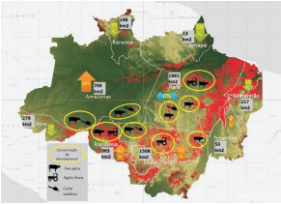
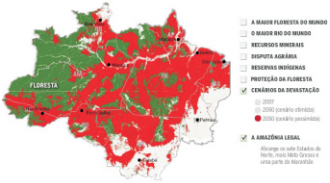
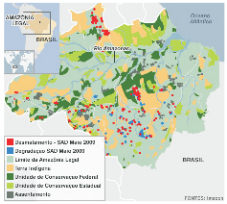
e·&e
Economia e Energia

Nº 95
Abril - Junho
2017 Ano XXI







Acompanhamento da evolução do desflorestamento da Amazônia usando modelagem matemática simples

José Israel Vargas, Rafael Grandsire, Carlos Feu Alvim.

As metas brasileiras para as emissões

Carlos Feu Alvim e Olga Mafra.

Economia e Energia
Revista

***Revista* - Economia e Energia e·&e Economy and Energy**
Editor Chefe: Carlos Feu Alvim [feu@ecen.com]

Economia e Energia – http://ecen.com.br

Nº 95, Abril/Junho 2017
ISSN 1518-2932 Disponível em: http://ecen.com.br e http://ecen.com (números anteriores)

Palavra do Editor

O desflorestamento da Amazônia é um fenômeno econômico-social complexo que torna atrativa uma análise ao longo do tempo com auxílio de uma curva em S. Em uma primeira fase desse processo, prevaleceu a motivação econômica de desmatar que predominou até que uma reação social pôs travas ao processo. Justamente porque é um fenômeno complexo, o tempo de resposta a uma mudança de tendência enfrenta uma inércia considerável que se reflete no comportamento do desflorestamento acumulado.

O Brasil assumiu importantes compromissos na Conferência do Clima da ONU realizada em Paris através da chamada iNDC (*Intended Nationally Determined Contribution*), entre eles, o de reduzir o desmatamento ilegal a zero e compensar o desmatamento legal.

Esses compromissos na área do clima não vêm merecendo o debate adequado em nosso País. As implicações econômicas são raramente discutidas pela sociedade, não obstante alguns documentos consistentes que o próprio Governo tem colocado para discussão. É o caso, por exemplo, do "Documento-Base para Subsidiar os Diálogos Estruturados sobre a Elaboração de uma Estratégia de Implementação e Financiamento da Contribuição Nacionalmente Determinada* do Brasil ao Acordo de Paris" que ainda está aberto a sugestões.

O problema é que neste tipo de consulta, quando não existe uma posição bem estruturada, dos que são contrários a algumas medidas, o almejado diálogo não acontece realmente. Posições como a dos ruralistas que se movimentam agora contra as restrições ao desflorestamento não aparecem no debate público prévio a decisões importantes como as envolvidas na iNDC apresentada pelo Brasil na Conferência da ONU sobre o Clima. Para que esses setores pudessem participar efetivamente do tipo de diálogo proposto, seria necessário que sua posição estivesse bem estruturada do ponto de vista econômico, social ou mesmo político.

A consequência, é que o Brasil adere alegremente a compromissos internacionais sem que os setores atingidos realmente se manifestem, seja por desinteresse, seja pelo formato muito técnico do diálogo proposto. Depois, se surpreendem com as reações externas quando o País deixa de

cumprir uma meta ou, simplesmente, surgem sinais de reversão da notável redução de desflorestamento ocorrida nos últimos anos.

Por falta de unidade interna em torno dos objetivos traçados e de acompanhamento pela mídia do progresso atingido, todo o crédito da reversão no ritmo do desflorestamento amazônico e mesmo a singular conservação da floresta ao longo dos séculos, pareceu desaparecer pelo ralo.

Mesmo nacionalmente determinadas, o Brasil assume com a Declaração um compromisso internacional que será objeto de vinculação a empréstimos e até condicionante a acordos de cooperação ou de comércio internacional. É bom lembrar que, no caso do desflorestamento, a responsabilidade de oferecer compensações pelo desmatamento legal já foi assumida pelo Governo até 2030. Como, a partir daquele ano, também não é suposto desmatamento ilegal, caberá ao contribuinte ou ao empreendedor a responsabilidade por todas as medidas compensatórias, caso não existam os esperados recursos externos.

