Conservation Letters
A journal of the Society for Conservation Biology
Open Access
LETTER

Fazendeiros e Frigoríficos responderam aos Acordos de Desmatamento Zero na Amazônia Brasileira?

Holly K. Gibbs[1,2], Jacob Munger[1], Jessica L. Roe[2], Paulo Barreto[3], Ritaumaria Pereira[1], Mathew Christie[1], Ticiana Amaral[1], e Nathalie Walker[4]

[1] Centro para Sustentabilidade e o Ambiente Global (SAGE) Instituto Nelson para Estudos Ambientais Universidade de Wisconsin 1710 University Avenue Madison, Wisconsin 53706
[2] Departamento de Geografia Universidade de Wisconsin 530 N. Park Street Madison, Wisconsin 53706
[3] IMAZON Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia Rua Domingos Marreiros, 2020 Fátima – CEP: 66.060-162 – Belém – Pará – Brasil
[4] Federação Nacional da Vida Silvestre Centro Nacional de Defesa 1990 K Street NW, Suite 430 Washington, DC 20006

Palavras chave
Agronegócio, Amazônia, Brasil, desmatamento, mudança no uso da terra, moratórias, acordos de desmatamento zero, governança da cadeia de fornecimento, gado bovino

Correspondência
Holly K. Gibbs, 1710 University Avenue, 1710 University Avenue, Madison, WI 53726, USA.
Tel: +1-513-720-2784; fax:
E-mail: hkgibbs@wisc.edu

Recebido
15 October 2014
Aceitaram
16 March 2015

Editor
Reed Noss

doi: 10.1111/conl.12175

Resumo

Novas intervenções na cadeia de fornecimento no setor de carne bovina no Brasil oferecem a promessa de reduzir o desmatamento vindo da expansão da agricultura comercial, à medida que multinacionais tem concordado em desistir de comprar de fazendas com desmatamento recente. Analisamos os acordos de desmatamento zero assinados pelos principais frigoríficos no Estado do Pará, na Amazônia Brasileira, usando dados de propriedades componentes das cadeias de fornecimento de carne bovina. Nossa análise de compras diárias realizadas por frigoríficos antes e depois dos acordos, mostram que frigoríficos agora evitam comprar de propriedades com desmatamento, o que não ocorria antes dos acordos. Fazendeiros fornecedores registraram suas propriedades em um registro público ambiental quase dois anos antes de propriedades vizinhas não fornecedoras, e 85% dos fazendeiros entrevistados indicaram que os acordos eram a causa principal para essa atitude. Além disso, as propriedades fornecedoras tiveram significativa redução de desmatamento após os acordos. Nossos resultados mostram mudanças importantes na cdeia de fornecimento de carne bovina, mas o limitado âmbito na implementação dos mesmos pode diminuir os resultados para a preservação da floresta.

1. Introdução

Durante as últimas duas décadas, as causas do desmatamento tropical mudaram da agricultura de subsistência e programas governamentais de colonização para a agricultura de commodities e produção de madeira centradas na exportação. (Rudel et al. 2009; Defries et al. 2010). Essa mudança no uso da terra mais concentrada em empreendimentos comerciais têm acelerado taxas de desmatamento a medida que áreas enormes de florestas tropicais têm sido convertidas em plantações e pastagens (Archard et al. 2002; Gibbs et al. 2010; Hansen et al. 2013). Porém, novas oportunidades para a preservação surgiram, especialmente nos setores de carne bovina, soja e óleo de palma onde as empresas de commodities que processam e vendem produtos agrícolas in natura bem como os varejistas agora estão mais abertos às demandas de produção livre de desmatamento (Butler & Lauranee 2008; Nepstad et al. 2006, 2010, 2014; Dauvergne & Lister 2012; Brannstrom et al. 2012, UN 2014).

Durante a última década, campanhas de grande destaque realizadas por organizações não-govermentais (ONGs) têm ligado o desmatamento a corporações multinacionais que compram produtos agrícolas de regiões ricas em florestas (Greenpeace International 2006, 2009a, &2010). Como consequência, alguns varejistas e empresas as de commodities vêm impondo critérios a seus fornecedores. Exemplos de tais intervenções na cadeia de fornecimento incluem os acordos de desmatamento zero e normas de grupos internacionais. O interesse em governança na cadeia de fornecimento está crescendo rapidamente à medida em que mais países e empresas fazem compromissos de grande visibilidade para evitar o desmatamento (Smith 2008; Walker et al. 2013; UN 2014).

Porém, poucos estudos avaliaram os efeitos dessas intervenções, o que limita a avaliação dos seus sucessos e desafios, e abre brechas para o "greenwashing" (Rudorff et al. 2011; Newton et al. 2013; Gibbs et al. 2015) ou seja, atitudes de sustentabilidade simuladas.

A governança na cadeia de fornecimento é especialmente relevante no Brasil - um líder global na produção e exportação de carne bovina e soja, e possuidor da maior área de floresta tropical remanescente no mundo. Em resposta a uma combinação de políticas do governo, intervenções na cadeia de fornecimento e mudanças nas condições do mercado, as taxas de desmatamento na Amazônia caíram mais de 80% entre 2004 – 2014 (Figura S1; Nepstad et al. 2014, Arima et al. 2014, INPE 2014, Gibbs et al. 2015). Mesmo com este declínio, o Brasil mantém uma das mais altas taxas absolutas de desmatamento do mundo. Em 2014, quase 500 km2 foram desmatados na Amazônia Brasileira (INPE 2014). A expansão de pastagens de gado continuam a ser a principal causa de desmatamento, e áreas com pastagens agora ocupam pelo menos 60% da área desmatada (TerraClass 2012).

Em 2009, o Ministério Público Federal MPF no Pará e ONGs fizeram pressão para que os frigoríficos e varejistas de carne bovina e couro reduzissem o desmatamento associado com a produção. O MPF – Pará abriu processos contra os fazendeiros que desmataram a floresta ilegalmente e contra os frigoríficos que compravam desses fazendeiros, e avisaram que iriam processar todos aqueles que estivessem envolvidos para convencer os varejistas brasileiros a boicotar os frigoríficos ligados ao desmatamento ilegal (Barreto & Silva 2010; Sist et al. 2013). Como consequência, os frigoríficos no Pará começaram a assinar, individualmente, os acordos legais denominados Termos de Ajustamento de Conduta ("MPF – TAC") em julho de 2009, se comprometendo a evitar compras de propriedades com desmatamento ilegal (Ministério Público

Federal 2009, 2013a, 2013b). Esses acordos já foram reproduzidos em outros Estados – Acre, Rondônia, Amazonas e Mato Grosso -- e agora incluem dois-terços dos frigoríficos inspecionados pelo serviço de inspeção federal (SIF) na Amazônia Legal Brasileira (Fig. 1). Em outubro de 2009, os maiores frigoríficos do Brasil, Marfrig, Minerva, JBS, e Bertin (este último adquirido subsequentemente pelo JBS), também assinaram o acordo de desmatamento zero com o Greenpeace, o "G4" em resposta à campanha de grande destaque que pressionou varejistas e grandes marcas, a fim de evitarem riscos à sua reputação ao serem associados com o desmatamento (Greenpeace 2009b).

Os acordos do Greenpeace-G4 e do MPF-TAC são contemporâneos e compartilham os mesmos princípios: os frigoríficos se comprometeram a bloquear compras oriundas de propriedades com desmatamento após os acordos, ou que não aderiram ao CAR (Cadastro Ambiental Rural), sistema que mantém limites de propriedades georeferenciadas para fazer o monitoramento ambiental. O Termo de Ajustamento de Conduta do MPF-TAC estabelece que não deve ocorrer desmatamento ilegal, devendo ser respeitados os limites definidos pelo Código Florestal Brasileiro, que estipula que 80% da área florestal em uma propriedade, localizada dentro do Bioma Amazônia, deve ser preservada como área de Reserva Legal. (Ministério Público Federal 2013a, 2013b). Já o G4 do Greenpeace vai mais longe e proíbe qualquer desmatamento, mesmo dentro do limite legal. Ambos os acordos atualmente abrangem somente as propriedades que vendem diretamente (as propriedades fornecedoras) aos frigoríficos, e assim excluem todas as outras propriedades de fornecimento indireto para onde é comum mudar o gado, tais como fazendas de cria e recria (Walker *et al*. 2013). Esses fornecedores indiretos são mencionados em ambos os acordos, mas esforços para implementação têm sido mínimos. Segundo o G4, JBS, Marfrig, e Minerva se comprometeram a estabelecer sistemas de monitoramento para gerir o risco de desmatamento nas suas próprias cadeias de fornecimento. Eles usam mapas de desmatamento PRODES feitos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para identificar o desmatamento nas suas propriedades de fornecimento direto. Essas empresas consomem metade do gado abatido na Amazônia (MAPA 2013). As demais empresas ainda não têm sistemas de monitoramento de desmatamento.

Aqui, apresentamos o primeiro estudo empírico de cadeias de fornecimento de gado bovino com o objetivo de quantificar a resposta de frigoríficos e fazendeiros aos acordos de desmatamento zero. Consideramos os quatro grandes frigoríficos da JBS no sudeste do Pará, que assinaram os dois acordos em 2009. Estes quatro frigoríficos que representam 30% do abate no Pará, e eram os únicos operando antes e depois dos acordos com sistemas de monitoramento de desmatamento no Estado (Figura S2). Primeiro, avaliamos a resposta à exigência para que os fornecedores se inscrevessem no registro do CAR. Depois examinamos se o JBS, o maior frigorífico do mundo, mudou o seu comportamento de compra após os acordos para evitar as propriedades com desmatamento recente. Finalmente, examinamos as diferenças entre as propriedades fornecedoras da JBS, antes e depois dos acordos, para caracterizar mudanças potenciais nas taxas e tendências do desmatamento.

