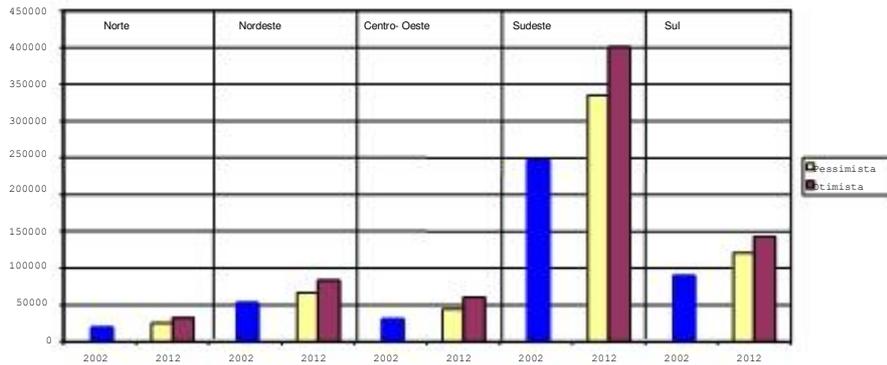


GRÁFICO 20

Taxa de Crescimento dos Principais Indicadores, por Cenário, Região e Brasil — CO<sub>2</sub>

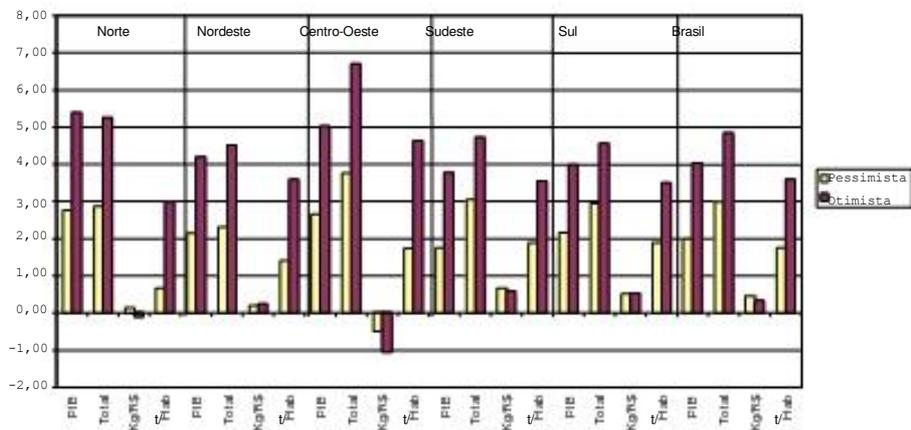
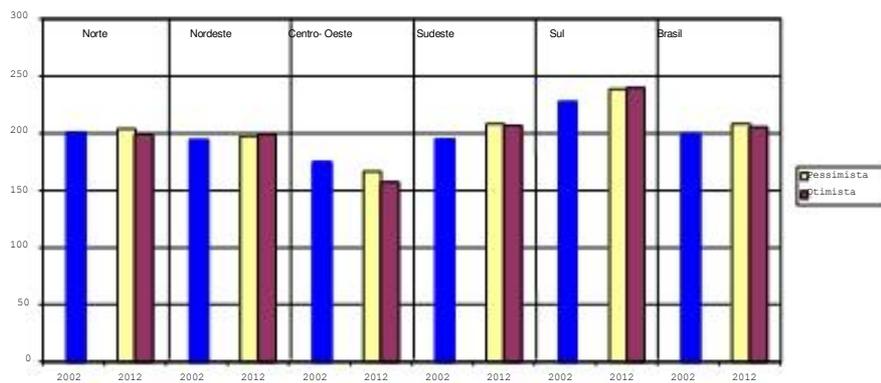


GRÁFICO 21

Emissão de CO<sub>2</sub>, em kg/R\$1.000 de Valor da Produção, por Cenário, Região e Brasil



### 3.2.3 Desmatamento na Amazônia

O desmatamento na Amazônia aumenta com o crescimento das atividades agropecuárias. Conforme já mencionado, assumimos uma correlação entre valor da produção agropecuária e área para cultivo e pastagem que estima as áreas adicionais utilizadas para os anos dos cenários.

Conforme mostra a Tabela 3, no cenário otimista de crescimento acelerado estima-se para 2012 um desmatamento adicional de 10,5 milhões de hectares, ou 25,1% da área já desmatada em 2002. Com o cenário pessimista, de menor crescimento, a área desmatada seria também menor, no total de quase 6 milhões ou 14,1% da área inicial de 2002. Assim, o cenário otimista representaria uma área desmatada quase 80% maior do que a estimada para o cenário pessimista. Note-se, entretanto, que, mesmo no cenário otimista, o desmatamento para fins agropecuários não ultrapassaria mais que 2% da atual área da Amazônia Legal.