Carlos Feu Alvim

(*) Em boa hora, o MMA mudou o nome do documento em português de "pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada" para Contribuição Nacionalmente Determinada – CND com sigla mais próxima da internacional e sem o termo "pretendida¨ de difícil interpretação e duplo sentido. http://www.mma.gov.br/clima/ndc-do-brasil

Sumário

ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DO DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA USANDO MODELAGEM MATEMÁTICA SIMPLES 4
Resumo 4
Palavras Chave: 4
1 Introdução 5
2 Incorporação dos dados 2008 a 2015 6
3 Discussão 8
4 Uma Nova Onda de Desflorestamento? 15
5 Conclusão 18
AS METAS BRASILEIRAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E A CONTRIBUIÇÃO NACIONALMENTE DETERMINADA - CND DO BRASIL 21
Resumo 21
Palavras Chave: 21
1 As Emissões de GEE de 1990 a 2014 21
2 Emissões de GEE e o PIB 25
3 As Metas para Emissões de GEE para 1025 e 2030 28

Artigo::

ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DO DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA USANDO MODELAGEM MATEMÁTICA SIMPLES

José Israel Vargas, Rafael Grandsire e Carlos Feu Alvim

Resumo

Repete-se aqui a análise realizada em 2012 dos dados de desflorestamento na Amazônia usando uma modelagem logística de Volterra e aplicada extensamente por Cesare Marchetti e José Israel Vargas. A queda no ritmo do desflorestamento pós Copenhagen superou as expectativas da análise anterior. Nos últimos anos, entretanto, houve uma retomada do desflorestamento levantando uma inquietude sobre o comportamento futuro.

Palavras Chave:

Amazônia, desmatamento, desflorestamento, modelagem logística, análise quantitativa.

1 Introdução

O desflorestamento de modo geral, mas em particular o da Amazônia, segue sendo o foco principal das preocupações ambientais, no Brasil. Sua evolução foi abordada no N° 86[i] dessa revista com auxílio de uma modelagem matemática simples como um fenômeno que estaria em fase de saturação, assumindo a forma de uma curva em S e, tendendo a um valor um pouco inferior ao previsto inicialmente quando não havia compromisso explícito brasileiro com a contribuição do País em conter o efeito estufa.

O Brasil se comprometeu na iNDC (*Intended Nationally Determined Contribution*), cujo título completo em português é "Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima" [ii] a:

> "- fortalecer políticas e medidas com vistas a **alcançar, na Amazônia brasileira, o desmatamento ilegal zero até 2030** e **a compensação das emissões de gases de efeito de estufa provenientes da supressão legal da vegetação até 2030**";

Este comportamento deve ser monitorado para prevenir eventuais pressões que deslocariam o equilíbrio alcançado e poderiam desencadear um novo ciclo de desmatamento semelhante ao ocorrido nas últimas décadas que teve seu auge em torno da virada do século. Esta atenção é necessária já que, os resultados para os dois últimos anos (2015 e 2016) mostram aumentos de áreas desflorestadas nesses anos na Amazônia Brasileira. Recentemente, foram propostas medidas de afrouxamento das restrições ao desmatamento, como a da MP, aprovada pelo Senado em 25 de maio de 2017 e vetada pelo Presidente Temer, que alterava os limites da Floresta Nacional do Jamanxim. Isso pode sinalizar uma tendência de negligenciar restrições ao desmatamento e comprometer as metas voluntárias apresentadas pelo Brasil em Paris, dando início a um novo ciclo de desflorestamento na Amazônia. Essa região tem importante papel, tanto no que diz respeito às mudanças climáticas, a nível global, quanto na presumida extinção da imensa biodiversidade regional que, estima-se, seja a mais rica do planeta.

2 Incorporação dos dados 2008 a 2015

Os dados do trabalho anterior alcançavam o ano de 2007 e nesta revisão, foi possível incorporar dados de desflorestamento até 2016 (valor preliminar para o último ano). Os dados sobre o desmatamento da Amazônia Legal, levantados pelo INPE e pela EMBRAPA[iii], são mostrados na Figura № 1 e mostram uma sensível redução nos últimos sete anos. O dado para 1988 representa a média avaliada de 1977 a 1988 e o último ano mostrado (2016) é uma avaliação preliminar.

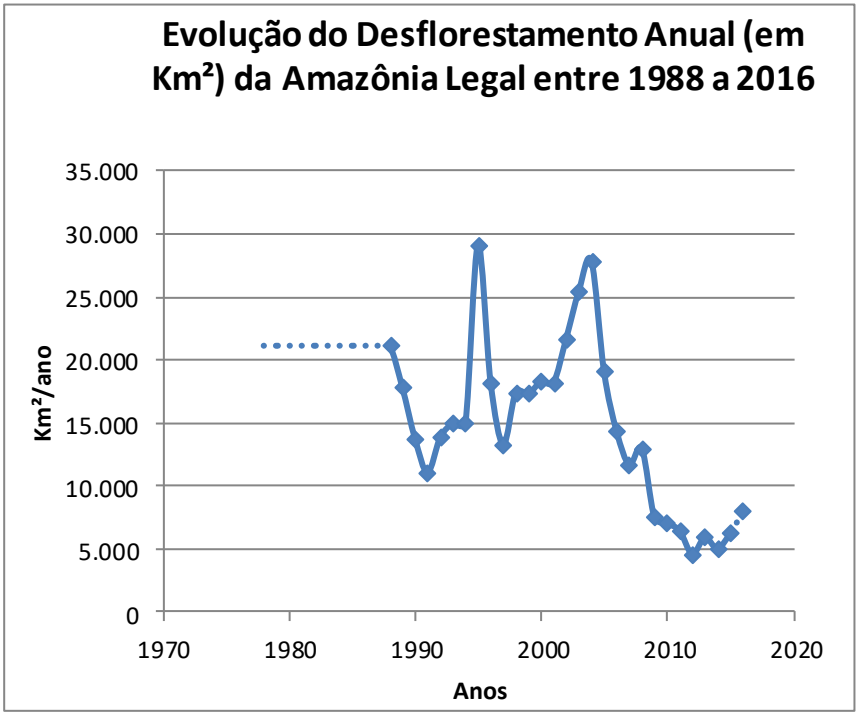


Figura 1: Evolução do desflorestamento anual da Amazônia Legal

Existe, na comunidade científica nacional e internacional, uma atenção especial com a evolução do desflorestamento na região amazônica que, segundo avaliações feitas pelo governo, chegou a ser