2. Métodos

2.1 Área de Estudo

O Estado do Pará tem o maior rebanho bovino dentro do Bioma da Amazônia Brasileira, com 19,2 milhões de cabeças

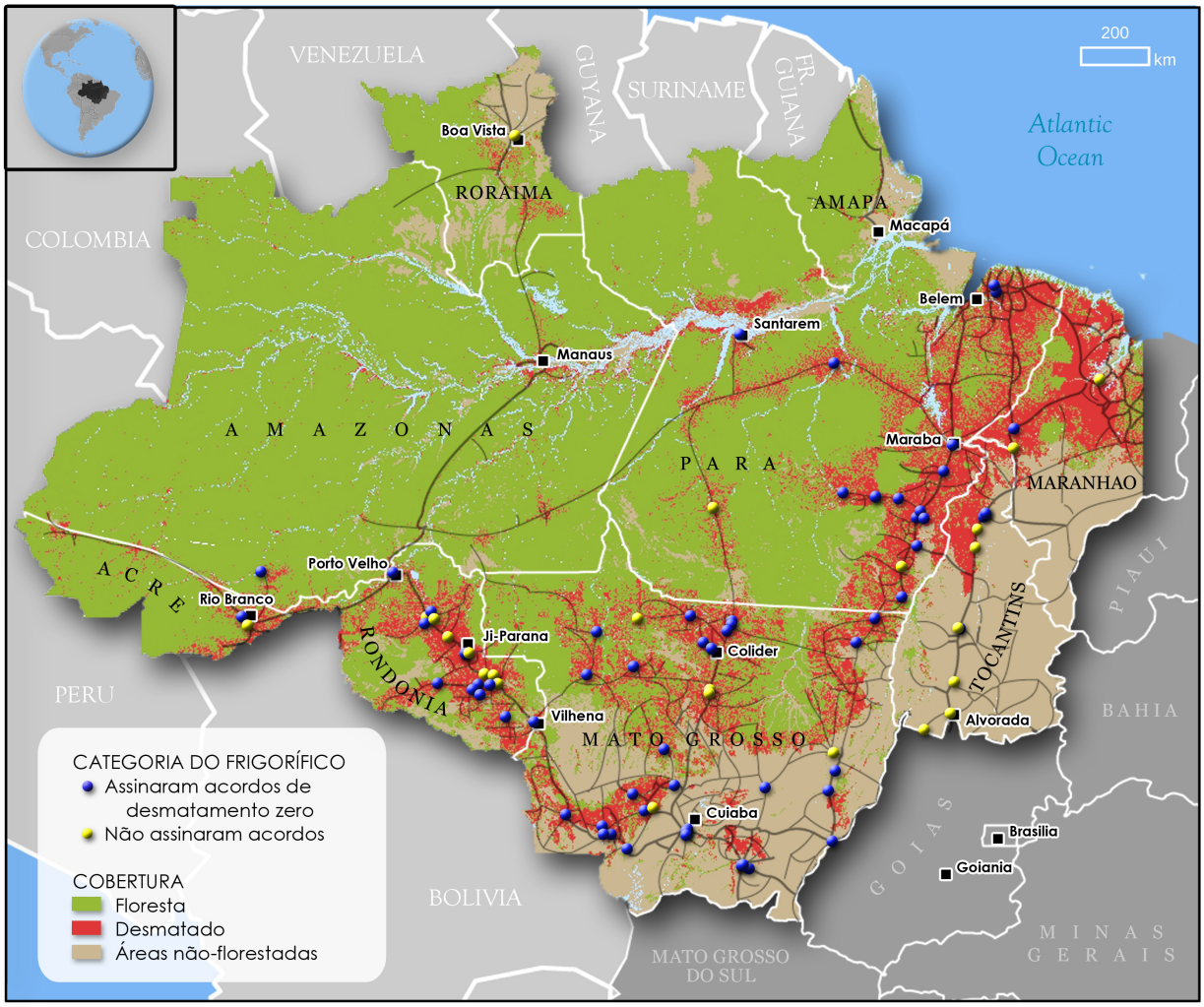

Figura 1. Principais frigoríficos na Amazônia Legal, signatários e não-signatários de um acordo de desmatamento zero (inclui tanto o TAC-MPF e como o G4). Localização de frigoríficos identificados usando pontos de GPS coletados em campo e via imagens de alta resolução usando Google Earth. Somente os frigoríficos sujeitos à inspeção federal (SIFs) foram incluídos. Os frigoríficos com inspeção estadual ou municipal não foram incluídos. A Amazônia Legal é definida por lei, incluindo os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Tocantins, e maior parte do Estado do Maranhão , sendo que cada um deles contém uma porção do Bioma Amazônia.

de gado, que representa 20% das exportações de carne bovina e todas as exportações de gado vivo do Bioma (IBGE 2014, Secex & MDIC 2014). Focamos nossa análise na região sudeste onde ficam 70% dos maiores frigoríficos com inspeção federal (Figura S2). Essa região é dominada pela pecuária onde <2% da área agrícola estava ocupada com plantio de soja em 2014 (Gibbs *et al*. 2015). No Pará ocorreu mais de 40% do desmatamento da Amazônia durante a última década, sendo a maior parte no sudeste onde quase a metade da floresta primária foi desmatada até 2014.

2.2 Mapeamento da Cadeia de Fornecimento em nível de propriedade

Para avaliar a resposta de frigoríficos e fazendeiros aos acordos, inicialmente desenvolvemos o mapeamento da cadeia de fornecimento, combinando mapas de limites de propriedades com dados de compras de gado . Utilizamos a informação diária de compras de gado dos frigoríficos da JBS, durante o período de outubro 2008 a dezembro 2013 (JBS 2013). Dados da data da compra, nome da propriedade, nome do proprietário e número de identificação, e o município de 54.933 transações que envolviam aproximadamente 3.600 propriedades que venderam gado diretamente aos frigoríficos foram verificados. O tipo de

informações disponíveis variou ao longo do tempo. Desenvolvemos scripts computacionais para padronizar todos os conjuntos de dados de entrada. Um algoritmo concordante foi usado para a ligar dados da compra de gado ao número de identificação do proprietário e o nome da fazenda que consta no CAR, para prever as ligeiras variações do mesmo nome (SIMLAM 2013). Através deste processo, identificamos a localização e as fronteiras das propriedades fornecedoras de 43.526 (79%) das transações durante o período do estudo. Os restantes 21% ou eram propriedades não cadastradas ou propriedades com discrepâncias nas informações de identificação que não poderiam ser resolvidas.

Então definimos a nossa área de estudo para incluir todas as propriedades do CAR dentro de 10 km de uma propriedade fornecedora, o que contribuiu para garantir acesso similar à infraestrutura e condições geográficas (Figura S3). Estas propriedades não-fornecedoras poderiam vender diretamente para outros frigoríficos adjacentes (Figura S2) ou vender para outras propriedades que vendem para frigoríficos JBS. Dados de compra semelhantes não estão disponíveis para outros frigoríficos. O conjunto final de dados geográficos era composto de 39.794 propriedades cadastradas no CAR, inclusive as 2.723 propriedades fornecedoras e as 37.071 propriedades não fornecedoras localizadas na área de estudo. Também aplicamos questionários a 07 frigoríficos, 131 fazendeiros, 06 sindicatos, e 70 informantes- chave na região do estudo durante 2013 e 2014 para melhor entender as causas das mudanças em curso e o contexto regional atual (SOM 1.3).

2.3 Registro de Propriedades no CAR (Cadastro Ambiental Rural)

Para avaliar os impactos dos acordos nas taxas de registro no CAR, observamos as mudanças na quantidade de compras dos frigoríficos com propriedades cadastradas (SOM 1.1). Fizemos os testes t com a variância desigual e testes de Wilcoxon de rank – sum para determinar se haviam diferenças significativas da média e mediana nas datas do registro para propriedades fornecedoras em momento pós-acordo em comparação com aquelas que forneciam somente antes do acordo, e com as propriedades vizinhas não–fornecedoras.

2.4 Comportamento de compra dos frigoríficos

Quantificamos o impacto do desmatamento recente na probabilidade de compra pelos frigoríficos antes e depois dos compromissos de desmatamento zero (2009- 2013). Usamos dados em painel do desmatamento anual para propriedades fornecedoras e aquelas vizinhas não- fornecedoras e encaixamos um modelo de probabilidade linear que incluía efeitos fixos ao nível de propriedade e ano para considerar mudanças no comportamento de compras (SOM 1.2). Estes efeitos fixos eram os controles de características invariáveis no tempo para cada propriedade tais como tamanho, localização, e cobertura florestal inicial, e de efeitos médios que variam de ano a ano, tais como as condições de mercado.

O desmatamento e a cobertura florestal foram estimados por uso dos mapas PRODES anuais de desmatamento baseados em Landsat (INPE 2014). "Desmatamento recente" foi definido como o desmatamento >6,25 ha, a unidade mínima de mapeamento PRODES, detectado em qualquer um dos dois anos antes da compra. Devido ao calendário da divulgação de dados de PRODES, os frigoríficos só têm acesso aos dados de desmatamento dos anos anteriores (não do ano corrente) quando fazem decisões sobre compras e reproduzimos essas condições em nosso modelo (Tabela S1). Isto significa que não se podia esperar uma resposta robusta aos acordos até 2012, pois somente então fora possível detectar todo o desmatamento ocorrido após os acordos.