TABELA 3  
Cenários de Área Desmatada na Amazônia para Fins Agropecuários

Genário	Área total desmatada até o ano 2012 (ha)	Varição em relação ao cenário de referência (%)	Proporção da área total da Amazônia Legal (%)
Otimista	10.588.294	25,1	2,0
Pessimista	5.937.430	14,1	1,1

## 4 COMENTÁRIOS FINAIS

Este estudo simulou os efeitos ambientais com o modelo Mibra inter-regional de equilíbrio geral com um cenário pessimista de taxa de crescimento nacional de 2,3% a.a. e outro otimista, com crescimento de 4,4% a.a. para o período 2002-2012.

Com base em coeficientes de intensidade de poluição ou uso de recursos ambientais associados ao valor da produção das atividades econômicas, foram estimados os efeitos ambientais desses dois cenários tanto em nível nacional como para as macrorregiões Norte, Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul.

Os resultados ambientais foram estimados para as emissões industriais líquidas de materiais orgânicos e inorgânicos, as emissões industriais atmosféricas de materiais particulados e sulfurados, para o uso da água e da energia elétrica, as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o desmatamento na Amazônia.

Exceto para o caso do desmatamento, foi calculada também a intensidade do produto de cada emissão ou nível de uso dividindo a carga poluidora ou a quantidade de uso estimada pelo seu respectivo valor de produção. Para o desmatamento, foi estimada a diferença de área desmatada em cada cenário.

Embora uma taxa de crescimento seja adotada para a economia como um todo, cada cenário admite taxas de crescimento de 20% a 40% maiores para as regiões Centro-Oeste e Norte do que as assinaladas para as regiões Sudeste e Sul. Para a região Nordeste foram adotadas taxas em torno da média nacional. Conforme se

esperava, observa-se, no período analisado, um crescimento equivalente na carga poluidora, no nível de uso da água e energia elétrica e no desmatamento.

Entretanto, mesmo “cenarizada” com uma taxa de crescimento menor, as regiões Sudeste e Sul continuam, na maioria dos casos, como as principais fontes geradoras de poluição e uso de recursos naturais. Apenas no caso de consumo de água, é que a região Nordeste se aproxima dessas regiões.

Quanto à intensidade por produto, observa-se, contudo, que para emissões de materiais particulados e sulfurados, consumo de energia elétrica e emissões de CO<sub>2</sub>, as estimativas das outras regiões estão menos distantes das calculadas para as regiões Sudeste e Sul.

Por outro lado, um resultado interessante é que as médias nacionais no cenário otimista das intensidades de poluição industrial e de uso de água e energia elétrica por produto econômico são sempre menores do que as medidas para o cenário pessimista. Isto quer dizer que a eficiência do padrão ambiental da economia como um todo melhoraria quanto mais acelerado fosse o crescimento.

Mesmo assim, existem casos em que esta relação se inverte em algumas regiões, como na geração de poluição hídrica industrial na região Sudeste, no uso da água nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, no consumo de energia elétrica na região Sul e nas emissões de CO<sub>2</sub> nas regiões Nordeste e Sul.

O desmatamento da Amazônia, contudo, como não poderia deixar de ser, cresce mais no cenário otimista de crescimento acelerado. Estimou-se para 2012 um desmatamento adicional de 10,5 milhões de hectares, ou seja, 25,1% da área já desmatada em 2002. Com o cenário pessimista de menor crescimento, a área desmatada cairia para quase 6 milhões de hectares. Entretanto, mesmo no cenário otimista o desmatamento para fins agropecuários não ultrapassaria mais que 2% da atual área da Amazônia Legal.

Em suma, a expectativa é que o crescimento econômico no Brasil aumentará a pressão sobre a base de recursos naturais. Todavia, em termos nacionais, uma desconcentração regional para fora do eixo Sudeste-Sul permite que taxas de crescimento mais elevadas elevem o ganho de eficiência ambiental ao gerar taxas de crescimento menores nas razões de carga poluidora ou nível de uso de água e energia por unidade de valor produzido.

## BIBLIOGRAFIA

- FONTENELE, R. E. S. Proposta metodológica para implantação do sistema de cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado do Ceará. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 30, n. 3, jul.-set. 1999.
- GUILHOTO, J. J. M., HASEGAWA, M. M., LOPES, R. L. Estrutura teórica do modelo Mibra, um modelo inter-regional e intersetorial aplicado de equilíbrio geral da economia brasileira. São Paulo: Esalq-USP, Departamento de Economia, Administração e Sociologia, 2001 (Texto para Discussão).
- LIMA, P. V. P. S. Relações econômicas do Ceará e a importância da água e da energia elétrica no desenvolvimento do estado. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002, 245p. (Tese de Doutorado).
- NAQVI, F., PETER, M. W. A multiregional, multisectoral model of the Australian economy with an illustrative application. *Australian Economic Papers*, v. 35, n. 66, June 1996.
- PETER, M. W., HORRIDGE, M., MEGHER, G. A., NAQVI, F., PARMENTER, B. R. The theoretical structure of Monash-MRF. Clayton: Centre of Policy Studies, 121 p., 1996 (Preliminary Working Paper, OP-85).
- SEROA DA MOTTA, R. Padrão de consumo, distribuição de renda e o meio ambiente no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, jan. 2002 (Texto para Discussão, 856).