



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Relatório Final de Monografia I

**O REFLORESTAMENTO DA MATA
ATLÂNTICA E SEUS DETERMINANTES
SOCIOECONÔMICOS**

Theodora Alencastro Guimarães

Matrícula: 1412097

Professor Orientador: Juliano Junqueira Assunção

Rio de Janeiro, 10 de dezembro de 2018



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Relatório Final de Monografia I

O REFLORESTAMENTO DA MATA ATLÂNTICA E SEUS DETERMINANTES SOCIOECONÔMICOS

Theodora Alencastro Guimarães

Matrícula: 1412097

Professor Orientador: Juliano Junqueira Assunção

Rio de Janeiro, 10 de dezembro de 2018

“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.”

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Juliano Assunção, por guiar esta pesquisa com paciência e objetividade.

Agradeço aos meus pais por moldarem com tanto carinho o meu percurso. Agradeço aos meus irmãos e avós.

Por fim, agradeço aos meus amigos.

Índice

Introdução	7
1) Revisão Bibliográfica	10
<i>1.1 Curva de Kuznets Ambiental</i>	10
<i>1.2 Forest Transition Theory</i>	12
<i>1.3 Modelo de Von Thunen</i>	13
2) Contexto Institucional	18
<i>2.1 Histórico</i>	18
<i>2.2 Lei da Mata Atlântica</i>	19
<i>2.3 Código Florestal</i>	19
<i>2.4 Pacto pela Restauração da Mata Atlântica</i>	20
3) Fonte de dados & Estratégia Empírica	22
<i>3.1 Dados</i>	22
<i>3.2 Estratégia Empírica</i>	23
4) Resultados	25
5) Limites	38
<i>5.1 Os limites do modelo escolhido</i>	38
<i>5.2 O reflorestamento: um fenômeno diverso na forma de manifestação e mensuração</i>	39
<i>5.3 Não podemos isolar o impacto da política ambiental</i>	39
Conclusão	41
Anexo 1	42
Referências bibliográficas	44

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Resumo Descritivo dos dados municipais.....	23
Tabela 2 – Tabela de resultados para variáveis socioeconômicas (Brasil).....	25
Tabela 3 – Tabela de resultados para a variável de densidade demográfica (Brasil).....	29
Tabela 4 – Tabela de resultados para a soma dos componentes do produto (Brasil).....	30
Tabela 5 – Tabela de resultados para variáveis socioeconômicas (Mata Atlântica).....	32
Tabela 6 – Tabela de resultados para a variável de densidade municipal (Mata Atlântica).....	36
Tabela 7 – Tabela de resultados para a soma dos componentes do produto (Mata Atlântica).....	37
Tabela 8 – Tabela de resultados para a regressão de controles.....	43

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Variação no uso da terra na Mata Atlântica (hectares), de 1986 a 2017.....	7
Gráfico 2 – Distribuição do Ganho Florestal dos municípios.....	28
Gráfico 3 – Distribuição do Ganho Florestal nos municípios que contém Mata Atlântica.....	34
Gráfico 4 – Distribuição do Ganho Florestal nos estados que contém Mata Atlântica.....	35

Introdução

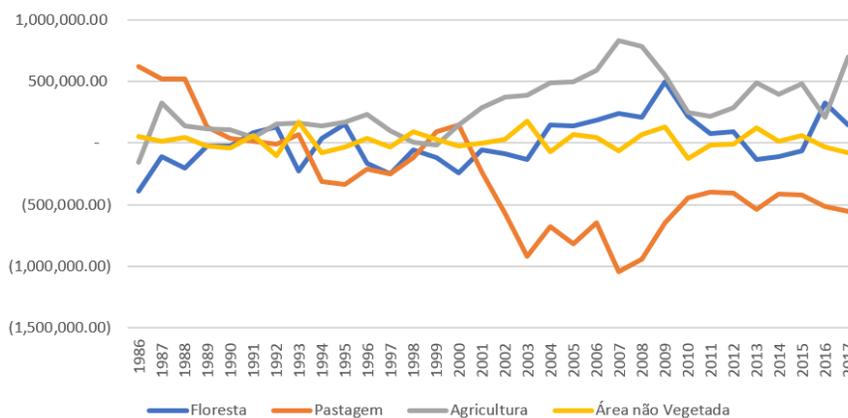
A Mata Atlântica engloba vários ecossistemas florestais, com enclaves e interpenetrações de outros ecossistemas não florestais e é considerada um dos biomas mais ricos em termos de variedade de espécies (Mittermeier et al, 2004). O bioma está presente tanto na região litorânea ao longo de toda a costa brasileira quanto em planaltos e serras do interior. Historicamente, foi a primeira floresta a receber iniciativas de colonização. Desde então, vários ciclos se desenvolveram no seu domínio. A região que abriga o bioma foi sujeita a exploração econômica de diferentes commodities, como o açúcar na região nordeste no século 17 e o café no Sudeste no século 18 e 19 (Tabarelli et al, 2005). A degradação do solo eventualmente levou à expansão da pecuária nos estados de São Paulo e Minas. Ainda, nas últimas décadas, houve a expansão de plantações de eucalipto para o comércio de celulose em certas áreas do Sudeste. A floresta foi, concomitantemente, substituída por cidades que atualmente abrigam mais da metade da população brasileira. A história do uso da terra no Brasil reflete um conjunto de políticas, instituições e escolhas tecnológicas baseados na abundância de terras (Assunção e Chiavari, 2015). Vale destacar, contudo, que o Brasil fez enormes progressos em termos de produtividade pecuária e agrícola nas últimas décadas. De fato, entre 1970 e 2006, sua produtividade média nacional em fazendas de gado dobrou e sua produção agrícola média nacional quadruplicou.

Apesar dos recentes avanços, o resultado de todos os ciclos econômicos pelos quais a Floresta Atlântica passou foi a perda quase total das florestas originais e a contínua devastação e fragmentação dos remanescentes florestais existentes, o que coloca a Floresta Atlântica em péssima posição de destaque, como um dos conjuntos de ecossistemas mais ameaçados de extinção do mundo (Mori et al, 1981; Myers et al, 2000). Ainda, a importância do bioma vai além do seu quadro amplo de biodiversidade, a Mata Atlântica confere serviços de ecossistema indispensáveis a quase três quartos da população brasileira, tais como a provisão de água para abastecimento e produção energética, regulação climática, entre outros. De uma área original distribuída ao longo de 17 estados brasileiros abrangendo mais de 1,450,000km² de área, resta hoje apenas 8.5% desse total (Fundação SOS Mata Atlântica, 1998). A atividade econômica reduziu a Floresta Atlântica a pequenos arquipélagos de fragmentos de floresta (geralmente, com menos de 50 ha) cercados por pastos ou campos agrícolas (Ribeiro et al, 2009).

Cerca de 40% dos remanescentes de Mata Atlântica são florestas secundárias resultantes do processo de regeneração natural da floresta (Ribeiro et al, 2009). As áreas protegidas representam apenas 1% da cobertura original da floresta. A paisagem Atlântica conjuga um ambiente extensamente modificado pela atividade econômica histórica e atual com fragmentos de floresta secundária em vários estágios de avanço (Tabarelli et al, 2010) resultantes de diferentes processos, sendo estes o abandono da terra, agroflorestas, plantações de árvores, entre outros.

O estudo do fenômeno de regeneração florestal é considerado de extrema importância pelos seguintes fatores: (i) auxilia na compreensão do impacto de políticas de desmatamento sobre a regeneração florestal; (ii) contribui para o entendimento da dinâmica do uso da terra e suas ineficiências – isto é, na dinâmica de uso e abandono e em como essas terras podem ser utilizadas no âmbito da restauração florestal de baixo custo; (iii) como o fenômeno de reflorestamento se enquadra no Código Florestal e nos outros marcos institucionais relevantes; (iv) identificação de como a regeneração pode afetar as metas de redução de emissões de carbono no Brasil (CPI) (Assunção e Gandour, 2017). Estima-se que o custo médio para a restauração ativa do bioma de Mata Atlântica é de cerca de 5,000 dólares por hectare (Brançalion et al, 2012). Portanto, estudar o fenômeno de reflorestamento natural é fundamental para compreender como este pode atuar na compensação de passivos ambientais ou alcance de metas à custos menos elevados. Contudo, é importante destacar que as florestas secundárias não têm a capacidade de sustentar tanta biodiversidade quanto florestas primárias (Barlow et al, 2007).

Gráfico 1 – Variação no uso da terra na Mata Atlântica (hectares), de 1986 a 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Mapbiomas

A transição florestal está associada a transformações socioeconômicas que refletem o processo de desenvolvimento da economia de um país (Rudel et al, 2002). Diante deste quadro, esta monografia tem por objetivo entender quais são os determinantes socioeconômicos do reflorestamento na Mata Atlântica. Procuramos entender a interação entre crescimento, fatores populacionais e nível de pobreza e o fenômeno do reflorestamento.

O próximo capítulo propõe uma revisão bibliográfica da literatura existente sobre a dinâmica entre fatores socioeconômicos e o reflorestamento e sobre os modelos que ilustram essas relações. Em seguida, traçamos o contexto institucional e os marcos legislativos relevantes para a conservação da floresta atlântica. Os capítulos 3 e 4 desenvolvem a estratégia empírica e os resultados obtidos à partir desta. Por fim, apresentamos uma série de limitações que interferem na compreensão dos resultados e do fenômeno que estudamos ao longo deste trabalho.

1) Revisão Bibliográfica

Esta seção propõe uma revisão da literatura existente sobre o reflorestamento e sua interação com fatores sociais, econômicos e políticos. Foram identificadas três teorias que servem de arcabouço teórico para o tratamento do tema de um ponto de vista econômico, sendo estas: a Curva de Kuznets ambiental, a Teoria da Transição das Florestas e o modelo de Von Thunen.

1.1 Revisão geral da Curva ambiental de Kuznets (EKC)

A proposta de que o crescimento econômico tem um impacto positivo sobre o meio ambiente se apoia em um modelo amplamente conhecido como a Curva de Kuznets Ambiental¹ (EKC – Environmental Kuznets Curve). Este se baseia em uma relação empírica entre a renda per capita e medidas ambientais qualitativas. A dinâmica por trás do modelo pode ser esboçada na forma de uma curva em U. Sendo assim, o crescimento econômico é compatível com a degradação ambiental até um ponto de inflexão onde esta relação é revertida.

A ideia que sustenta o modelo da EKC é de que países pobres tendem a priorizar o bem-estar material às *amenidades ambientais*² (Arrow et al, 1995). Consequentemente, nos primórdios do desenvolvimento econômico de um país, a degradação ambiental é tida como um efeito colateral do crescimento. Uma vez que se é atingido um certo padrão de vida e desempenho econômico, as causas ambientais passam a criar mais alarde culminando no desenvolvimento de medidas de amenidades ambientais. Assim, trazendo o fomento de instituições e legislação que conduzam a proteção e regeneração do meio ambiente.