2.5 O tamanho, a cobertura florestal e as taxas de desmatamento das propriedades fornecedoras

Avaliamos as mudanças nas características das propriedades que comercializavam com os frigoríficos da JBS através da comparação de três grupos: 1.) propriedades que comercializavam depois dos acordos em 2013 mas não antes (pós- acordo); 2.) propriedades que comercializavam antes dos acordos em 2009 ("pré-acordo"); 3.) e propriedades que comercializavam em 2009 e 2013 ("estáveis"). Para avaliar as mudanças nas propriedades fornecedoras depois dos acordos, usamos testes difference-in- difference para comparar as taxas médias d desmatamento normalizadas pela área florestal dos três anos antes (2006-2008) e depois (2010-2012) dos acordos nas propriedades fornecedoras pré- e pós-acordo. As propriedades com informações faltantes sobre a identificação do proprietário ou não cadastradas no CAR foram excluídas.

3. Resultados

3.1 O registro de propriedades no CAR aumentou rapidamente

Em 2006, a nova legislação ambiental estadual exigiu o registro no CAR para propriedades agrícolas no Pará (Azevedo et al. 2014). Apesar do mandamento legal, somente 2% das transações foram feitas com propriedades cadastradas quando o G4 fora assinado em outubro de 2009 (Figura 2a). Até o prazo de aplicação dos dois acordos no início de 2010, quase 60% das transações mensais dos frigoríficos foram feitas com fornecedores cadastrados. No fim de 2013, 96% das transações foram feitas com propriedades cadastradas

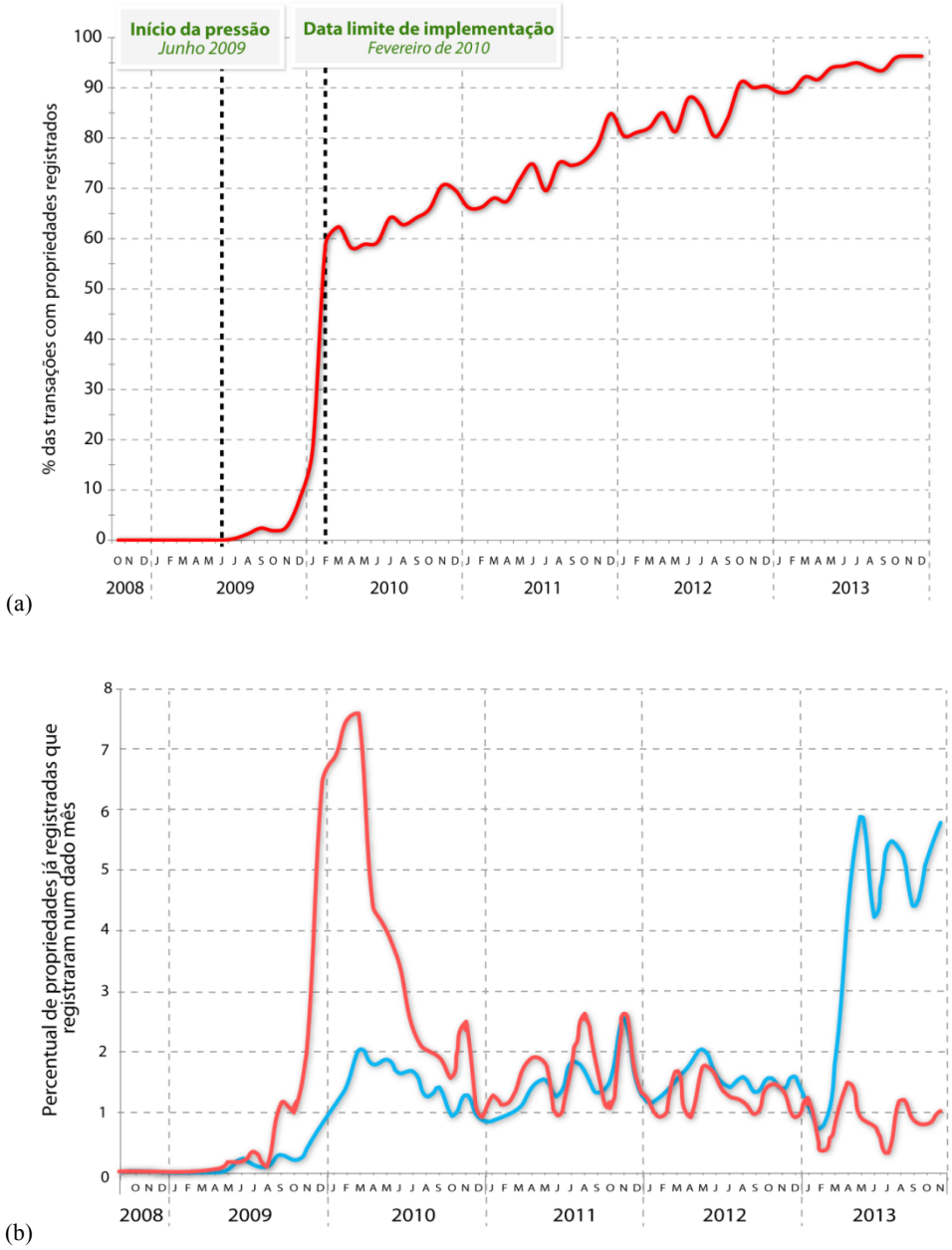

Figura 2. Tempo de cadastramento de propriedade no Sistema CAR. a.) Porção de transações mensais dos frigoríficos JBS com propriedades fornecedoras de gado cadastradas no CAR aumentou de modo dramático após os acordos de desmatamento zero. b.) O frigorífico JBS incentivou o cadastramento rápido de propriedades fornecedoras logo após os acordos (linha vermelha). O cadastramento de outras propriedades dentro de 10 km, porém não-fornecedoras da JBS, aumentou muito mais tarde (linha azul).

As propriedades que forneciam depois dos acordos foram cadastradas significativamente mais cedo do que ambas as propriedades vizinhas não-fornecedoras e as propriedades fornecedoras pré-acordo (Figura 2b). Das propriedades fornecedoras pós-acordo, 52% foram cadastradas dentro de um ano do acordo do G4. Somente 16% das propriedades vizinhas não-fornecedoras foram cadastradas durante esse período. Ao invés de se cadastrarem nesse período, 44% destas propriedades não-fornecedoras foram cadastradas mais de três anos mais tarde após aumento de pressão e apoio do governo estadual, especialmente para os pequenos agricultores. Os resultados do teste t e o teste Wilcoxon de rank-sum confirmam que os fornecedores pós-acordo se inscreveram significativamente mais cedo. A data média de inscrição para estes fornecedores era 756 dias mais cedo do que as propriedades não- fornecedoras e 374 dias mais cedo do que as propriedades fornecedoras pré-acordo ($p<0.001$; Tabela S2). Dos 56 fornecedores da JBS

Tabela 1. O efeito médio de desmatamento recente na probabilidade de compra por frigorífico JBS [a, b]

	Modelo 1 Propriedades fornecedoras e não fornecedoras localizadas dentro de 10 km	**Modelo 2** Propriedades fornecedoras e não fornecedoras localizadas dentro de 5km com ≥ 6,25 ha de floresta em 2009, excluindo os assentamentos do INCRA	**Modelo 3** Propriedades fornecedoras	**Modelo 4** Propriedades fornecedoras com ≥ 6,25 ha de floresta em 2009
Efeito de desmatamento nas compras de 2009	-10,56	-6,36	1,03	-0,02
Efeito de desmatamento nas compras de 2010	14,33*	11,65	6,64	5,97
Efeito de desmatamento nas compras de 2011	20,59**	9,18	16,59**	10,94*
Efeito de desmatamento nas compras de 2012	-46,05***	-35,03***	-45,18***	-39,96***
Efeito de desmatamento nas compras de 2013	-62,85***	-47,65***	-59,91***	-52,34***
Número de parcelas	39.794	14.374	2.723	1.810

[a]O efeito do desmatamento é definido como a mudança da percentagem prevista da probabilidade se o desmatamento é detectado nos dois anos anteriores.
[b]Conduzimos testes usando uma variedade de intervalos de tempo e limites de desmatamento; os resultados são todos qualitivamente semelhantes e estão disponíveis a pedido
* : p < 0,05 ** : p < 0,01 *** : p < 0,001