É defendido que este modelo se aplica a uma ampla gama de variáveis ambientais. No entanto, após anos de pesquisa sobre o tema, utilizando diferentes nações e contextos ambientais, a evidência empírica acerca do tema permanece equívoca. Isto é, alguns casos são

¹ O modelo foi pensado de forma análoga a Curva de Kuznets original, teorizada pelo economista do mesmo nome em 1955. Com base em dados predominantemente de países desenvolvidos, Kuznets chegou à conclusão de que a relação entre o crescimento da renda e a desigualdade pode ser ilustrada por uma parábola convexa.

² Do inglês *environmental amenities*.

capazes de demonstrar a EKC enquanto outros apontam que não há recuperação ambiental compatível com o desenvolvimento.

Na década de 90, surgiram as primeiras adaptações da Curva de Kuznets para a esfera ambiental. Com base em dados *cross-section*, revelou-se a existência de uma EKC para o nível de poluição da água e do ar (Chowdhury & Moran, 2012 Apud Grossman & Krueger, 1993; Holtz-Eakin & Selden, 1992). Ademais, descobriram-se dois efeitos que sustentam a EKC: (i) um efeito de política (*policy effect*) – nas fases iniciais do desenvolvimento econômico, um país não é capaz de arcar com despesas de conservação ambiental e este período é seguido por uma preocupação pública crescente com o meio ambiente que desencadeia a criação de contornos regulatórios; (ii) efeito renda – a crescente capacidade de financiar amenidades ambientais à medida que a renda aumenta (Dasgupta, Laplante, Wang e Wheeler, 2002). Uma análise específica de iniciativas de reflorestamento em zonas urbanas – empreendida por Gatrell e Jensen, em 2002, em seu artigo *Growth through greening: developing and assessing alternative economic development programs* – revelou que as políticas são muito mais efetivas em contextos de crescimento econômico forte. Além disso, o artigo aponta para a contribuição da transparência nas políticas de uso da terra. Sendo assim, sugere a importância do *policy effect*.

Alguns estudos apontam para evidências contrárias à EKC. É o caso de um estudo conduzido em florestas urbanas em Maryland que mostra que o crescimento de florestas ocorreu de maneira mais expressiva nas vizinhanças de status socioeconômico mais baixo (Grova et al, 2006). Assim, deve-se reconhecer a importância de uma análise mais ampla – que leve em consideração o legado e os processos históricos específicos de um lugar – para a compreensão sobre o impacto do efeito renda sobre o meio ambiente.

O desenvolvimento econômico também é objeto de estudo sob a ótica da EKC. Fenley, Machado e Fernandes (2007) incluem as trajetórias de desenvolvimento e infraestrutura de transporte em um estudo sobre a evolução das florestas tropicais em quatro estados brasileiros (Maranhão, Mato Grosso, Pará e Rondônia). Enquanto Rondônia opta por uma trajetória de desenvolvimento marcada pela exploração dos recursos naturais (em particular, minério) e agricultura que prioriza o transporte rodoviário extensivo, o Pará se aproxima do desenvolvimento industrial com preferência por rotas aéreas. Em linha com a EKC, os autores defendem que a segunda trajetória é mais congruente com a preservação do meio ambiente, além de gerar benefícios sociais e econômicos.

Diversos estudos detalham os componentes socioeconômicos do desmatamento e do reflorestamento, incluindo demográficos (crescimento populacional), econômicos (integração de mercado, renda), políticos (de comércio internacional, reformas fiscais), de fatores ambientais, localização e acesso, etc (Chowdhury & Moran (2012) apud Bhattarai, Conway, & Yousef, 2009; Moran, Brondizio, & McCracken, 2002; Moran, Brondizio, & VanWey, 2005; Mertens, Kaimowitz, Puntodewo, Vanclay, & Mendez, 2004; Pfaff et al., 2007; Roy Chowdhury, 2006a, 2006b). Em uma análise regional desagregada das florestas da África, América Latina e Ásia, foram encontrados os pontos de inflexão da EKC para a renda – isto é, o nível de renda no qual a taxa de desmatamento líquido zera e marca o início do processo de reflorestamento – apenas para os dois primeiros continentes (Cropper e Griffiths, 1994); para o restante, as relações não foram significantes.

A compreensão dos mecanismos que sustentam a EKC é fundamental para atestar a validade das previsões do modelo. No entanto, como descrito acima, é difícil estabelecer um consenso teórico e metodológico acerca da EKC: o *framework* é muito amplo – afinal, é possível atribuir ao modelo uma ampla gama de variáveis para medir o desenvolvimento e/ou o impacto ambiental – e a evidência empírica agregada é inconclusiva.

1.2 Forest Transition Theory

A noção básica de Teoria da Transição das Florestas (FTT – Forest Transition Theory) foi introduzida por Mather, em 1992, para descrever o processo pelo qual uma floresta passa de uma redução de sua área para um aumento líquido da mesma³. Sinais da redução das taxas de desmatamento e início do reflorestamento podem ser observados para algumas florestas tropicais (Rudel et al., 2005), onde o processo pode ocorrer em questão de décadas. Contrário aos países da Europa e EUA onde o processo ocorreu ao longo de aproximadamente dois séculos (Mather, 1992). A FTT pode ser compreendida como uma EKC específica para a questão florestal. No entanto, vale destacar algumas diferenças entre os modelos. De fato, a EKC tradicional usa *a priori* a renda per capita enquanto a FTT procura entender o processo de desmatamento/reflorestamento de maneira mais ampla e empregando uma análise temporal. As

³ É importante notar que a FTT padrão leva em consideração a cobertura florestal, portanto, pode não captar um desmatamento ainda alto se este for compensado por um reflorestamento à taxas elevadas.

pesquisas que utilizam a EKC costumam manipular dados *cross-section*. Obviamente, a análise temporal da dinâmica entre desenvolvimento demográfico e econômico e reflorestamento é parcialmente limitada, já que o crescimento econômico e populacional é positivamente correlacionados com o tempo a longo prazo (Worldbank, 2007). Além disso, a EKC implica uma desaceleração das taxas de desmatamento em níveis próximos ao ponto de inflexão, uma hipótese mais forte do que a contida na FTT.

Dois fatores devem ser considerados, por hipótese, na FTT: (i) as taxas de desmatamento serão proporcionais a área florestal; (ii) parte da cobertura florestal será eventualmente restaurada. Contudo, as taxas de desmatamento e reflorestamento, assim como o ponto de inflexão serão idiossincráticos para o tamanho da região e floresta considerados. Sendo assim, a FTT procura sintetizar um padrão histórico da evolução das florestas no mundo através de uma análise temporal, incorporando as forças econômicas e demográficas que se aplicam.

1.3 Modelo de Von Thunen

Um modelo alternativo para a compreensão da dinâmica do uso da terra e como este se relaciona com o desenvolvimento e o processo de reflorestamento é o modelo de Von Thunen. Este se centra no valor da terra (*land rent*) e se baseia na hipótese de que a terra é alocada para o uso que maximize o seu valor. Logo, as mudanças no valor da terra alteram o uso e cobertura da terra. Enquanto a FTT se limita a uma abordagem temporal, o modelo de Von Thunen é capaz de extrair os determinantes espaciais que condicionam o reflorestamento.

Basicamente, o modelo defende que usos alternativos à cobertura florestal mais rentáveis são capazes de desencadear o desmatamento. O inverso ocorre quando o valor da terra florestal é comparativamente maior ao de outros usos. Tanto o valor da terra para a floresta quanto para usos alternativos é determinado por uma série de fatores como preço dos produtos agrícolas, preço dos fatores de produção, tecnologia, condições agroecológicas, etc.

O modelo mais simples de Von Thunen considera apenas dois usos possíveis para a terra (sendo estes: agricultura e floresta) e desenha as seguintes relações para as variáveis que emprega: (i) o aumento do preço dos produtos agrícolas, o ganho em eficiência por meio da tecnologia e a redução nos custos de capital tornam a expansão agrícola mais atrativa; (ii) já salários mais elevados, custos altos para a defesa de direitos de propriedade, assim como custos

mais baixos de acesso aos mercados tendem a ser um desestímulo ao desmatamento (Angelsen et al., 2001).

Como descrito em *Forest Cover Change in Space and Time: Combining the von Thünen and Forest Transition Theories (Worldbank, 2007)*⁴, os processos que – via redução do valor da terra florestal – levam ao desmatamento segundo o modelo de Von Thunen podem ser os seguintes:

(a) Preços de produção mais altos: pode ser causado por um aumento na demanda [...], aumento da concorrência e eficiência do mercado, ou redução de impostos.

(b) Boas condições agroecológicas: Espera-se que as terras adequadas para a agricultura [...] levem a mais desmatamento.

(c) Progresso tecnológico: O impacto sobre a renda da terra do setor que goza de progresso tecnológico, tudo mais constante [...], é de aumentar a renda da terra para a agricultura de forma inequívoca.

(d) Menores salários fora das fazendas: Menores oportunidades de emprego fora da fazenda, reduzindo o custo de oportunidade de usar mão-de-obra na agricultura extensiva [...].

(e) Taxas de juros mais baixas: o acesso ao crédito barato é um incentivo para a expansão agrícola, mas a força depende de quão intensiva é a agricultura de capital intensivo. Embora o baixo custo trabalhista possa estar associado à estagnação econômica, pode ser o contrário do custo de crédito (capital).

(f) Menores preços de insumos: Na equação de renda básica agrícola, os preços mais baixos dos insumos fornecem um estímulo para o desmatamento.

(g) Melhores estradas e infraestrutura de transporte: Os custos de transporte reduzidos (alternativamente expressos como preços de saída mais altos) fornecem um forte impulso para a expansão da agricultura.

(h) Custos mais baixos de execução de direitos de propriedade: isso pode ser interpretado como uma garantia de posse mais alta e deve levar à expansão agrícola.

- Angelsen, 2007

O processo de redução do valor da terra para agricultura foi evidenciado por Rudel (2005) como um processo da trajetória de desenvolvimento econômico. Isto é, salários e oportunidades melhores de trabalho fora do campo desestimulam o trabalho nas plantações, reduzindo assim a taxa de conversão de floresta para agricultura. Este é um fenômeno que caracterizou a transição, predominantemente, em países atualmente desenvolvidos. Contudo,

⁴ Tradução livre do inglês

existe evidência do mesmo processo em alguns países em desenvolvimento. É o caso da Venezuela, por exemplo. O crescimento econômico no país desencadeado pela exploração dos recursos naturais estimulou um processo de urbanização e redução da competitividade agrícola, resultando em taxas mais baixas de desmatamento (Wunder, 2003).

O desenvolvimento econômico pode se manifestar em variações de diferentes parâmetros, sendo um desses o nível de pobreza. Uma publicação que procura entender o impacto de um programa de transferência de renda no México sobre os níveis de desmatamento revela que existe uma correlação positiva entre os dois itens (Alix-Garcia et al., 2011). O aumento da renda nos lares que receberam o programa gerou um aumento subsequente do consumo de bens intensivos em terra e não é compatível com o aumento do consumo de produtos florestais. Assim, podemos vislumbrar o efeito de curto prazo de uma redução do nível de pobreza sobre a cobertura florestal, ainda que este resultado não possa ser facilmente estendido para um horizonte de tempo mais amplo.