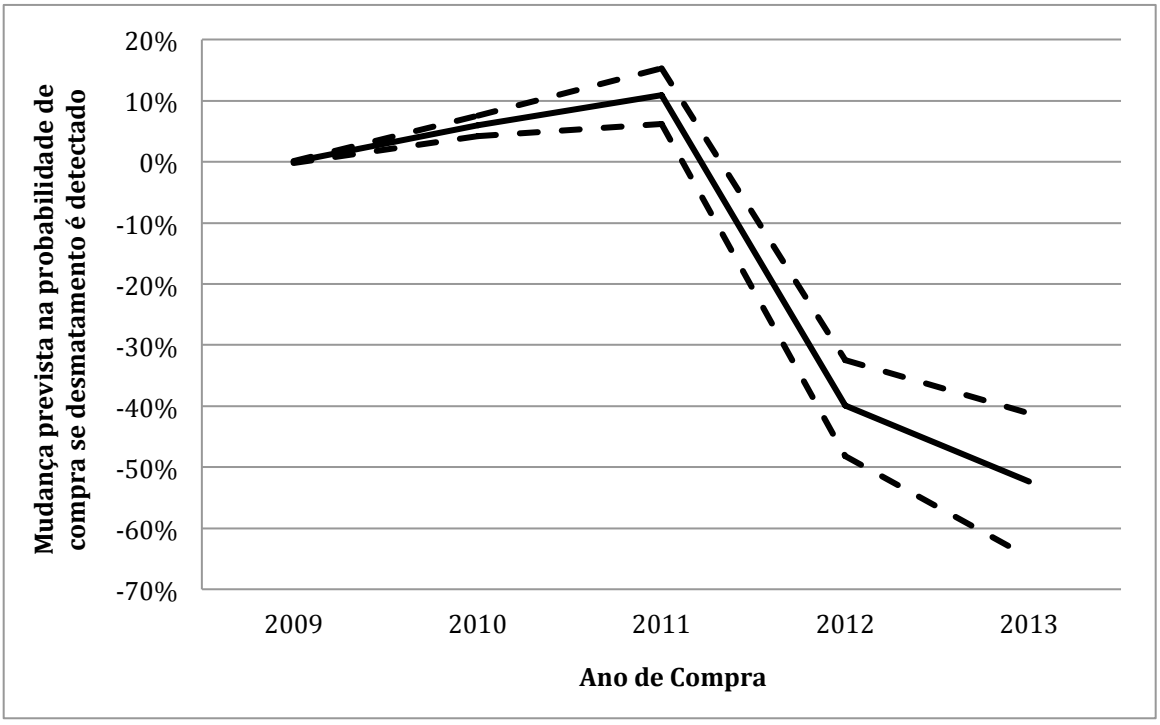

Figura 3. O efeito do desmatamento recente na probabilidade de compra dos frigoríficos. Os resultados da análise em painel mostram que era significantemente menos provável que os frigoríficos JBS comprassem de propriedades com desmatamento recente até 2012 (p<0,001). Antes dos acordos, o desmatamento não tinha impacto estatisticamente significante na seleção de compra . Pelo menos uma parte do desmatamento avaliada por nossos modelos para 2010 e 2011 ocorreu antes dos acordos; 2012 é o primeiro ano em que se esperava uma resposta completa (Tabela S1), O gráfico é baseado na amostra do Modelo 4 (Tabela 1; Tabela S3).

entrevistados no sudeste do Pará, 85% declararam que tinham registrado suas propriedades para venderem ao JBS. Em contrapartida, somente 35% dos 69 não- fornecedores indicaram que os acordos motivaram o registro.

Tabela 2. Comparação de características médias de propriedades inscritas no CAR que forneceram somente antes do acordo, somente depois do acordo, ou em ambos 2009 e e 2013 [a].

	Propriedades fornecedoras pré-acordo[b]	**Propriedades fornecedoras pós-acordo[c]**	**Diferença entre as propriedades fornecadoras pré- e pós-acordo[d]**	**Propriedades estáveis que venderam a JBS tanto pré- quanto pós-acordo**
Número de propriedades (n)	499	577	-78	178
Distância média ao frigorífico estudado mais próximo (km)[e]	100,4 (3,7)	74,7 (2,1)	25,8*** (4,3)	67 (3)
Tamanho médio da propriedade (ha)	1.270 (135)	1.839 (166)	-569** (214)	3.158 (435)
Área florestal média no fim de 2009 (ha)	378 (53)	527 (79)	-149 (95)	978 (214)
Proporção média de propriedade com floresta	0,208 (0,011)	0,152 (0,008)	0,056*** (0,013)	0,193 (0,014)
Número de propriedades com ≥6,25 ha de floresta em 2009 (n para as três linhas seguintes)	409	433	-24	156
Proporção média desmatada 2006-2008 (pré-acordo)	0,157 (0,012)	0,193 (0,014)	-0,036* (0,018)	0,153 (0,020)
Proporção média desmatada 2010-2012 (pós-acordo)	0,045 (0,007)	0,024 (0,006)	0,020* (0,009)	0,011 (0,006)
Difference-in-difference para a taxa de desmatamento pré e pós-acordo			-0,056** (0,021)	

Difference-in-difference para a taxa de desmatamento pré- e pós-acordo

[a]Testes de estatística para diferenças não zero em média são baseados nos Testes-t, não pareado e com variância desigual, desvio padrão entre parênteses.

[b] Propriedades fornecedoras que venderam em 2009, antes dos acordos, mas não forneceram depois dos acordos e para as quais possuímos informação para identificar o proprietário.

[c] Propriedades fornecedoras que venderam em 2013, depois dos acordos serem implementados, mas não forneceram antes dos acordos, e para as quais possuímos informação para identificar o proprietário.

[d] Somente propriedades fornecedoras em ambos 2009 e 2013 foram incluídas.

[e] Distâncias representam distâncias de linha reta, não distâncias baseadas em estradas.

* : p < 0,05 ** : p < 0,01 *** : p < 0,001

3.2 Frigoríficos diminuíram as compras de propriedades com desmatamento recente

Em 2009, 36% de propriedades fornecedoras tinham desmatamento recente, o que fora reduzido para 4% até 2013. Os resultados das análises de painel mostram que a probabilidade de compra dos frigoríficos da JBS não for a afetada por desmatamento recente antes dos acordos, mas posteriormente a eles, evitaram propriedades com desmatamento (Tabela 1; Tabela S3; Figura 3). O efeito do desmatamento recente na probabilidade de compra era quase zero antes dos acordos no grupo de propriedades que já havia vendido a JBS e que ainda tinha de floresta. Até 2013 a probabilidade de compra foi reduzida pela metade quando desmatamento recente foi detectado numa propriedade (Figura S2; $p<0.01$). Produzimos resultados semelhantes usando uma série de definições de amostra (Tabela 1; Tabela S3). Nossos resultados apresentam fortes evidências de que esses frigoríficos favoreceram desproporcionalmente as propriedades sem desmatamento

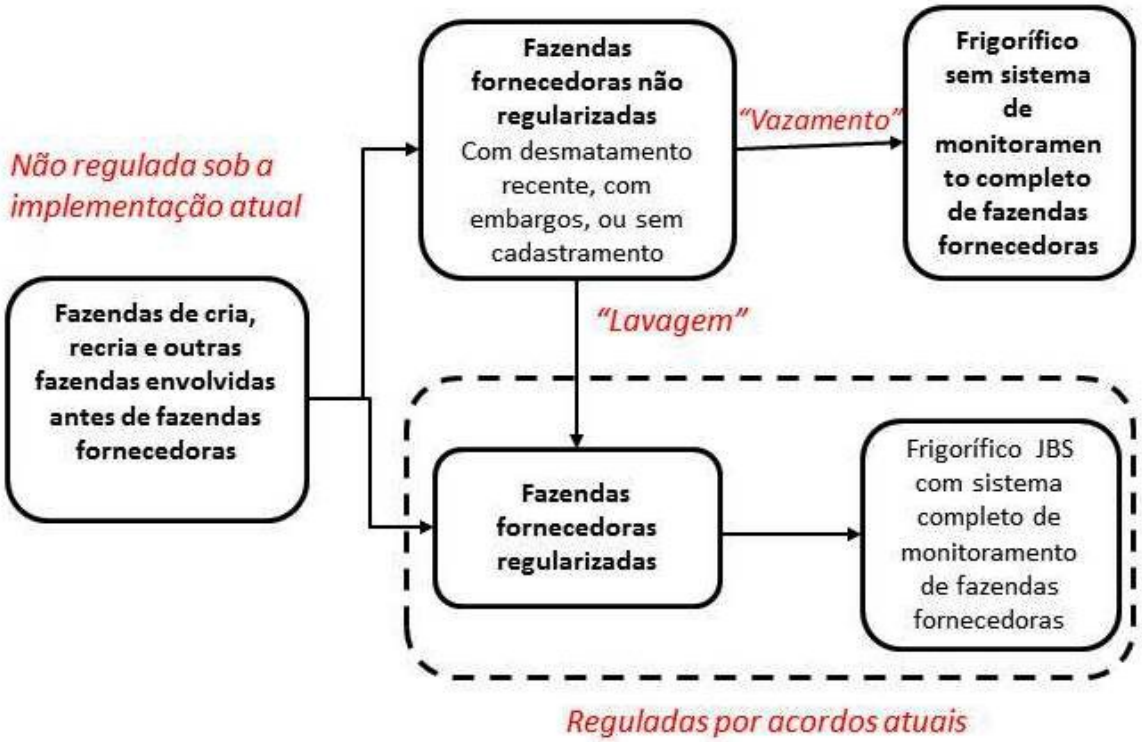

Figura 4. Na prática, os acordos regulam somente as compras diretas de fazendas fornecedoras, sem considerar fazendas de cria e partes indiretas da cadeia de fornecimento. O gado engordado nas propriedades irregulares com desmatamento podem "vazar" para os frigoríficos que não têm sistemas de monitoramento completos; esse gado também pode ser submetido à "lavagem" através de transferência a uma fazenda regularizada para venda direta a um frigorífico.

em resposta aos acordos, um efeito que vai além do declínio total das taxas de desmatamento na região.

3.3 O Propriedades fornecedoras pós-acordo tiveram taxas reduzidas de desmatamento

As propriedades fornecedoras pré e pós-acordo têm características e tendências de desmatamento significativamente diferentes (Tabela 2). O tamanho médio de propriedades fornecedoras pré-acordo (~1.300 ha) era significativamente menor do que aquelas pós-acordo (~1.800 ha), e com menos da metade do tamanho das propriedades de fornecedores estáveis (~3.200 ha). Propriedades fornecedoras pós-acordo também tiveram uma proporção significativamente menor de floresta restante ($p < 0{,}001$), com uma média de 15% de floresta restante em comparação com quase 21% detectado nas terras de fornecedores pré-acordo. Aproximadamente um terço das propriedades pós-acordo tinham <1%de floresta restante, e somente 31 propriedades continham > 80% de cobertura florestal. Estas propriedades fornecedoras mais recentes também ficavam 26km mais perto do frigorífico mais próximo ($p<0{,}001$).

Todos os grupos tiveram taxas mais baixas de desmatamento nos três anos depois dos acordos (2010-2012) do que nos anos anteriores (2006-2008). As propriedades fornecedoras pós-acordo tiveram reduções mais significativas de taxa do que os fornecedores pré-acordo ($p<0.01$), em parte porque tinham taxas de desmatamento mais altas antes dos acordos ($p<0.05$). Essas propriedades fornecedoras mais recentes também mostraram taxas de desmatamento significativamente menores depois do acordo ($p<0.05$).

4. Discussão

Nossos resultados demonstram que os acordos da cadeia de fornecimento incentivaram mudanças rápidas no comportamento dos frigoríficos e dos fazendeiros relacionadas ao desmatamento e ao registro no CAR das propriedades no Estado do Pará. Os frigoríficos da JBS que analisamos ativamente excluíram da sua cadeia de fornecimento fazendas com desmatamento, demonstrando aos fazendeiros que o desmatamento significa acesso reduzido ao mercado. Os frigoríficos da JBS também incentivaram seus fornecedores a registrarem rapidamente suas propriedades no CAR, limitando acesso ao mercado às propriedades não-

cadastradas, avançando assim no cumprimento da legislação estadual previamente inerte.. Propriedades vizinhas não-fornecedoras tenderam a esperar pelo menos dois anos a mais para se registrar respondendo à pressão e ao apoio governamental mais localizados. Em comparação com os fornecedores pré- acordo que não venderam à JBS após os acordos, as taxas de desmatamento em 2010-2012 foram 50% menores nas propriedades fornecedoras pós-acordo, e 75% menores nas propriedades estáveis que venderam em 2009 e também em 2013 (Tablela 2). As diferenças nas tendências de desmatamento, combinadas com a forte resposta de fazendeiros no registro de propriedades, indicam que os fazendeiros talvez tenham respondido ao acordo por reduzir o desmatamento nas propriedades fornecedoras. Porém, há necessidade de pesquisa futura para quantificar em que medida os acordos são responsáveis por essas reduções.

Apesar dessas realizações, os resultados para a preservação das florestas são limitados pela aplicação restrita dos acordos, que por dar margem a brechas, como "lavagem" e "vazamento" de animais para outras propriedades (Figura 4) Por exemplo, grandes segmentos da cadeia da pecuária não são monitorados nem rastreados sob a implementação atual (Walker et al. 2013). O gado sempre fica em múltiplas propriedades por um certo tempo antes do abate, e os fazendeiros podem criar e engordar o gado em fazendas em situação irregular, sem o CAR ou com desmatamento recente, e depois transferem os animais para uma propriedade com situação regular antes da venda aos frigoríficos (lavagem). Esse processo de "lavagem" do gado
pode também ocorrer através de intermediários que compram gado de vários fornecedores, inclusive aqueles com propriedades de situação irregular, e depois vendem aos frigoríficos usando sua própria propriedade regular. Nos questionários aplicados em campo, os fazendeiros reportaram que este processo irregular é uma prática comum e bem aceita, e ressaltaram que não é proibida pelos acordos. "O gado não está embargado, somente a terra" foi um comentário comum. O gado criado nas fazendas com desmatamento recente também poderia ser vendido aos frigoríficos mais próximos que não têm sistemas de monitoramento, permitindo o deslocamento do desmatamento para outro ponto da cadeia de fornecimento que ainda carece de monitoramento (Figura 4; Figura S2). Finalmente, rastrear animais individuais através de brincos ou outros dispositivos talvez seja necessário para garantir a rastreabilidade completa e carne bovina livre de desmatamento, mas é provável que a implementação esteja há anos de ser alcançada. A curto prazo, as seguintes melhorias poderiam servir poderiam server para melhorar os resultados relativos à preservação florestal: (1) elaborar um sistema universal de monitoramento disponível e implementado por todos os frigoríficos , não importando o tamanho, que os varejistas também pusessem acessar; (2) ampliar a implementação para abranger a cadeia de fornecimento completa, inclusive fazendas de cria e demais propriedades fornecedoras indiretas; (3) fornecer dados para rastrear a cadeia de fornecimento completa através da divulgação pública dos dados da Guia de Trânsito Animal (GTA) que monitora o transporte de gado entre fazendas ; (4) acelerar a inscrição no CAR de todas as propriedades, dando mais apoio aos pequenos agricultores (Lee et al. 2012); e (5) exigir auditorias abrangentes, independentes, e geograficamente explícitas sob o cumprimento dos acordos pelos frigoríficos. (SOM2).

Apesar dos desafios restantes, aexperiência no Pará demonstra que a pressão simultânea das ONGs e das agências governamentais pode ser uma forte estratégia para mudar o comportamento de fazendeiros e frigoríficos, e reduzir a quantidade de desmatamento no setor de gado a cadeia das propriedades fornecedoras diretas. Os frigoríficos formam um ponto chave de influência na cadeia devido a sua presença física na fronteira agrícola florestal ,suas interações diárias com fazendeiros, e a sua capacidade de limitar acesso ao mercado imediatamente. Empresas comprometidas com a produção livre de desmatamento poderiam melhorar o desempenho ambiental das cadeias de fornecimento de agronegócio em áreas onde o isolamento faz a aplicação direta das leis difícil ou menos custo-efetivo Essas intervenções específicas da cadeia de fornecimento podem produzir resultados em um período de meses ao invés anos, o que tem sido típico de acordos multinacionais tais como REDD ou políticas nacionais tais como o Código Florestal (Gibbs *et al*. 2015). Entretanto, reduzir o desmatamento em grande escala dependerá da ampliação destes acordos para incluir a maior parte dos frigoríficos e a cadeia de fornecimento completa, inclusive os fornecedores indiretos. Expandir essas intervenções para além do Brasil exigiria investimento no rastreamento e na transparência da cadeia de fornecimento, no entanto a tecnologia de monitoramento está ao nosso alcance.

Referências bibliográficas:

Achard, F., Eva, H.D., Stibig, H.-J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T. & Malingreau, J.-P.(2002). Determination of Deforestation Rates of the World's Humid Tropical Forests. *Science*, 297, 999–1002.

Arima, E.Y., Barreto, P., Araújo, E. & Soares-Filho, B. (2014). Public policies can reduce tropical deforestation: Lessons and challenges from Brazil. *Land Use Policy*, 41, 465– 473.

Azevedo, A., Rajão, R., Costa, M., Stabile, M., Alencar, A. & Moutinho, P. (2014). *Amazônia em Pauta 3: Cadastro ambiental rural e sua influência na dinâmica do desmatamento na Amazônia Legal*. IPAM, Brasília.

Barreto, P. & Silva, D. (2010). Will Cattle Ranching Continue to Drive Deforestation in the Brazilian

Amazon? Presented at the Environment and Natural Resources Management in Developing and Transition Economies.

Brannstrom, C., Rausch, L., Brown, J.C., de Andrade, R.M.T. & Miccolis, A. (2012). Compliance and market exclusion in Brazilian agriculture: Analysis and implications for "soft" governance. *Land Use Policy*, 29, 357–366.

Butler, R.A. & Laurance, W.F. (2008). New strategies for conserving tropical forests.*Trends in Ecology & Evolution*, 23, 469–472.

Dauvergne, P. & Lister, J. (2012). Big brand sustainability: Governance prospects and environmental limits. *Global Environmental Change*, 22, 36–45.

DeFries, R.S., Rudel, T., Uriarte, M. & Hansen, M. (2010). Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geosci*, 3, 178–181.

Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., Ramankutty, N. & Foley, J.A. (2010). Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *PNAS*, 107, 16732–16737.

Gibbs, H.K., L. Rausch, J. Munger, I. Schelly, D.C. Morton, P. Noojipady, B. Soares- Filho, P. Barreto, L. Micol, and Walker, N.F. (2015) Brazil's Soy Moratorium. *Science* 23 347 (6220), 377-378.

Greenpeace International. (2006). Eating Up the Amazon [WWW Document]. *Greenpeace*. URL http://www.greenpeace.org/usa/en/media-center/reports/eating-up-the-amazon/

Greenpeace International. (2009a). Slaughtering the Amazon [WWW Document]. *Greenpeace*. URL http://www.greenpeace.org/international/en/publications/repor ts/slaughtering-theamazon/

Greenpeace International. (2009b). Minimum Criteria for Industrial Scale Cattle Operations in the Brazilian Amazon Biome [WWW Document]. *Greenpeace*. URL http://www.greenpeace.org/usa/en/media-center/reports/minimum-criteria-for-i/

Greenpeace International. (2010). Caught Red-Handed: How Nestlé's Use of Palm Oil is Having a Devastating Impact on Rainforest, The Climate and Orangutans [WWW Document]. *Greenpeace*. URL http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/caught-red-handed-hownestle/

Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O. & Townshend, J.R.G. (2013). High- Resolution Global Maps of 21stCentury Forest Cover Change. *Science*, 342, 850–853.

IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics). (2014). Pesquisa Pecuária Municipal [WWW Document]. URL http://www.sidra.ibge.gov.br/

INPE/EMBRAPA. (2012). Terraclass 2012: Amazon land use and land cover information Project (Projeto TerraClass) [WWW Document]. *CRA - Centro de Regional da Amazônia*. URL http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2012.php

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). (2014). Projeto PRODES – monitoramento da foresta amazônica brasileira por satélite [WWW Document]. *Projeto - PRODES*. URL http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php

JBS. (2013). Rastreabilitdade [WWW Document]. *Grupo JBS-Friboi*. URL http://www2.jbs.com.br/Rastreabilidad_e.aspx

Lee, J., Gereffi, G. & Beauvais, J. (2012). Global value chains and agrifood standards: Challenges and possibilities for smallholders in developing countries. *PNAS*, 109, 12326–12331.

MAPA (Ministry of Agriculture, Livestock and Supply). (2013). Sistema de Informações Gerenciais dos Sistemas de Inpecao Federal. Available at http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/!ap estabelec_nacional_rep.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). (2014). Download de dados geográficos [WWW Document]. URL http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm

Ministério Público Federal (MPF). (2009). Para Divulgar Termo de Ajustamento de Conduta Bertin assinado (TAC).

Ministério Público Federal (MPF). (2013a). TAC frigoríficos na Amazônia [WWW Document]. URL http://www.prmt.mpf.mp.br/noticias/arquivos/tav-frigorificos-na amazonia#.U3ukVdyVifQ

Ministério Público Federal (MPF). (2013b). Termo de Ajustamento de Conduta. Pecuaria Sustentavel.

Nepstad, D.C., Stickler, C.M. & Almeida, O.T. (2006). Globalization of the Amazon soy and beef industries: opportunities for conservation. *Conserv. Biol.*, 20, 1595–1603.

Nepstad, D., McGrath, D., Stickler, C., Alencar, A., Azevedo, A., Swette, B., Bezerra, T., DiGiano, M., Shimada, J., Motta, R.S. da, Armijo, E., Castello, L., Brando, P., Hansen, M.C., McGrath-Horn, M., Carvalho, O. & Hess, L. (2014). Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, 344, 1118–1123.

Newton, P., Agrawal, A. & Wollenberg, L. (2013). Enhancing the sustainability of commodity supply chains in tropical forest and agricultural landscapes. *Global Environmental Change*, 23, 1761–1772.

Rudel, T.K., Defries, R., Asner, G.P. & Laurance, W.F. (2009). Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. *Conserv. Biol.*, 23, 1396–1405.

Rudorff, B.F.T., Adami, M., Aguiar, D.A., Moreira, M.A., Mello, M.P., Fabiani, L., Amaral, D.F. & Pires, B.M. (2011). The Soy Moratorium in the Amazon Biome Monitored by Remote Sensing Images. *Remote Sensing*, 3, 185–202.

Secretaria do Comércio Exterior (Secex) & Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC). (2014). Sistema de análise das informações de comércio exterior via Internet (ALICEweb) [WWW Document]. URL http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/

SIMLAM. (2013). Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental [WWW Document]. *SEMAS - Simlam Público PA*. Last accessed: November 2013; URL http://monitoramento.sema.pa.gov.br/simlam/

Sist, P., Mazzei, L. & Sablayrolles, P. (2013). Supporting farm forestry. *Perspective*, 22.

Smith, B.G. (2008). Developing sustainable food supply chains. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 363, 849–861. UN. (2014). *New York Declaration on Forests*.

Walker, N., Patel, S., Davis, F., Milledge, S. & Hulse, J. (2013). *Demand-side interventions to reduce deforestation and forest degradation*. Int Inst for Environ and Dev.

Agradecimentos:

Agradecemos B. Orcutt, G. Broman, A. Broman, L. Rausch, L. Fleck, J. Alix-Garcia, F. Moffette, K. Carlson, R. Sarsfield, G. Allez, E. Lambin, S. Baima, A. Hutson, B. Caires, L. Micol, A. Carrara, E. Moran, and D. Zarin por seus comentários e conhecimentos especializados que tanto contribuíram a este trabalho. Este trabalho foi melhorado de modo significativo pelos comentários de dois revisores anônimos. M. Omri elaborou os mapas e gráficos, e D. Murray assistiu na coleção de dados do campo em 2014. Fundos foram fornecidos pela Fundação Gordon e Betty Murray e a Agência Norueguesa para a Cooperação de Desenvolvimento por seu Departamento para uma Sociedade Civil sob o Iniciativo Norueguês de Florestas e Clima.

Materiais Suplementares "*Online*" (SOM):

1. Métodos

1.1 Análise de inscrição no CAR

Para avaliar a resposta de frigoríficos e fazendeiros à exigência do registro dos acordos de gado, comparamos as datas da inscrição no CAR entre as propriedades fornecedoras com as outras propriedades não fornecedoras na área de estudo. Propriedades podem ser inscritas mais de uma vez no CAR, e assim consideramos versões múltiplas do cadastramento, de março de 2011 em diante, para identificar a primeira data de inscrição para todas as propriedades na região do estudo.

Fizemos dois testes-t com variância desigual e dois testes de Wilcoxon *rank-sum* para determinar se havia diferenças significantes na mediana e na média das datas de inscrição para propriedades fornecedoras pós-acordo em comparação com aquelas que forneceram antes do acordo mas não depois, e com não fornecedoras vizinhas localizadas dentro de 10 km. O primeiro conjunto de testes comparou as 2.375 propriedades fornecedoras que forneceram em 2010 ou mais tarde (depois dos acordos serem assinados) com todas as outras 37.419 propriedades na área de estudo. O segundo conjunto de testes comparou as 2.375 propriedades fornecedoras que forneceram em 2010 ou mais tarde com as 348 que abasteceram os frigoríficos do estudo em 2008 ou 2009, mas não depois.

1.2 Comportamento de compra dos frigoríficos

O modelo básico de probabilidade linear para avaliar mudanças na probabilidade de compra com desmatamento de propriedade é:

$$\Pr(JBS\ purchases\ cattle_{it}) = \alpha_i + \beta(Defor_{it}) + \gamma_t(Year) + \delta_t(Defor_{it} \times Year) + c + \varepsilon_{it}$$

Onde $i$indexa propriedaade, $t$indexa o ano, $\alpha_!$ é o intercepto específico, βmede o efeito médio de detector desmatamento numa propriedade nos dois anos antes da compra, $\gamma_!$ Mede efeitos temporais médios nas compras para cado ano, c'e o constante, $\varepsilon_{!"}$ é o termo de perturbação, e $\delta_!$ é a medida de interesse – o efeito adicional do desmatamento na probabilidade de compra para um ano específico. Desvios padrão se agruparam ao nível de propriedade. Nosso indicador variável de desmatamento foi fixo em 1 se o desmatamento foi ≥6,25 ha em pelo menos dois dos anos anteriores; há uma defasagem entre quando os dados anuais de desmatamento são coletados e divulgados e assim avaliamos os mesmo dados que os frigoríficos usam no seu sistema de monitoramento. (Tabela S1). Para avaliar a solidez dos nossos resultados, fizemos quatro vezes cada modelo usando conjuntos diferentes de propriedades como descrevemos na Tabela 1. Excluimos os assentamentos do INCRA no Modelo 2 usando um mapa disponível no site do INCRA (INCRA 2014).

1.3 Questionários de fazendeiros, frigoríficos, e informantes-chave

O trabalho de campo foi dividido em duas partes. A primeira parte foi desenvolvida em 2013 e envolveu sindicatos de produtores rurais, frigoríficos, e fazendeiros em nove municípios do Estado do Pará (Marabá, São Félix do Xingu, Tucumã, Água Azul do Norte, Ourilândia do Norte, Xinguara, Rio Maria, Redenção e Conceição do Araguaia). Fizemos consultas a sindicatos locais para identificar fazendeiros-chave para entrevistar em cada região. Fazendeiros entrevistados também ajudaram a identificar outros para serem entrevistados. Na pesquisa de campo de 2013 focamos principalmente a compreensão de tendências atuais no setor pecuário e como os acordos afetaram a dinâmica local. Seguindo a análise do trabalho de campo de 2013, uma segunda visita foi elaborada para abordar fazendeiros distribuídos aleatoriamente no sul do Pará em 2014. Durante esta pesquisa de campo adicionamos os municípios de Cumaru e Santa Maria das Barreiras.

2. Auditorias de conformidade dos frigoríficos

As brechas nos acordos têm acontecido geralmente sem serem notadas, em parte porque não houve nenhuma auditoria compreensiva. Por exemplo, as auditorias organizadas pelas empresas em resposta aos compromissos do G4 foram centradas nos controles internos para excluir propriedades não regularizadas, e consideraram somente uma amostra de propriedades sem avaliação geograficamente explícita. O governo do Pará adiou sua auditoria independente de dezembro 2010 para fins de 2013, quando auditorias-piloto de um único frigorífico e uma exportadora de gado vivo foram realizadas ao invés de examinar detalhadamente o resultados. Auditorias mais rigorosas e completas poderiam melhor apoiar os esforços dos frigoríficos através da identificação de desafios e desvios.