Vale ressaltar que a trajetória de desenvolvimento econômico pode contribuir para a conservação florestal por diferentes mecanismos. Sendo estes, por exemplo: (i) mais transparência e foco na luta contra o desmatamento e exploração de minério clandestinos; (ii) maior demanda por serviços ambientais ou maior preocupação civil com a perda de cobertura floresta e seus impactos; (iii) melhor capacidade de gestão de florestas e *enforcement* para a conformidade da lei; (iv) transposição da matriz energética de, por exemplo, minérios para renováveis – o que afeta a exploração dos recursos naturais existentes nas florestas. Argumenta-se que (iv) teve um papel importante na transição florestal europeia (Mather, 2001).

Enquanto isso, segundo a mesma publicação (Worldbank, 2007), os seguintes fatores levam possivelmente ao aumento do valor da terra florestal⁵:

(a) Maior preço dos produtos florestais: Embora o impacto das mudanças nos preços dos produtos florestais seja direto, algumas vezes as mesmas forças que levam a preços florestais mais altos também podem elevar os preços agrícolas, tornando crítica a análise dos aumentos relativos nas duas curvas de aluguel da terra.

(b) Menores salários: Em operações intensivas em capital de exploração madeireira, as taxas salariais desempenham um papel menos importante do que na agricultura devido à sua intensidade de capital [...].

⁵ Tradução livre do Inglês

(c) Progresso tecnológico: tecnologias novas e aperfeiçoadas nas operações de extração de madeira (e atividades de jusante) devem aumentar o aluguel florestal, a menos que haja fortes efeitos de equilíbrio geral que reduzam significativamente os preços da madeira.

(d) Pagamento por serviços ambientais relacionados a florestas em pé: Um aspecto crítico é que o pagamento é diretamente para aqueles que tomam as decisões sobre os usos da terra agrícola versus floresta, de modo que eles fatoram o pagamento em sua equação de aluguel florestal.

(e) Manejo florestal comunitário: Alguns dos serviços ambientais são bens públicos locais, e a coleta de produtos florestais não-madeireiros é frequentemente proveniente de recursos comuns. Os agricultores individuais, que podem converter florestas em agricultura sem restrições, irão ignorar esses valores florestais. O manejo florestal comunitário pretende transferir as decisões de uso da floresta do indivíduo (ou estado) para o nível da comunidade.

- Angelsen, 2007

Rudel (2005) evidencia uma trajetória para o aumento do valor da floresta: a trajetória da escassez florestal, que, em conjunto com a trajetória do desenvolvimento econômico, desenha a outra grande rota para a transição florestal. A escassez florestal eleva o valor da terra ocupada por florestas e isso pode ser observado em países como a China e a Índia, que atualmente praticam políticas de plantação de árvores.

Um estudo sobre o reflorestamento conduzido na Índia argumenta que o aumento na cobertura florestal foi resultado do aumento da demanda por produtos florestais (Foster, Rosenzweig, 2003). O aumento do preço de bens florestais como a lenha foi uma importante fonte de incentivo a conservação florestal e a plantação de árvores. Ainda, em linha com os efeitos do modelo de Von Thunen listados acima, o aumento na produtividade agrícola resultante da revolução verde (*Green Revolution*) na Índia não aumenta a cobertura florestal. Outra conclusão importante de Foster e Rosenzweig é a rejeição da trajetória de desenvolvimento econômico para o caso da Índia: o aumento nos salários não leva ao reflorestamento.

É importante notar que dependendo da trajetória seguida – de (i) desenvolvimento econômico ou (ii) escassez florestal –, a natureza do reflorestamento pode variar. Isto é, para (i), a ocupação da terra será revertida em florestas não-gerenciadas obtidas através do reflorestamento natural, enquanto que para (ii), é mais plausível que um percentual considerável das florestas sejam gerenciadas e tenham sido obtidas a partir de plantações de árvores.

Um estudo conduzido no Vietnã procura entender conjuntamente o impacto da escassez de terra e do crescimento econômicô sobre o reflorestamento (Meyfroidt, Lambin, 2008). A escassez de terras levou a intensificação da agricultura e gerenciamento da terra. Sendo assim, é inquestionável a presença de uma trajetória de escassez florestal para o caso do Vietnã. Contudo, alguns elementos da trajetória de desenvolvimento econômicô também podem ser observados: (i) intensificação da agricultura via reformas políticas (descoletivização da agricultura), (ii) crescimento econômicô e (iii) integração de mercado. Meyfroidt e Lambin sugerem uma terceira trajetória alternativa aplicável para o reflorestamento no Vietnã: intensificação de agricultura em pequenas terras (*smallholder agricultural intensification path*). Resultado do crescimento demogrãfico e escassez de terras, a trajetória descreve a intensificação do trabalho nas terras mais adequadas à agricultura e contribui para o abandono das terras menos adequadas (onde se inicia o processo de reflorestamento).

Outros fatores são capazes de influenciar o processo de reflorestamento. É o caso, por exemplo, do nível de abertura da economia. Isto é, em economias abertas, o crescimento econômicô não tem relação sistemática com o aumento na cobertura florestal, por meio de um aumento na demanda por produtos florestais. Estes países suprem sua demanda por produtos florestais via comércio internacional. Enquanto isso, em economias fechadas, existe uma relação significativa entre o aumento na renda e aumento na cobertura florestal (Foster, Rosenzweig, 2003).

2) Contexto Institucional

Esta seção apresenta os principais marcos legais e institucionais acerca do tema da proteção da Mata Atlântica. Em um primeiro momento, percorremos o histórico da legislação ambiental. Em seguida, tratamos dos marcos regulatórios atuais mais importantes para o bioma e sua proteção: a lei da Mata Atlântica de 2006 e o Código Florestal. Por fim, apresentamos o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica.

2.1 Histórico

Até os anos 80, a legislação de proteção à Mata Atlântica se restringia ao Código Florestal. No final da década, o patrimônio nacional ambiental e social do bioma foi reconhecido na legislação brasileira, através do Parágrafo 4º do Artigo 225 da Constituição Federal.

Nos anos que se seguiram, sob a orientação da Constituição Federal, Estados e Municípios reforçaram os dispositivos legais para assegurar que os remanescentes fossem reconhecidos como áreas à serem especialmente protegidas.

Em 1992, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) aprova uma nova proposta que define a área de abrangência da Mata Atlântica e estende a proteção à florestas secundárias em qualquer estágio de regeneração. Ademais, define procedimentos e critérios para a exploração e desenvolve instrumentos para o controle aberto à participação da sociedade.

O Decreto 750, assinado e aprovado pelo então presidente Itamar Franco em 1993, foi regulamentado através de 16 resoluções do Conama e diversas portarias de órgãos ambientais estaduais e do Ibama que aperfeiçoam a definição do bioma e seus remanescentes, das balizas para a sua exploração econômica, de suas comunidades tradicionais, entre outros. Este detalha critérios e parâmetros precisos para sua aplicação nos estados que contém o bioma. O Decreto encontra forte rejeição por parte do setor empresarial, em especial da agroindústria (Lima, 1997).

Em contrapartida à legislação protetora da Mata Atlântica, o ministro do Meio Ambiente apresentou em 1995 um projeto que fragilizaria a proteção do bioma ao reduzir em cerca de 70% a área de abrangência da proteção florestal. O projeto foi fortemente contestado por grupos de ambientalistas, pesquisadores e políticos. Assim, a proposta do projeto foi retirada em 1996.

A repercussão internacional e nacional do acontecimento contribuiu para duas reconhecidas vitórias para o campo dos ambientalistas: (i) o Governo Federal declara apoio ao PL nº 3.285 (baseado no Decreto 750); e (ii) a instalação da Câmara Técnica para Temporária para Assuntos da Mata Atlântica do Conama. Uma das inovações em relação ao decreto 750 sugeridas pelo (i) é a priorização de áreas já desmatadas para novos empreendimentos. O projeto é aprovado com algumas modificações em 2003. Ainda assim, a aprovação do Projeto de Lei estabelece um marco legal para a conservação, o uso sustentável e a recuperação do bioma Mata Atlântica.

2.2 Lei da Mata Atlântica

Em 2006, é promulgada a Lei 11.428 que passa a ser a norma regente sobre as questões que dizem respeito a Mata Atlântica após o Decreto 750. Alguns pontos de destaque da lei são: (i) a proteção dos pequenos produtores rurais e das populações tradicionais de forma mais explícita do que a legislação anterior; (ii) a lei é restritiva quanto ao desmatamento, sancionado como proibição absoluta; (iii) indenização pela compensação ambiental; (iv) responsabilização da pessoa jurídica em caso de irregularidade.

Contudo, é importante notar que a aprovação recente da lei torna os seus efeitos práticos ainda pouco perceptíveis.

2.3 Código Florestal

A lei de Proteção de Vegetação Nativa – conhecida como Código Florestal – é o maior marco regulatório no que diz respeito à política florestal brasileira, estabelecendo diretrizes para a ocupação e uso do solo, além de determinar regras para a regularização ambiental.

O Código Florestal se desdobra em duas dimensões principais: as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a Reserva Legal (RL). As APPs são áreas sensíveis e necessárias para a preservação de serviços ambientais essenciais (estabilidade geológica, manutenção da biodiversidade, etc). A RL é um percentual da área total do imóvel rural no qual deve ser mantida a cobertura de vegetação nativa. Esse percentual varia de 20% a 80% em função do tipo de vegetação e região geográfica do país. No caso da Mata Atlântica, este

percentual é geralmente de 20%, já para a floresta amazônica, os índices costumam ser mais elevados. Em zonas de RL, não se pode manter atividade econômica tradicional (unicamente, mediante manejo florestal sustentável).

O novo Código Florestal (2012) acrescentou ao vigente três novos instrumentos de regularização: (i) o Cadastro Ambiental Rural (CAR), (ii) os Programas de Regularização Ambiental (PRAs) estaduais e (iii) os Termos de Compromisso (TC). O (i) é um registro universal, público e eletrônico das propriedades rurais no Brasil. O registro tem por objetivo assegurar o monitoramento e gerenciamento administrativo, econômico e ambiental da terra por meio de um sistema federal central. O registro é compulsório para toda propriedade rural e necessário para obtenção de crédito rural.

Entre 2013 e 2018, o novo Código passou pela análise do Supremo Tribunal Federal em função de ações de inconstitucionalidade dirigidas contra ele. O julgamento foi recentemente concluído e o Novo Código entrará em vigor.

2.4 Pacto pela Restauração da Mata Atlântica

Em 2009, o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica foi lançado. Este configura como uma iniciativa de integração e solidificação dos esforços para a restauração do bioma. Com uma duração indeterminada, o pacto envolve diversos segmentos da sociedade (organizações e associações diversas, governos, empresas, instituições científicas, proprietários rurais e outros). A adesão é formal – mediante critérios e procedimentos definidos pelo Conselho de Coordenação do Pacto – e pressupõe concordância da instituição com o Protocolo do Pacto, incluindo a finalidade, as estratégias e o sistema de gestão propostos.

O Pacto é liderado por um Conselho de Coordenação Nacional que estabelece os princípios, estratégias e políticas para a gestão e operacionalização do Pacto.

Uma das iniciativas integradas ao Pacto é o SOS Mata Atlântica que, há 15 anos, vem contribuindo para a restauração florestal do bioma através de programas como o Clickarvore e Florestas do Futuro. A iniciativa foi responsável pela restauração de 20 mil hectares, via plantação de mudas⁶. Além do SOS Mata Atlântica, os projetos A. A. Copaíba e

⁶ De acordo com o website do projeto (<https://www.sosma.org.br/>)

Verdesa também são parte da iniciativa, com respectivamente 300 ha e 320 ha de florestas do bioma em processo de restauração.⁷

O projeto da Fibria é até então o projeto mais ambicioso vinculado ao Pacto pela Restauração da Mata Atlântica. Até 2015, já foi iniciada a recomposição de 19 mil hectares por meio do plantio de mudas. O projeto pretende restaurar uma área de 40 mil hectares até 2025 e abrange também o Cerrado.⁸

O Pacto é uma iniciativa multi-institucional que almeja incorporar e alinhar os esforços para a restauração da Mata Atlântica para atingir o seu objetivo de longo prazo de recuperar 15 milhões de hectares de cobertura florestal até 2050. Considerando o seu recente lançamento, não é possível quantificar rigorosamente o seu impacto.

⁷ Segundo o website do Pacto (<http://www.pactomataatlantica.org.br/acoes-e-projetos>)

⁸ Segundo o website do Pacto (<http://www.pactomataatlantica.org.br/acoes-e-projetos>)

3) Dados & Estratégia Empírica

3.1 Fonte de Dados

A análise empírica baseou-se em dados *cross-section* dos municípios brasileiros com dados de diferentes fontes:

- i) Ganho florestal: O reflorestamento será medido pelo ganho florestal em hectares entre 2001 e 2012. Os dados foram extraídos da base de dados georreferenciais do *Global Forest Watch*. Os dados são organizados por estado e município e consideram o ganho florestal superior a 50% de cobertura da área. O ganho florestal foi definido com base na presença de copa da árvore em áreas que não tivessem previamente nenhuma copa de árvore, com auxílio de *Landsat*. O ganho florestal pode indicar uma série de atividades potenciais, incluindo o crescimento natural da floresta ou o ciclo de rotação de agricultura com plantação de árvores. A base comporta 5494 observações.
- ii) Os dados de produto (total e setorial), população (total e urbana) e incidência de pobreza – medida que considera o percentual de lares da população com renda abaixo de 70 reais – por município foram extraídos do Sistema do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de Recuperação Automática (SIDRA). O Produto Interno Bruto (PIB) é medido a preços correntes (mil reais) e usamos os valores obtidos no ano de 2000. Os dados de população e de incidência de pobreza foram obtidos à partir do Censo Demográfico de 2010. Todas as variáveis extraídas do SIDRA contém 5569 observações.
- iii) Cobertura florestal: O *Mapbiomas* fornece dados georeferenciais com identificação do uso da terra. A variável extraída desta base é a cobertura florestal municipal para o ano de 2000.

A variável de cobertura florestal será empregada apenas como um controle para o ganho florestal. Os dados do *Mapbiomas* são fornecidos em km² e foram devidamente convertidos para hectares, a métrica usada para todos os dados espaciais desta monografia. A base de dados comporta 5298 observações.

- iv) Controles biofísicos de altitude – (IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), precipitação, temperatura (*WorldGrid*) e área municipal (IBGE) para o ano de 2000 – contêm 5569 observações.

Tabela 1: Resumo Descritivo dos dados municipais

	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Observações
Ganho Florestal	1382	3955	0	80784	5494
PIB total	81545	2259621	1518	133427051	5569
População total	33727	210483	805	11253503	5569
População urbana	28288	208906	273	11152344	5569
Pobreza	0.11	0.11	0	0.55	5569
Cobertura Florestal	158103	558082	1703	15951990	5298

Fontes: IBGE, MapBiomass, Global Forest Watch

3.2 Estratégia Empírica

Neste capítulo, descreveremos a estratégia empírica empregada neste estudo para a análise dos dados. A especificação empírica base desta pesquisa tem como unidade de observação municípios i . Estudaremos o efeito das variáveis socioeconômicas sobre o reflorestamento através do método de mínimos quadrados. Como a intenção deste trabalho é isolar o efeito de variáveis econômicas, precisamos primeiramente estabelecer um controle para os determinantes geográficos e naturais do reflorestamento. Os controles empregados serão os seguintes: área municipal, cobertura florestal, altitude, precipitação e temperatura. A relevância dos controles escolhidos é demonstrada no Anexo 1.

Para estimar o efeito das variáveis socioeconômicas, utilizamos o seguinte modelo:

$$\text{Ganho Florestal}_i = \alpha + \beta_1 * \text{socioeco}_i + \beta_2 * \text{Altitude}_i + \beta_3 * \text{Chuva}_i + \beta_4 * \text{Temperatura Média}_i + \beta_5 * \text{Área Municipal}_i + \beta_6 * \text{Cobertura Florestal}_i + \varrho + \delta$$

A variável *socioeco* designa o conjunto de variáveis socioeconômicas de interesse deste estudo. Já ρ e δ designam os efeitos fixos de bioma e estados. Testaremos os estimadores para as diferentes combinações de presença de efeitos fixos. Foram considerados erros padrões robustos para os estimadores, de modo a capturar as heterogeneidades vindas dos efeitos fixos.

Foram estabelecidas algumas transformações nas variáveis do estudo, de modo a facilitar a interpretação e visualização dos dados. As variáveis de ganho florestal, cobertura florestal, área municipal, PIB total, setorial, população total e urbana e densidade foram transformadas com a função logarítmica. Deste modo, é possível contornar as complicações ligadas à diferenças muito grandes nas magnitudes das variáveis, além de facilitar a análise que passa a ser em termos percentuais. Já as variáveis de precipitação anual e temperatura média empregadas como controles serão incluídas nas regressões sob a forma polinomial.

A estratégia empírica deste estudo foi montada com dados *cross-section* de variáveis socioeconômicas e a evolução do reflorestamento (por meio da variável de ganho florestal) de 2001 à 2012. A ideia é que a gama de variáveis socioeconômicas escolhidas seja capaz de representar as dimensões demográficas e econômicas do processo de desenvolvimento de um país. A análise conjunta das variáveis é capaz de fornecer uma avaliação robusta da correlação entre desenvolvimento e o fenômeno de reflorestamento. Esperamos que tanto as variáveis de desenvolvimento quanto a variável de reflorestamento carreguem informação sobre a evolução do uso e mudança no uso da terra dos anos anteriores. O reflorestamento entre 2001 e 2012, como um processo lento e gradual, deve refletir a evolução das demais variáveis dos estudos a longo prazo nos anos anteriores ao período considerado. Portanto, esperamos que, com a estratégia proposta, sejamos capazes de identificar os processos pelos quais o desenvolvimento se relaciona ao fenômeno de reflorestamento à longo prazo.

4) Resultados

Tabela 2 – Tabela de resultados para variáveis socioeconômicas (Brasil)

Variável dependente - Ganho Florestal																
Modelos	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)	(2a)	(2b)	(2c)	(2d)	(3a)	(3b)	(3c)	(3d)	(4a)	(4b)	(4c)	(4d)
PIB	0.16999***	0.12224***	0.12454***	0.17726***												
	0.01799	0.0051083	0.005235	0.021083												
População total					0.19243***	0.20417***	0.18574***	0.22237***								
					0.02102	0.0063026	0.0064556	0.025095								
População urbana									0.14918***	0.13886***	0.13117***	0.16756***				
									0.01747	0.0050292	0.0050717	0.019831				
Pobreza													-2.54727***	-0.59158***	-1.8186***	-2.71579***
													0.2565	0.067704	0.085205	0.34839
Controles	sim	sim	sim	sim												
Intercepto	sim	sim	sim	sim												
efeitos fixos de bioma	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não
efeitos fixos de UF	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim
erros robustos	não	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim
R ²	0.37	0.47	0.53	0.49	0.37	0.47	0.54	0.49	0.37	0.47	0.54	0.49	0.38	0.46	0.53	0.49

Note: nível de significância 0.0001***, 0.001**, 0.01*

A tabela acima apresenta as correlações entre o reflorestamento e o crescimento econômico, a população total, a população urbana e a parcela de lares pobres dos municípios do Brasil. Em todos os casos, os efeitos estão controlados para a cobertura florestal local, área municipal e características biofísicas (altitude, precipitação e temperatura). Os estimadores são significantes à 0.0001, indicando assim a relevância dos resultados obtidos. A magnitude dos estimadores é baixa, o que não é surpreendente considerando que o fenômeno de reflorestamento é lento e o período da amostra é de pouco mais de uma década.

O emprego de efeitos fixos de bioma e/ou estados afetou de maneira muito distinta cada estimador. Globalmente, a presença de efeitos fixos de estados contribuiu para o aumento da magnitude dos estimadores, o que indica que desconsiderar as heterogeneidades

dos estados tende a subestimar a correlação entre reflorestamento e as variáveis socioeconômicas estudadas. Quando empregamos efeitos fixos de bioma, os estimadores tendem a apresentar magnitudes menores, exceto para a população municipal total. Isto é particularmente acentuado para o nível de pobreza: ao empregar os efeitos fixos de bioma, o estimador se torna quase um quinto do estimador obtido na regressão sem efeitos fixos. Sendo assim, ao controlar os efeitos de bioma, o impacto da pobreza sobre o reflorestamento se torna muito menor. Neste caso, é possível que este efeito reflita as heterogeneidades fixas regionais do país, mais do que características dos biomas em si. Por fim, ao introduzir simultaneamente efeitos fixos de bioma e de estados, os estimadores para todas as variáveis de interesse se tornam menores: ao controlar os efeitos decorrentes da presença de determinado bioma e estado (por exemplo: variações sociais, históricas, ambientais, no nível de infraestrutura local, entre outras que sejam próprias a determinada região ou estado), o efeito do desenvolvimento sobre o reflorestamento se torna menos expressivo. Sendo assim, o reflorestamento deve ser atribuído também a particularidades regionais/estaduais no que tange sua relação com as variáveis socioeconômicas estudadas.

O ganho florestal tem uma correlação positiva com três das variáveis analisadas: o produto total, a população total e a população urbana. Já o percentual de pobres do município é negativamente correlacionado com o ganho florestal.

- i) Os resultados apresentados na tabela sugerem um impacto positivo da ordem de 0,15% do produto do município sobre o ganho florestal.
- ii) O efeito demográfico descreve um impacto da ordem de 0.2% sobre o ganho florestal.
- iii) Os resultados sugerem que existe uma correlação positiva entre o nível de população urbana do município e o ganho florestal. Este impacto é da ordem de 0.15%.
- iv) O estimador para a variável de percentual da população que recebe uma renda inferior a 70 reais sugere uma correlação negativa entre esta medida de pobreza e o ganho florestal. Os modelos a, c e d sugerem que um aumento de 1% na população pobre do município está associado à redução do nível de reflorestamento em aproximadamente 2%. Já o modelo b sugere que o aumento de 1% na proporção de lares pobres tem um impacto de 0.59%.