Tabela S1. Datas de anos de desmatamento PRODES definidos como desmatamento recente em análise em painel no efeito de desmatamento de propriedades fornecedoras na probabilidade de compra dos frigoríficos do JBS.

Ano analisado da compra pelo JBS	Ano de mapas PRODES usado para analisar desmatamento recente	Data que mapas PRODES foram disponibilizados e os frigoríficos tiveram os dois anos de desmatamento recente
2009	agosto 2006-julho 2007 e agosto 2007-julho 2008	dezembro-08
2010	agosto 2007-julho 2008 e agosto 2008-julho 2009	dezembro-09
2011	agosto 2008-julho 2009 e agosto 2009-julho 2010	dezembro-10
2012	agosto 2009- julho 2010 e agosto 2010-julho 2011	dezembro-11
2013	agosto 2010-julho 2011 e agosto 2011-julho 2012	dezembro-12

Tabela S2. Resultados dos testes-t e dos testes rank-sum de Wilcoxon comparando as datas da inscrição no CAR entre propriedades fornecedoras pós-acordo e ambas as propriedades vizinhas não fornecedoras e aquelas que forneceram somente antes dos acordos.

	Modelo 1 Comparando propriedades fornecedoras pós-acordo e propriedades vizinhas não fornecedoras	**Modelo 2** Comparando propriedades fornecedoras pós-acordo e propriedades que forneceram somente em 2008-2009
Mediana da data de inscrição para propriedades que forneceram 2010-2013	4 agosto 2010	4 agosto 2010
Mediana do dia de inscrição de propriedades não fornecedoras (M1) ou aquelas que forneceram somente em 2008-2009 (M2)	29 agosto 2012	13 agosto 2011
Mediana da diferença do dia de inscrição	756 dias	374 dias
Estatística *z* de Wilcoxon *rank-sum*	45,877****	8,390****
Mediana de data de inscrição de propriedades que forneceram 2010-2013	19 janeiro 2011	19 janeiro 2011
Mediana de data de inscrição de propriedades não fornecedoras (M1) ou aquelas que forneceram somente 2008-2009 (M2)	14 maio 2012	3 setembro 2011
Diferença media de data de inscrição	481 dias	227 dias
Estatística *t* do teste-t	55,0884****	8,5019****

**** p <0,0001

Tabela S3. Resultados de modelos de probabilidade linear com efeitos fixos em nível de propriedade e tempo avaliando o impacto de desmatamento recente na probabilidade de compra de frigoríficos.

	Modelo 1 Propriedades fornecedoras e não fornecedoras localizadas em um raio de 10km	**Modelo 2** Propriedades fornecedoras e não fornecedoras localizadas em um raio de 5km com ≥6,25 ha de floresta em 2009, excluindo assentamentos do INCRA	**Modelo 3** Propriedades fornecedoras	**Modelo 4** Propriedades fornecedoras com ≥6,25 ha de floresta em 2009
Ocorrência de desmatamento	-0,0028 (0,0024)	-0,0034 (0,0041)	0,0039 (0,0247)	-0,0001 (0,0289)
Ano = 2010	0,0045*** (0,0009)	0,0084*** (0,0022)	0,0787*** (0,0151)	0,0802*** (0,0207)
Ano = 2011	0,0076*** (0,0010)	0,0172*** (0,0026)	0,1224*** (0,0161)	0,1400*** (0,0227)
Ano = 2012	0,0022* (0,0010)	0,0010 (0,0025)	0,0420* (0,0165)	0,0183 (0,0225)
Ano = 2013	0,0023* (0,0010)	-0,0018 (0,0025)	0,0431* (0,0170)	-0,0027 (0,0229)
Desmat x 2010	0,0073** (0,0028)	0,0107* (0,0048)	0,0267 (0,0280)	0,0294 (0,0322)
Desmat x 2011	0,0099** (0,0032)	0,0100 (0,0055)	0,0798* (0,0356)	0,0603 (0,0396)
Desmat x 2012	-0,0105*** (0,0030)	-0,0158** (0,0052)	-0,1957*** (0,0338)	-0,1713*** (0,0379)
Desmat x 2013	-0,0155*** (0,0034)	-0,0214*** (0,0059)	-0,2589*** (0,0388)	-0,2133*** (0,0425)
Constante	0,0268*** (0,0007)	0,0539*** (0,0018)	0,3824*** (0,0125)	0,4104*** (0,0180)
Número de Parcelas	39.794	14.374	2.723	1.810

(Desvio padrão entre parênteses)
* : p < 0,05 ** : p < 0,01 *** : p < 0,001.

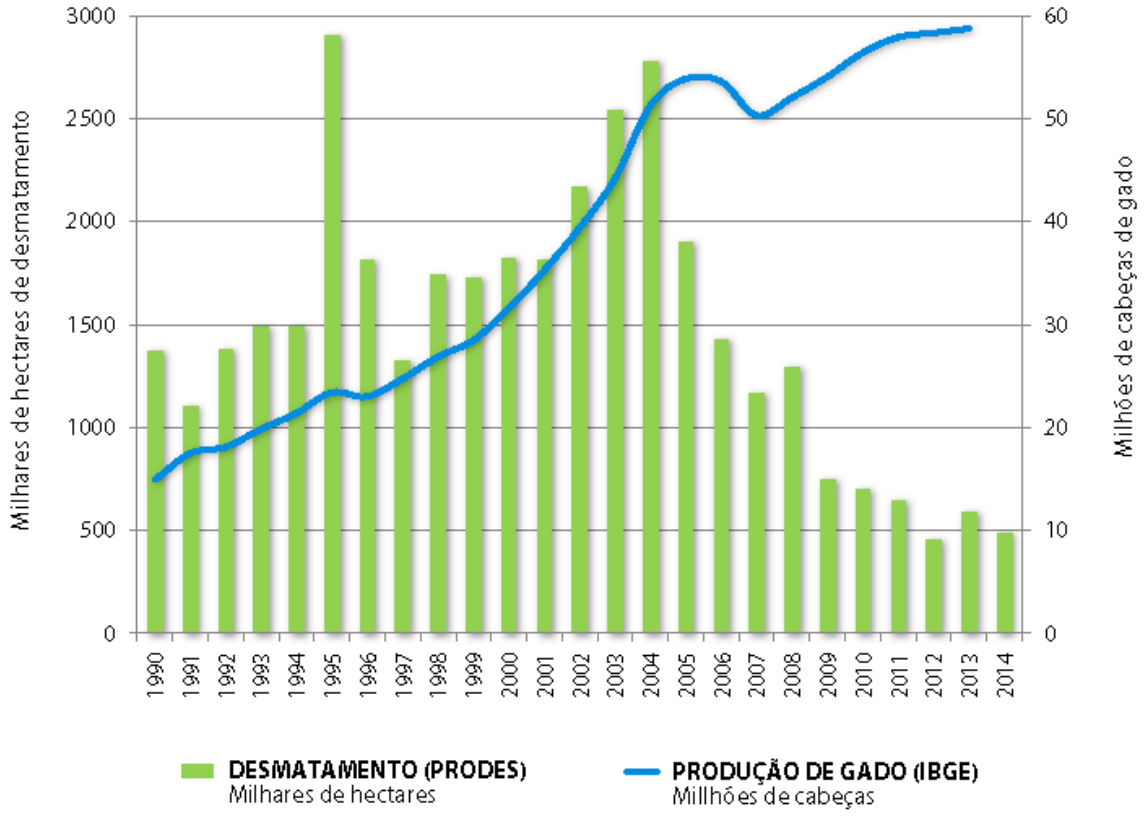

Figura S1. Tendências da produção de gado bovino e desmatamento no Bioma Amazônia (PRODES 2014; IBGE 2014)

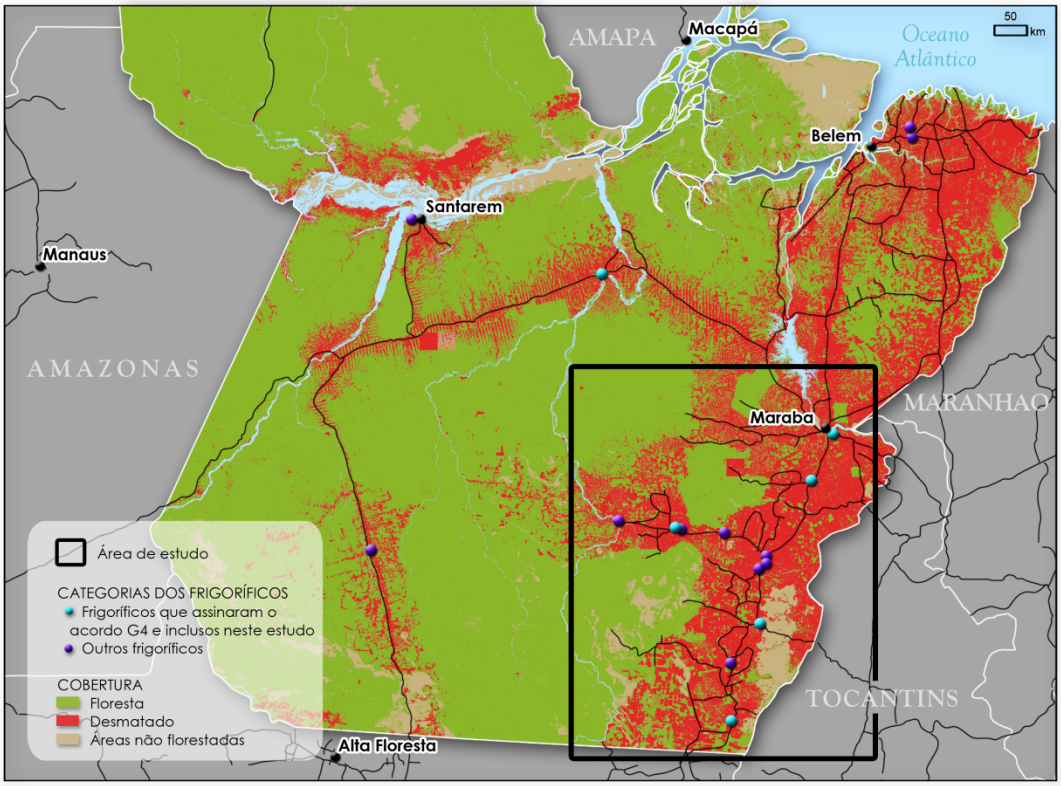

Figura S2. Localização da região do estudo no sudeste do estado do Pará. A figura mostra somente os frigoríficos com inspeção federal (SIFs). Frigoríficos com inspeção estadual ou municipal não foram incluídos.