Os resultados se revelam conjuntamente em linha com o que sugere a EKC. A análise *cross-section* por município sugere conjuntamente que áreas urbanas mais desenvolvidas

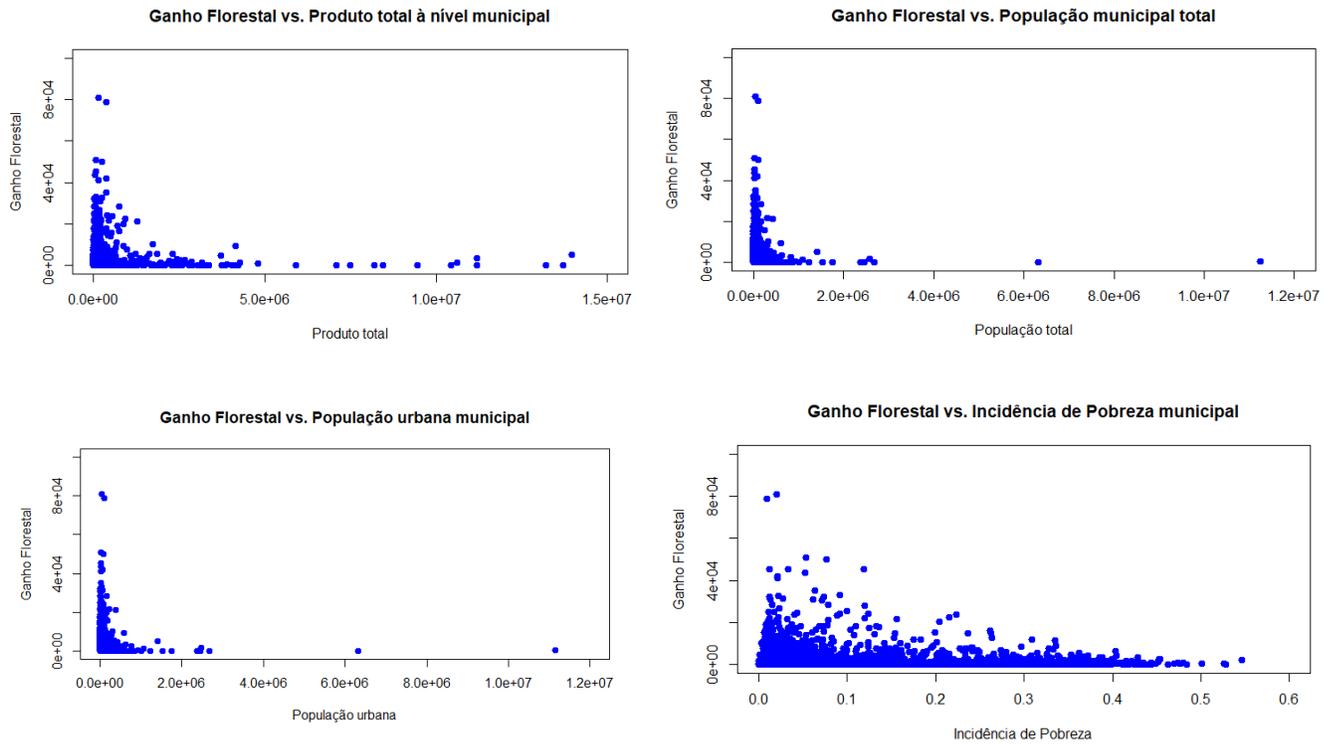
onde os salários tendem a ser mais elevados são compatíveis com níveis de reflorestamento maior. Os salários e oportunidades melhores de trabalho fora do campo desestimulariam o trabalho nas plantações (Rudel, 2005). Podemos, adicionalmente, reconhecer que o cenário pode ser compatível com a ideia de trajetória de desenvolvimento mencionada anteriormente. No entanto, esta conclusão não pode ser abrangida pela análise empreendida até então. Ainda, a análise não nos permite capturar o processo subjacente que vincula maior crescimento, população ou população urbana ao reflorestamento. Isto é, existem diversos possíveis mecanismos que poderiam explicar essa dinâmica. Por exemplo, a dinâmica global entre as variáveis socioeconômicas e o reflorestamento pode estar associada à processos de abandono de terras menos produtivas ou simplesmente ao êxodo rural – em que trabalhadores rurais deixam o campo a procura de oportunidades em centros urbanos e ocasionando a redução da densidade populacional nas zonas rurais (Angelsen, 2007; Aide & Grau, 2004; Wright & Muller-Landau, 2006) –, ou ambos.

É importante destacar, contudo, que há evidência de que a expansão urbana – seja ela precária por meio de pressões de suburbanização ou não – também pode estar associada ao desmatamento (Torres et al, 2007; Yackulic et al, 2011). Já que a análise empreendida é vastamente abrangente, estas dinâmicas podem não estar sendo capturadas à níveis menos importantes. O mesmo pode ocorrer para a variável de interesse de produto. Fatores como a expansão de infraestrutura, por exemplo, que está usualmente correlacionada com um produto mais alto pode desencadear a perda de cobertura florestal (Torres et al, 2007). Estes efeitos podem existir ao nível local para alguns municípios e não estarem sendo capturados por conta da escala ampla da análise. Ainda, existe uma grande variação na produtividade agrícola intra e inter-regional. Sugere-se até que as diferenças de produtividade dentro de uma mesma região implicam que haja espaço para impulsionar o crescimento econômico da economia rural sem que seja comprometida a proteção dos recursos naturais (Assunção e Chiavari, 2015). Essas variantes à diferentes níveis espaciais (regional, estadual e, principalmente, municipal) podem ser menos evidentes pela escala da análise.

O estimador de pobreza parece igualmente compatível com a EKC e reflete a ideia de que salários mais altos e condições menos precárias podem estar associados a um maior reflorestamento (Rudel, 2005). O resultado aponta contra a ideia de que a redução da pobreza

esteja associada a um consumo maior de bens intensivos em terra e que, conseqüentemente, desencadeie a redução da cobertura florestal (Alix-Garcia et al, 2011).

Gráfico 2 – Distribuição do Ganho Florestal dos municípios



O conjunto de gráficos acima nos permite visualizar a distribuição do ganho florestal e das variáveis socioeconômicas em conjunto nos municípios. Gráficamente, as relações entre o reflorestamento e as variáveis de produto e demográficas apresentam, de fato, uma forma que sugere um “U”. Contudo, a medida que observamos municípios com o produto, população total ou urbana mais elevados, notamos que o reflorestamento se encontra estagnado em níveis muito baixos. O fenômeno de reflorestamento é muito mais presente em municípios com população ou produto de magnitude menores. Quanto à incidência de pobreza, municípios com uma parcela menor de pobres apresentam, de fato, maiores níveis de ganho florestal.

Um estudo sobre a relação entre a densidade populacional, o desmatamento e o reflorestamento realizado com dados de 2001 à 2010 para toda a América Latina evidenciou que municípios com baixa densidade populacional tendem a conter mais desmatamento, enquanto municípios com densidade mais elevada costumam apresentar com mais frequência tendências de reflorestamento (Aide, 2012).

Para observar o impacto da densidade demográfica sobre o reflorestamento, empregamos o seguinte modelo:

$$\text{Ganho Florestal}_i = \alpha + \beta_i * \text{densidade} + \text{controles}$$

Onde *densidade* = $\log(\text{população total} / \text{área municipal})$ e *controles* se refere aos controles especificados no anexo 1.

Tabela 3 – Tabela de resultados para a variável de densidade demográfica (Brasil)

Variável dependente - Ganho Florestal				
Modelos	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)
Densidade demográfica	0.1958***	0.22805***	0.20881***	0.22684***
	0.02109	0.024056	0.025142	0.025198
Controles	sim	sim	sim	sim
Intercepto	sim	sim	sim	sim
efeitos fixos de bioma	não	sim	sim	não
efeitos fixos de UF	não	não	sim	sim
erros robustos	não	sim	sim	sim
R ²	0.37	0.45	0.52	0.49

Note: nível de significância 0.0001***, 0.001**, 0.01*

A tabela acima releva uma relação significativa entre a densidade demográfica do município e o ganho florestal, em conformidade com os resultados obtidos por Aide em 2012. De fato, os resultados apresentados na tabela sugerem um impacto positivo da ordem de 0,2% da densidade (por hectare) sobre o ganho florestal. A concentração da população à nível municipal libera o espaço que irá abrigar o reflorestamento.

A renda total do município medida pelo produto é uma variável ampla. Para destrinchar a dinâmica entre o produto e o reflorestamento, repetimos o mesmo exercício com o somatório dos três componentes setoriais do produto: agropecuário, industrial e de serviços.

Tabela 4 – Tabela de resultados para a soma dos componentes do produto (Brasil)

Variável dependente - Ganho Florestal				
Modelos	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)
PIB industrial	0.3155*** 0.03212	0.27059*** 0.034011	0.20131*** 0.033694	0.21496*** 0.034618
PIB agropecuária	0.4578*** 0.02544	0.38787*** 0.026599	0.31701*** 0.030182	0.35568*** 0.029638
PIB de serviços	-0.3698*** 0.04387	-0.29890*** 0.045996	-0.18302*** 0.047721	-0.18843*** 0.048579
Controles	sim	sim	sim	sim
Intercepto	sim	sim	sim	sim
efeitos fixos de bioma	não	sim	sim	não
efeitos fixos de UF	não	não	sim	sim
erros robustos	não	sim	sim	sim
R ²	0.42	0.48	0.53	0.51

Note: nível de significância 0.0001***, 0.001**, 0.01*

A tabela 4 apresenta os resultados da regressão de ganho florestal nos componentes do produto. Novamente, a magnitude dos estimadores é afetada de maneira importante pela presença de efeitos fixos. Globalmente, tanto os efeitos fixos de bioma quanto de estado tendem a reduzir a magnitude dos estimadores.

As conclusões extraídas dos resultados obtidos na tabela 3 não refletem exatamente o que seria esperado pela EKC. De fato, contrariamente ao esperado, o produto agropecuário é positivamente correlacionado com o reflorestamento e tem a maior ordem de magnitude, maior do que o produto industrial. O último também tem impacto positivo sobre o reflorestamento. Este é o resultado mais compatível com o que é proposto pela EKC: a transição para uma economia industrial libera as terras que eram anteriormente exploradas e permite que abriguem o processo de reflorestamento, seja este natural ou induzido. Vale notar que o segundo – reflorestamento induzido par a recuperação – é mais coerente com o

uso eficiente da terra. Já o estimador do produto de serviços é negativo, apontando para a redução do reflorestamento.

Quanto ao produto agropecuário, o reflorestamento impulsionado pela indústria madeireira está frequentemente associado à implantação de projetos agropecuários (Rodrigues et al, 2002). Adicionalmente, iniciativas de desenvolvimento de sistemas agroflorestais⁹ podem estar contribuindo para este resultado. De modo geral, o resultado revela que municípios com maior participação da agropecuária na renda costumam apresentar maior ganho florestal. Sendo assim, o resultado se apresenta em linha com a ideia de priorização de terras mais produtivas para a agricultura, ao detrimento das menos produtivas. Outro fator importante, capaz de contribuir para a compreensão da relação positiva entre produto da atividade rural e reflorestamento é que, de acordo com a Lei nº 9.430/96, art. 59, o cultivo de florestas que se destinem ao corte para comercialização, consumo ou industrialização também são contabilizados no cálculo do setor. Este resultado é compatível com a trajetória micro fundamentada de escassez florestal em que a medida que bens florestais se tornam escassos, o preço destes sobe e, logo, torna vantajosa a exploração da atividade (Sedio e Clawson, 1983; Rudel, 1998). Adicionalmente, Foster e Rosenzweig (2003) argumentam que um mecanismo subjacente à dinâmica entre o reflorestamento e a renda é a demanda por produtos florestais. O aumento da renda gera uma expansão da demanda por bens florestais e uma consequente resposta da oferta de florestas para comercialização, consumo ou industrialização.

Os resultados acima revelam em um plano mais amplo a dinâmica entre o desenvolvimento e o reflorestamento no Brasil. Para compreender como essa dinâmica se dá no bioma de Mata Atlântica, estimaremos o seguinte modelo por MQO, onde d(Mata

⁹ “Um Sistema Agroflorestal, comumente chamado pela abreviação ‘SAF’, é uma forma de uso da terra na qual se resgata a forma ancestral de cultivo, combinando espécies arbóreas lenhosas como frutíferas ou madeiras com cultivos agrícolas e/ou animais. Essa combinação pode ser feita de forma simultânea ou em seqüência temporal, trazendo benefícios econômicos e ecológicos. [...] O principal objetivo no desenho e implantação de um SAF é a intensificação dos mecanismos ecológicos das florestas, e no caso dos trópicos úmidos, as agroflorestas sucessionais parecem ser o modelo mais apropriado na tomada de decisões com relação ao cultivo da terra.” – Definição empregada pelo IPOEMA (Instituto de Permacultura)

Atlântica) se refere a uma variável binária (1= “o município contém o bioma”, 0= “o município não contém o bioma”):

$$\text{Ganho Florestal}_i = \alpha + \beta_i * \text{socioeco}_i * d(\text{Mata Atlântica}) + \text{controles}$$

Como base no modelo descrito acima, obtivemos as seguintes estimativas:

Tabela 5 – Tabela de resultados para variáveis socioeconômicas (Mata Atlântica)

Variável dependente - Ganho Florestal																
Modelos	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)	(2a)	(2b)	(2c)	(2d)	(3a)	(3b)	(3c)	(3d)	(4a)	(4b)	(4c)	(4d)
PIB	0.0533***	0.055642***	0.048409***	0.042345***												
	0.005586	0.007027	0.007818	0.0068754												
População total					0.06178***	0.067444***	0.060079***	0.053058***								
					0.006178	0.0076986	0.0085547	0.007495								
População urbana									0.06089***	0.063325***	0.057195***	0.052482***				
									0.006335	0.0078182	0.0087201	0.0076549				
Pobreza													1.988***	2.42236***	2.7358***	3.4674***
													0.3841	0.38247	0.43286	0.42152
Controles	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Intercepto	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
efeitos fixos de bioma	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não
efeitos fixos de UF	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim
erros robustos	não	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim
R ²	0.37	0.44	0.51	0.49	0.37	0.44	0.51	0.49	0.37	0.44	0.51	0.49	0.37	0.44	0.51	0.49

Note: nível de significância 0.0001***, 0.001**, 0.01*

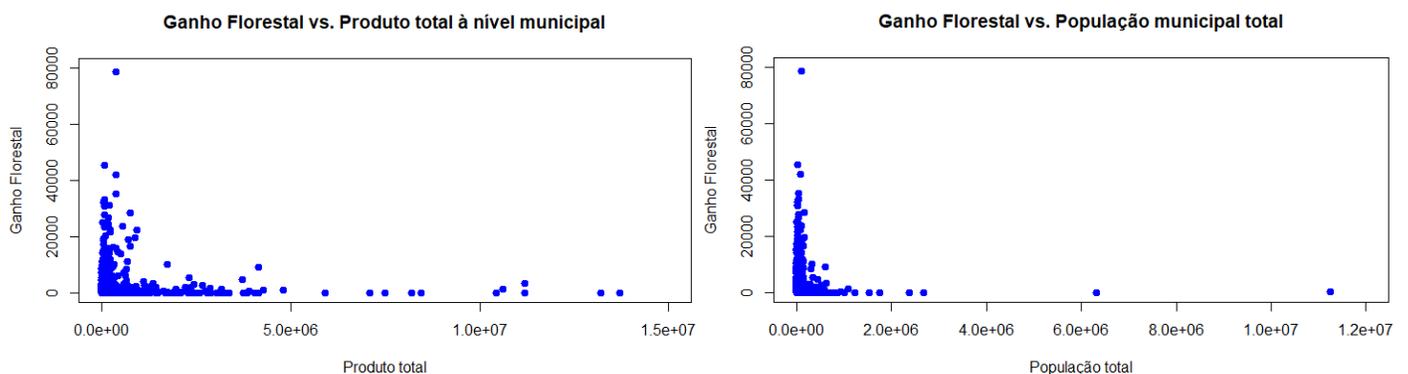
Assim como no caso anterior, obtivemos todas as estimativas válidas à um nível de significância de 0.0001. Novamente, o emprego de efeitos fixos afetou os estimadores de maneira distinta, em especial para o estimador de pobreza. Globalmente, ao considerar unicamente efeitos fixos de bioma, os estimadores tendem a ter uma magnitude mais elevada em comparação ao modelo sem efeitos fixos. Isto é, quando não consideramos as características fixas de bioma (sejam estas regionais, biofísicas não especificadas no modelo ou outras), nos deparamos com uma relação entre reflorestamento e desenvolvimento mais fraca. Ao empregar unicamente efeitos fixos de estado, obtivemos o contrário: estimativas mais baixas, exceto para a incidência de pobreza. O mesmo ocorre para o emprego simultâneo de efeitos fixos de estado e bioma: as estimativas são mais baixas para as variáveis de

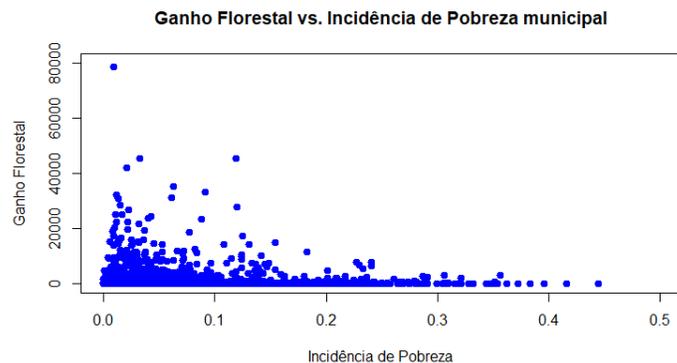
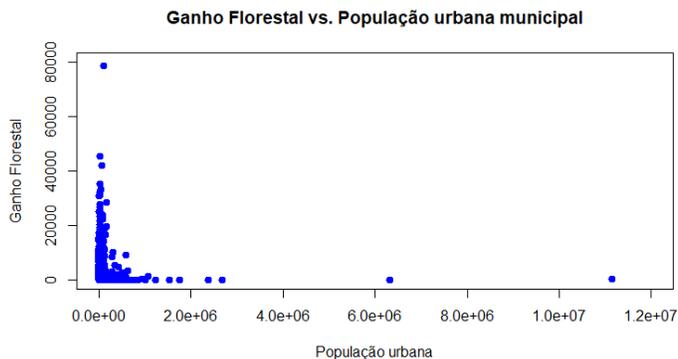
produto e demográficas. Contrariamente aos resultados obtidos na tabela 2, a presença de efeitos fixos, desta vez (isto é, incluindo a *dummy* de Mata Atlântica), tende a elevar as estimativas do impacto de desenvolvimento sobre o ganho florestal.

Vale notar que as estimativas obtidas sob este modelo para as variáveis demográficas e de produto tem ordem de magnitude consideravelmente inferior às do modelo para o Brasil. Sendo assim, sugere uma dinâmica mais fraca entre o desenvolvimento e o reflorestamento na Mata Atlântica.

Este resultado, no entanto, não é válido para a incidência de pobreza nos municípios. A magnitude dos estimadores se mantém próxima, mas o sinal muda. Para os municípios contendo Mata Atlântica, a incidência de pobreza está associada a mais reflorestamento. Este resultado pode estar em linha com a ideia de que, em contextos socioeconômicos mais difíceis onde a atividade econômica é reduzida, o reflorestamento natural ganha espaço em terras ociosas. Benayas, Martins, Nicolau e Schulz (2007) sugerem que o abandono de terras resultante de contexto socioeconômicos deteriorados é capaz de desencadear o processo de reflorestamento natural, em conformidade com os resultados encontrados neste estudo. Sendo assim, a concentração da economia em certas cidades ao detrimento de outras desencadeia a deterioração da atividade econômica nas últimas e, conseqüentemente, leva à tendências de reflorestamento. Adicionalmente, estudos sugerem que atividades de degradação florestal não são impulsionadas pelas populações mais pobres (Jodha, 1990; Tiffen, 1993; Jaganathan, 1989; Duraiappah, 1998).

Gráfico 3 – Distribuição do Ganho Florestal nos municípios que contém Mata Atlântica

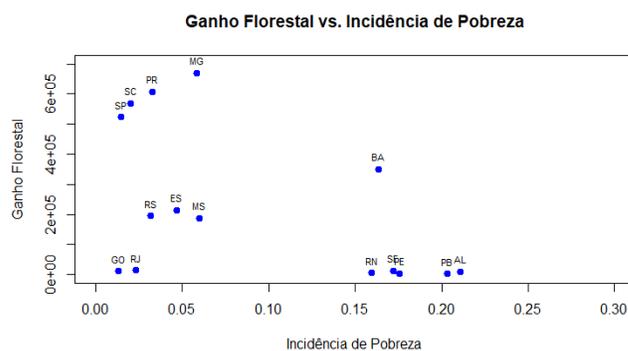
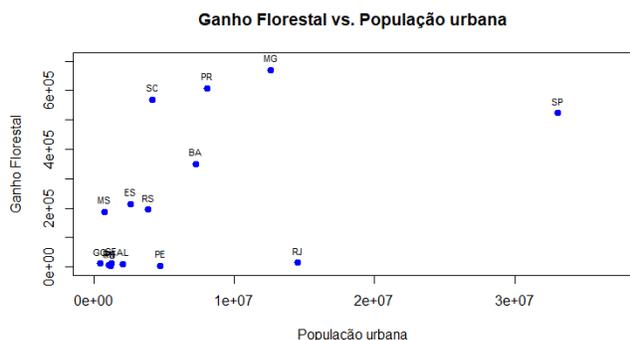
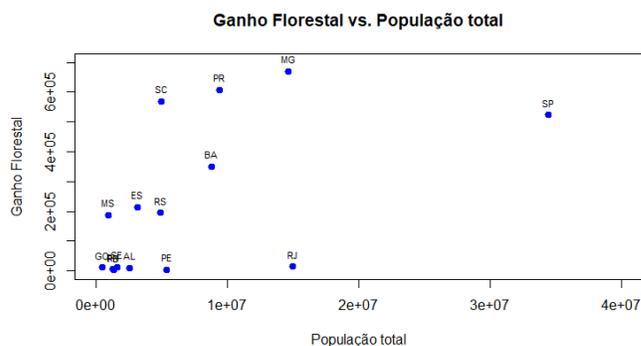
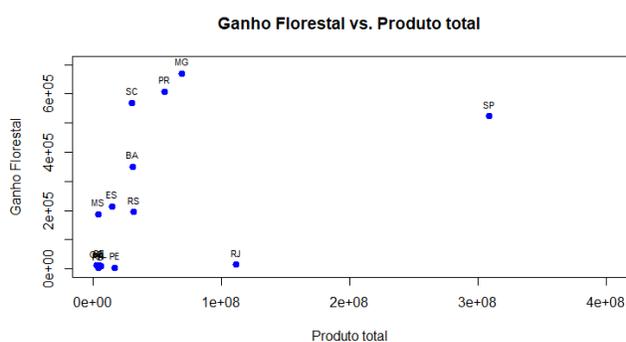




A distribuição do ganho florestal com as variáveis socioeconômicas obtida para os 2694 municípios que contém o bioma de Mata Atlântica é similar à obtida para a totalidade dos municípios brasileiros.