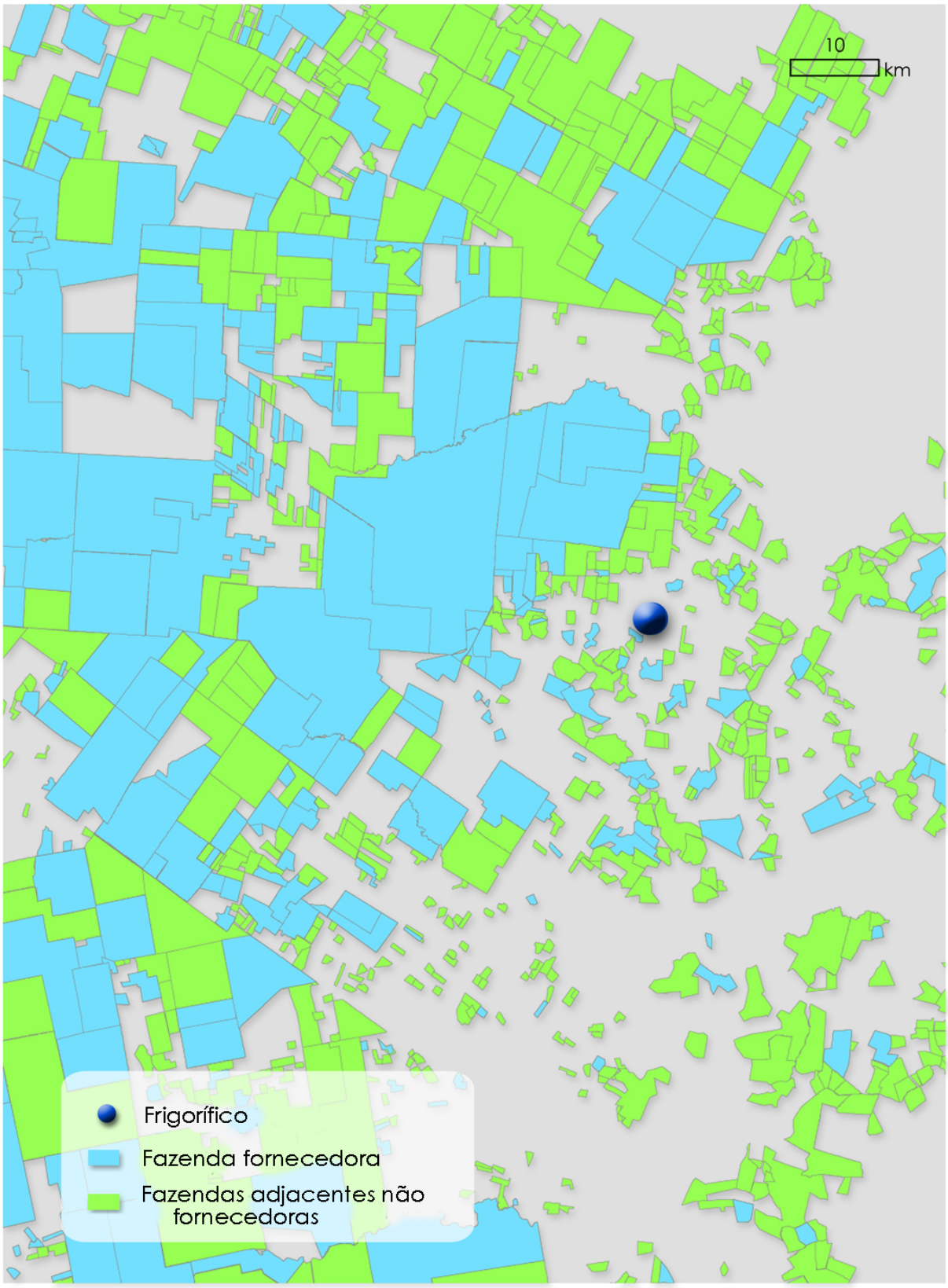

Figura S3. Exemplo de limites de propriedade da base de dados do CAR para fazendas fornecedoras e propriedades vizinhas não fornecedoras.

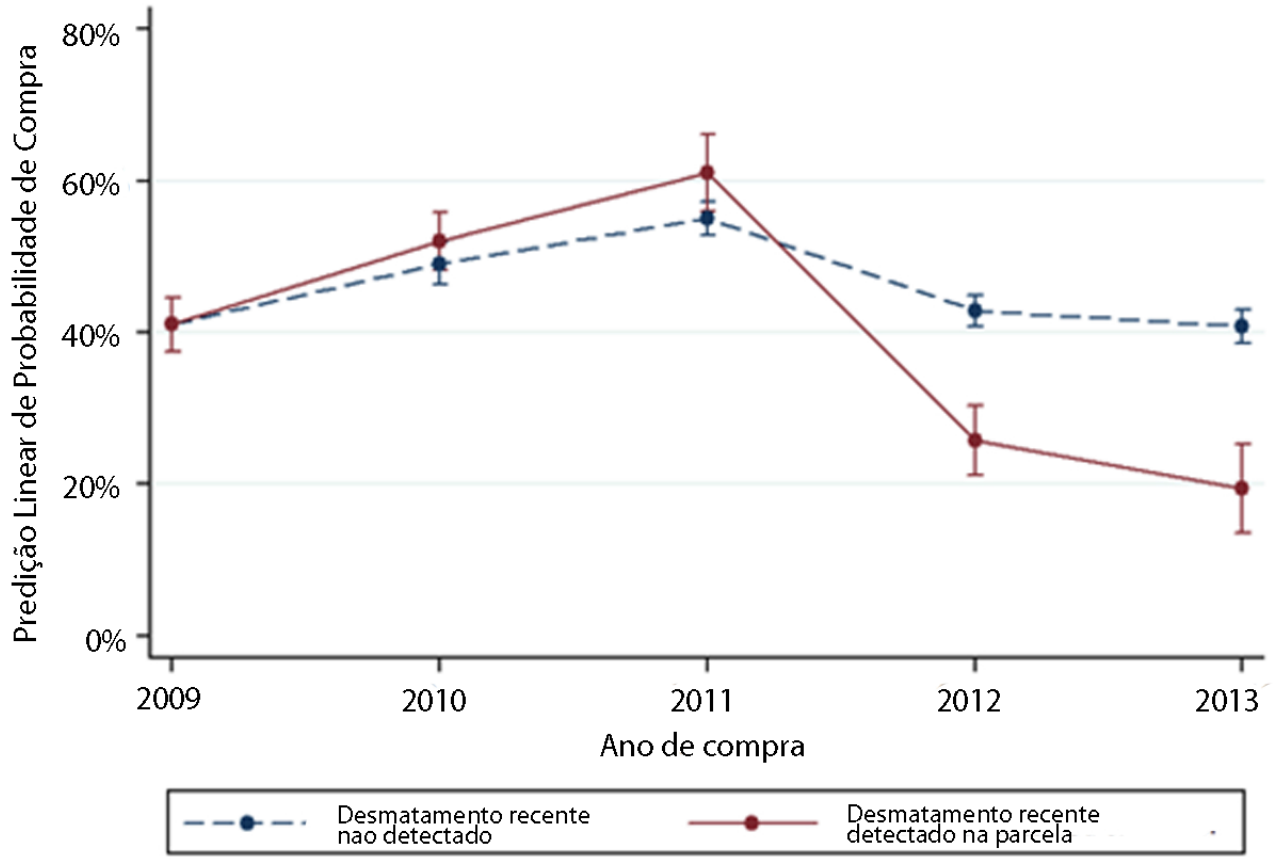

Figura S4. O efeito de desmatamento recente na probabilidade de compra dos frigoríficos. Os resultados de análise em painel mostram que era significantemente menos provável que os frigoríficos do JBS fizessem compras de propriedades com desmatamento recente até 2012 ($p<0,001$). Antes dos acordos, desmatamento não teve impacto significante na seleção de compras. Pelo menos uma parte do desmatamento avaliado por nossos modelos para 2010 e 2011 ocorreu antes dos acordos; 2012 é o primeiro ano em que esperaríamos uma resposta completa. O gráfico baseado na amostra de Modelo 4 apresenta outra maneira de visualizar os resultados em Figura 3 (Tabela 1; Tabela S3).