No caso da incidência da pobreza, podemos observar que para alguns municípios parece existir uma relação negativa com o ganho florestal. Esta constatação vem de encontro com o resultado obtido para a totalidade dos municípios que contém o bioma. O efeito global na tabela 5 não reflete esta relação subjacente.

Gráfico 4 – Distribuição do Ganho Florestal nos estados que contém Mata Atlântica



O gráfico 4 apresenta as distribuições conjuntas à nível estadual, apenas para os 15 estados que contêm a Mata Atlântica. O conjunto de gráficos parece expor uma relação positiva entre o ganho florestal e o produto, população total e população urbana dos estados (à exceção de Pernambuco e do Rio de Janeiro para a população total e urbana; e Rio de Janeiro para o produto). Ainda, estados com menor incidência de pobreza apresentam, de modo geral, maior ganho florestal (à exceção, em especial, do Rio de Janeiro e de Goiás). No entanto, a análise em termos absolutos é limitada, já que não leva em consideração a área total do estado.

Em seguida, repetimos o exercício empírico para a densidade municipal. As cidades mais densas do Brasil contêm o bioma de Mata Atlântica (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, etc). Ainda as regiões que abrigam o bioma são as mais densas e populosas do país. Obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 6 – Tabela de resultados para a variável de densidade municipal (Mata Atlântica)

Variável dependente - Ganho Florestal				
Modelos	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)
Densidade demográfica	-0.02697	0.014475	0.041815*	0.069618***
	0.01975	0.0204	0.020664	0.0207
Controles	sim	sim	sim	sim
Intercepto	sim	sim	sim	sim
efeitos fixos de bioma	não	sim	sim	não
efeitos fixos de UF	não	não	sim	sim
erros robustos	não	sim	sim	sim
R ²	0.36	0.43	0.51	0.48

Note: nível de significância 0.0001***, 0.001**, 0.01*

Para o bioma de Mata Atlântica, a densidade demográfica é significativa apenas para os modelos c e d. Logo, a dinâmica só se torna relevante quando consideramos as especificidades, em especial, dos estados. A magnitude do impacto desta sobre o reflorestamento é de cerca de 0.05%. Este é muito mais forte quando consideramos a análise empreendida para todos os municípios do Brasil de cerca de 0.2%. O

reflorestamento, portanto, é um fenômeno de ordem um pouco mais importante para as cidades mais densas do que para as cidades menos densas da região que abriga a Mata Atlântica. Este resultado, em conjunto com o estimador positivo de incidência de pobreza, pode sugerir que as zonas menos densas e mais pobres onde se encontram mais terras ociosas têm potencial de apresentar tendências de reflorestamento.

Por fim, repetimos o exercício para o PIB setorial para os municípios com Mata Atlântica:

Tabela 7 – Tabela de resultados para a soma dos componentes do produto (Mata Atlântica)

Variável dependente - Ganho Florestal				
Modelos	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)
PIB industrial	0.3213*** 0.03875	0.32509*** 0.04114	0.2455*** 0.039449	0.24744*** 0.04013
PIB agropecuária	0.2528*** 0.02527	0.27792*** 0.026123	0.18021*** 0.029786	0.16787*** 0.029727
PIB de serviços	-0.4342*** 0.04715	-0.45360*** 0.049697	-0.31467*** 0.051496	-0.31243*** 0.052064
Controles	sim	sim	sim	sim
Intercepto	sim	sim	sim	sim
efeitos fixos de bioma	não	sim	sim	não
efeitos fixos de UF	não	não	sim	sim
erros robustos	não	sim	sim	sim
R ²	0.39	0.46	0.52	0.49

Note: nível de significância 0.0001***, 0.001**, 0.01*

A tabela 7 evidencia resultados similares aos obtidos para a análise feita para todo o Brasil. A distinção mais alarmante entre o caso da Mata Atlântica e o caso do Brasil é a magnitude dos estimadores de PIB industrial e agrícola. Enquanto, no caso do Brasil, o produto agropecuária detinha uma relação positiva mais forte com o reflorestamento; no caso da Mata Atlântica, o produto industrial toma esta posição. No primeiro caso, o reflorestamento está mais associado com a plantação de florestas para exploração ou agroflorestas e sistemas rotativos e priorização de terras mais produtivas. Já no segundo caso, o fenômeno pode estar associado mais extensamente associado a industrialização e abandono de atividades agrícolas. O resultado é, portanto, compatível com a teoria geral da

EKC e a ideia subjacente de que existe uma trajetória de desenvolvimento para o reflorestamento. A industrialização – consistente com o desenvolvimento – desencadeia a criação desproporcional de empregos em espaços densos e o desequilíbrio resultante na demanda por trabalho nas áreas rurais possibilita o reflorestamento (Rudel, 1998). Ainda, deve-se reconhecer o potencial do aumento da produtividade agrícola em contribuir com o reflorestamento. De acordo com Hart (1968), a industrialização também presente na agricultura contribui para o aumento da produtividade da terra e redução dos preços dos produtos agrícolas e reduz, assim, o potencial da exploração de terras marginais.

Em suma, o conjunto de resultados apresentados ao longo deste capítulo, tanto para o caso do Brasil quanto para o caso da Mata Atlântica, são robustos e se enquadram na dinâmica entre desenvolvimento e meio ambiente desenhada na teoria da Curva Ambiental de Kuznets. De fato, por um lado, as variáveis que apontam para processos de desenvolvimento – renda, população e população urbana – apresentam um impacto positivo e significativo com o fenômeno de reflorestamento. Por outro lado, a variável que mede a incidência de lares com renda inferior à 70 reais apresenta uma correlação negativa com o reflorestamento.

Conjuntamente, a análise de todas as variáveis utilizadas no estudo aponta para uma trajetória que reagrupa as seguintes dimensões: (i) crescimento econômico, (ii) urbanização, (iii) adensamento demográfico, (iv) industrialização e (v) aumento na produtividade agrícola. A ideia é que o crescimento acompanhado da reorientação da economia para uma produção agrícola mais eficiente e para o desenvolvimento da indústria realoca e concentra a população em centros urbanos (Mather, 1992; Rudel, 1998; Aide & Grau, 2004). A terra vacante, anteriormente usada para fins predominantemente agrícolas e pecuários, sofre o processo de reflorestamento. Ainda, esse reflorestamento pode não ser apenas resultante de um processo natural ou de recuperação induzida. Isto é, o reflorestamento também pode ocorrer para fins de comercialização de bens madeireiros ou de extração (caso do eucalipto, por exemplo) e pode, de maneira semelhante, estar associado ao crescimento por meio do aumento da demanda (Foster & Rosenzweig, 2003). Contudo, esse estudo não se propõe a capturar as diferentes nuances do reflorestamento.

5) Limites

A estratégia empírica e os resultados extraídos à partir desta enfrentam algumas limitações, tanto no que tange a escolha do modelo quanto no fenômeno estudado e seus determinantes. Em seguida, apresentamos os limites identificados, sendo estes: (i) os limites do modelo escolhido; (ii) as diferentes formas de reflorestamento; e (iii) o impacto da política ambiental.

5.1 Os limites do modelo escolhido

O modelo utilizado neste estudo é baseado na Curva Ambiental de Kuznets que procura integrar o desenvolvimento socioeconômico à evolução ambiental. A primeira limitação usual do modelo que se aplica ao nosso estudo é o emprego de dados *cross-section*. A amostra está, portanto, restrita à um dado momento no tempo e as conclusões dificilmente podem ser estendidas para fora das especificidades do período considerado. Sendo assim, o modelo impossibilita a extração de relações causais. Estamos limitados a observar correlações sujeitas a especificidades temporais.

Ainda, a abrangência da análise pode nos levar a questionar a validade dos resultados ao nível local. Isto é, o estudo sugere uma trajetória de desenvolvimento comum para todos os municípios do Brasil e, em seguida, da Mata Atlântica. No entanto, considerando as especificidades socioeconômicas de cada município parece inadequado inferir de que existe um certo grau de simetria no padrão de desenvolvimento entre eles, tanto para o reflorestamento quanto para as variáveis de interesse. Adicionalmente, os padrões amplos de recuperação ambiental em uma grande escala podem inibir heterogeneidade ou flutuações em uma escala ainda menor de análise já que as transições florestais são geralmente processos espaciais (Chowdhury & Moran, 2010).

Outro limite que já foi mencionado ao longo deste estudo decorre do fato de estarmos estimando um modelo reduzido para associar resultados ambientais ao processo de desenvolvimento. Por um lado, o emprego de modelos na forma reduzida permite que sejam evitados problemas ligados a complexidade e multiplicidade dos dados. Contudo, por outro

lado, inibe a compreensão dos mecanismos subjacentes e o estabelecimento de relações causais. Assim, deixamos de capturar os mecanismos que influenciam a regeneração ambiental em última instância.

Como descrito no capítulo de Revisão Bibliográfica, existem modelos que consideram os aspectos temporais ou espaciais do reflorestamento e, assim, destrincham com mais exatidão a evolução conjunta do desenvolvimento e do meio ambiente ou os mecanismos subjacentes que ligam os processos, respectivamente.

5.2 O reflorestamento: um fenômeno diverso na forma de manifestação e mensuração

O primeiro problema ligado ao reflorestamento é o fato de ser um fenômeno que se manifesta sob diversas formas. Isto é, o fenômeno pode ocorrer por indução humana por meio de plantação para a recuperação (como exemplo, temos as diversas iniciativas de plantação de florestas sob o Pacto pela Recuperação da Mata Atlântica), plantação para a comercialização ou em sistemas de cultivo rotativo. Ainda, o reflorestamento pode ocorrer de forma natural. A variável de ganho florestal utilizada no estudo não é capaz de identificar as nuances de reflorestamento o que dificulta a determinação de causalidade e estimação da abrangência de cada fenômeno.

A variável dependente de ganho florestal, que além de não ser capaz de diferenciar os tipos de reflorestamento, considera, entre os anos de 2001 e 2012, o surgimento de árvores em zonas anteriormente não-florestais. Sendo assim, não captura o desmatamento que pode estar ocorrendo simultaneamente e anulando o efeito líquido do reflorestamento.

5.3 Não podemos isolar o impacto da política de terra e ambiental

Em nosso modelo, a política ambiental é implicitamente considerada como um fator endógeno e associado ao desenvolvimento. Portanto, não podemos, através dos resultados obtidos, determinar qual foi o impacto das políticas que ocorrem antes ou durante o período estudado.

Ainda, não estamos isolando o efeito das políticas de uso da terra e propriedade. Esta é frequentemente alvo de crítica por incentivar o uso ineficiente e improdutivo (Assunção e Chiavari, 2015). De fato, existem incentivos não-agrícolas para a posse de terras, principalmente associados à proteção fiscal ou proteção contra riscos macroeconômicos. Sendo assim, é possível que as propriedades que estão sujeitas à um uso ineficiente da terra estejam abrigando o reflorestamento. Portanto, a noção de que o reflorestamento esteja necessariamente associado à um ganho de produtividade pode ser equívoca.

Conclusão

Ao longo desta monografia procuramos elucidar como se dá a dinâmica entre o reflorestamento e o desenvolvimento. O último foi tratado por meio de uma gama de variáveis que refletissem o desdobramento de seu processo. Empregamos uma abordagem comparativa entre o Brasil e a região ocupada pelo bioma de Mata Atlântica.

Os resultados obtidos através da nossa análise apontam conjuntamente para uma relação robusta e positiva entre reflorestamento e desenvolvimento, tanto para a Mata Atlântica quanto para o Brasil. Globalmente, a trajetória de desenvolvimento para a Mata Atlântica é, contudo, mais fraca do que para o Brasil (para o crescimento econômico, população total e população urbana). Adicionalmente, um resultado que se mostrou contrário às expectativas e previsões do modelo no qual nos baseamos – Curva de Kuznets Ambiental – foi a incidência de pobreza no município. Enquanto para o Brasil, há uma relação negativa entre pobreza e reflorestamento; para a Mata Atlântica temos o oposto. O resultado encontrado pode estar associado ao reflorestamento em áreas ociosas onde a queda da atividade econômica foi compatível com índices de pobreza mais elevados.

No que tange o crescimento econômico, ao desenvolver a análise por setor, a relação entre o PIB industrial e o reflorestamento foi em termos relativos mais forte para a Mata Atlântica, sugerindo que, como esperado pela EKC, o desenvolvimento da indústria estivesse alinhado com a regeneração ambiental.

Avaliamos, ainda, o efeito da densidade populacional sobre o reflorestamento. Para o caso do Brasil, a densidade tem impacto positivo sobre o reflorestamento. Já para a Mata Atlântica, o efeito é de ordem bem menor e significativo apenas quando consideramos os efeitos fixos estaduais.

De maneira ampla, o conjunto de resultados obtidos sugere que o crescimento acompanhado da reorientação da economia para uma produção agrícola mais eficiente e para o desenvolvimento da indústria realoca e concentra a população em centros urbanos (Malther, 1992; Rudel, 1998; Aide & Grau, 2004). O vão deixado pela atividade econômica precedente é ocupado pelo fenômeno de reflorestamento. Contudo, existe uma limitação que se impõe sobre esta conclusão. De fato, como explicitado no capítulo de limites, o reflorestamento não reduz a

regeneração natural. Podemos, portanto, estar confundindo o efeito de trajetória de desenvolvimento com uma possível trajetória de escassez de florestas para a recuperação ambiental ou, ainda, para a comercialização de produtos madeireiros. Vale destacar que ainda que estejamos nos deparando parcialmente com esta trajetória, ela também pode ser compatível com a EKC e o desenvolvimento (Arrow et al, 1995). Embora tenhamos encontrado uma relação robusta entre desenvolvimento e reflorestamento, não podemos elucidar por meio de que mecanismos essa dinâmica ocorre.

Anexo 1

Variáveis de controle

A tabela à seguir compara os modelos para a regressão de controles com a inclusão e exclusão de variáveis binárias de bioma e estados. Estimamos o seguinte modelo:

$$\text{Ganho Florestal}_i = \beta_1 + \beta_2 * \text{Altitude}_i + \beta_3 * \text{Chuva}_i + \beta_4 * \text{Chuva}_i^2 + \beta_5 * \text{Temperatura Média}_i + \beta_6 * \text{Temperatura Média}_i^2 + \beta_7 * \text{Ln}(\text{Área Municipal})_i + \beta_8 * \text{Ln}(\text{Cobertura Florestal em 2000})_i$$

Onde ρ e δ são os efeitos fixos de bioma e estados empregados em alguns dos modelos, como é detalhado na parte inferior da tabela.

Tabela 8 – Tabela de resultados para a regressão de controles

Variável dependente - Ganho Florestal				
Modelos	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)
Cobertura florestal em 2000	0.9378***	0.87608***	0.85594***	0.85875***
	0.02124	-0.006191	-0.006892	0.017504
Área Municipal	-0.01859	-0.056332***	-0.023126***	-0.030285
	0.01769	-0.0042575	-0.0043718	0.017504
Altitude	0.00000521	0.00043525***	0.00048413***	0.00013068
	0.00009502	-0.000026614	-0.000029501	0.00011881
Temperatura Média	-0.843***	-1.1103***	-1.2639***	-1.3645***
	0.09474	-0.025724	-0.032313	0.12676
(Temperatura Média) ²	0.01413***	0.021977***	0.026404***	0.02956***
	0.002185	-0.00058452	-0.00072767	0.002908
Chuva	0.0000598***	-0.000026779***	-0.000004	0.000012855
	0.00001095	-2.6273E-06	-2.7256E-06	0.000011039
(Chuva) ²	-9.456E-10***	-6.00E-11	-2.75E-10***	-4.38E-10**
	-1.5E-10	-3.6614E-11	-3.8353E-11	1.61E-10
Intercepto	sim	sim	sim	sim
efeitos fixos de bioma	não	sim	sim	não
efeitos fixos de UF	não	não	sim	sim
erros robustos	não	sim	sim	sim
R ²	0.37	0.46	0.53	0.49

Note: nível de significância 0.0001***, 0.001**, 0.01*

Decorre que, de modo geral, os resultados são significantes ao nível de 0.01% para os modelos b e c, à exceção do componente de precipitação anual ao quadrado (b) e precipitação anual (c). Isto é, a hipótese nula de que não há relação entre o ganho florestal e as variáveis é rejeitada. Os modelos a e d apresentam menos variáveis significantes.

Nos modelos b, c e d, foram considerados erros padrões robustos para que as heterogeneidades capturadas pelos efeitos fixos de bioma e estado fossem mitigadas. O sinal assim como a magnitude dos estimadores não foram alterados de maneira importante entre os modelos.

Segundo o *Atlantic Forest spontaneous regeneration at Landscape scale (2015)* – um estudo da regeneração florestal da Mata Atlântica no município de Trajano de Moraes entre 1978 e 2014 –, as variáveis ambientais mais fortemente associadas a propagação de vegetação secundária são tipo de solo, temperatura, precipitação, radiação solar e distância da floresta. Vamos, contudo, nos ater aos controlos determinados neste anexo.

Referências Bibliográficas

AIDE, Mitchell; GRAU, Ricardo; Globalization, Migration, and Latin American Ecosystems. **Policy Forum**. Volume 305, páginas 1915-1916. (2004)

ALIX-GARCIA, Jennifer; et al.; The Ecological Footprint of Poverty Alleviation: Evidence from Mexico's Oportunidades Program. **Review of Economics and Statistics**. Volume 95, páginas 417-435 (2011)

ANGELSEN, Arild; Forest Cover Change in Space and Time: Combining the von Thünen and Forest Transition Theories. **Policy Research Working Paper**. Volume 4117. (2007)

ANGELSEN, Arild; WUNDER, Sven; Exploring the Forest—Poverty Link: Key Concepts, Issues and Research Implications. **Center for International Forestry Research**. Volume 40, páginas viii-58 (2003)

ARROW, Kenneth, et al.; Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment. **Policy Forum**. Volume 268, páginas 520-521 (1995)

ASSUNÇÃO, Juliano; GANDOUR, Clarissa. Como interpretar o aumento da regeneração na Amazônia brasileira (2017) – Disponível em www.climatepolicyinitiative.org - Acesso em 20/04/2018

ASSUNÇÃO, Juliano; GANDOUR, Clarissa. Como DETER o Desmatamento na Amazônia (2017) – Disponível em www.climatepolicyinitiative.org - Acesso em 20/04/2018

BARLOW, J.; Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. **The National Academy of Sciences of the USA**. (2007)

BRANCALION, P.H.S.; et al; Finding the money for tropical forest restoration. **Unasyuva**. Volume 63, páginas 41-51 (2012)

CHIAVARI, Joana; LOPES, Cristina. Novo Código Florestal: Caminhos e Desafios para a Regularização (2017) – Disponível em www.climatepolicyinitiative.org - Acesso em 20/04/2018

CHOWDHURY, Rinku Roy; MORAN, Emilio. Turning the curve: A critical review of Kuznets approaches. **Applied Geography**. Volume 32, páginas 3-11 (2012)

CROPPER, Maureen; GRIFFITHS, Charles; The Interaction of Population Growth and Environmental Quality. **American Economic Review**. Volume 84, páginas 250-254 (1994)

FENLEY, Claudio; et al; Air transport and sustainability: Lessons from Amazonas. **Applied Geography**. Volume 27, páginas 63-77 (2007)

FOSTER, Andrew; ROSENZWEIG, Mark; Economic Growth and the Rise of Forests. **The Quarterly Journal of Economics**. Volume 118, páginas 601-637 (2003)

GATRELL, Jay; JENSEN, Ryan; Using Remote Sensing and Geographic Information Systems to Study Urban Quality of Life and Urban Forest Amenities. **Ecology and society**. Volume 9 (2004)

The Global Commission on the Economy and Climate (GCEC). Towards Efficient land use in Brazil – Disponível em www.climatepolicyinitiative.org - Acesso em 20/04/2018

Guia de Plantas da regeneração natural do Cerrado e da Mata Atlântica – Paolo Sartorelli, Eduardo Filho // INPUT

MEYFROIDT, P; LAMBIN, E.F. The Causes of the Reforestation in Vietnam. **Land Use Policy**. Volume 25, páginas 182-197 (2008)

MITTERMEIER, Russel; et al; Hotspots Revisited. Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. **Cemex**, 2004.

MYERS, Norman; et al; Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. Volume 403, páginas 853-858 (2000)

REZENDE, Camila; et al.; Atlantic Forest spontaneous regeneration at Landscape scale. **Biodiversity and Conservation**. Volume 24, páginas 2255–2272 (2015)

RUDEL, Thomas; et al; A Tropical Forest Transition? Agricultural Change, Out-migration, and Secondary Forests in the Ecuadorian Amazon. **Annals of the Association of American Geographers banner**. Volume 92, páginas 87-102 (2002)

SARTORELLI, Paolo; FILHO, Eduardo. Guia de Plantas da regeneração natural do Cerrado e da Mata Atlântica (2017) - Disponível em www.inputbrasil.org - Acesso em 20/04/2018

TABARELLI, Marcelo; et al; Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**. Volume 1. páginas 132-140 (2005)

YACKULIC, Charles; et al; Biophysical and Socioeconomic Factors Associated with Forest Transitions at Multiple Spatial and Temporal Scales. **Ecology and Society**. Volume 16, páginas (2011)