a principal responsável pela contribuição brasileira aos gases de efeito estufa. Além de sua contribuição no aquecimento global, estima-se que a destruição da floresta tenha influência marcante no clima do continente como um todo e, particularmente, no regime pluvial de nosso país.

O tratamento destes efeitos vinha sendo predominantemente qualitativo, até 1989, quando se iniciou a fotointerpretação de imagens obtidas pelo satélite *Landsat* 5, pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Esse trabalho contribuiu para a elaboração da Comunicação Nacional para a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima da Comunicação do Brasil, em 1994[iv]. Segundo este relatório, a contribuição do desmatamento, ocorrido até então (470 mil km^2), responderia por cerca de 50% das emissões de gases causadores do efeito estufa pelo Brasil.

A. P. Aguiar et al.[v], em trabalho conjunto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e do Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG, estimaram as emissões de CO_2 por desmatamento na Amazônia Brasileira utilizando um modelo matemático que combina mapas anuais de novas áreas desmatadas com informações espacialmente explícitas sobre a distribuição da quantidade de biomassa nos diferentes tipos de vegetação do Bioma Amazônia. O modelo leva também em conta as diferenças inter-regionais em termos de biomassa, com a localização dos desmatamentos, e considera suas diferentes etapas, a saber: o corte, a queima no solo, a decomposição das raízes e as queimadas nos anos sucessivos, subtraindo-se o que foi acumulado com o crescimento e corte da vegetação secundária.

Segundo os dados anuais do INPE, disponíveis anualmente a partir de 1988, e considerando-se a estimativa, acima mencionada, do total acumulado até 1994, o total desmatado da região amazônica até 2015 é de 777 mil km^2, correspondentes a 18,9% da área total da Amazônia (estimada em 4,109 milhões de km^2) [vi].

Usando dados até 2015, estima-se aqui que a área desflorestada ao final do processo seria de cerca de 0,88 milhões de km^2. Este valor resulta do melhor ajuste dos dados definitivos disponíveis (até 2015) e usando a metodologia descrita em edição anterior que usou dados até 2007 (E&E № 86). A estimativa deste

trabalho, desenvolvida a seguir, é inferior à apresentada naquela edição que era de 1,11 milhão de km^2. Nesta reavaliação, foram também corrigidos dados do desmatamento acumulado apurados pelo INPE.

Se os dados sobre o desflorestamento mostram uma evolução positiva, a ação predatória sobre a biodiversidade ainda permanece largamente ignorada. Isto se deve não só à enorme variedade e complexidade desse bioma, mas também aos ainda limitados esforços científicos realizados para elucidá-la.

3 Discussão

Parece conveniente recordar que a metodologia descrita no trabalho anterior deriva do tratamento matemático dado à Teoria da Evolução e logo, à competição entre espécies vivas, por Vito Volterra, em seu famoso trabalho intitulado "*Leçons sur la théorie mathématique de la lute pour la vie*"[vii] e extensamente explorado por Cesare Marchetti no *International Institute for Applied System Analysis*[viii]. Aqui usaremos somente uma solução particular da equação diferencial não linear de Volterra, a chamada versão Malthusiana. Ela descreve a dinâmica da ocupação, por predadores, de uma área limitada fisicamente, em recursos de todos os tipos (ou em extensão), definindo assim o chamado nicho. Detalhes dessa abordagem encontram-se nas referências[ix].

A equação Malthusiana (1), apresentada abaixo:

$$dN/dt = aN.(N^* - N) \qquad (1)$$

mostra que a intensidade da ocupação (destruição) da floresta, por unidade de tempo dt (anual), é proporcional ao que já foi anteriormente desmatado, N, no tempo t e ao que resta a ser desmatado, N*- N, onde N* é o nicho total desflorestável no início do processo.

O *a* é uma constante de proporcionalidade, que mede a taxa de desflorestamento. A solução da equação (1) é conhecida como

equação logística (ou epidemiológica, por descrever corretamente a evolução temporal de epidemias)[x] e é expressa a seguir:

$$N(t) = N^*/[1+exp(at+b)] \qquad (2)$$

Chamando de F a fração de ocupação do nicho N*, ou seja, F = N/N*, ao correr do tempo t a equação logística assume a forma:

$$F/(1-F) = exp(at+b) \qquad (3)$$

sendo <u>*b*</u> um localizador temporal, como se pode ver em sua representação dita de Fisher-Pry, obtida extraindo-se o logaritmo natural de (3) e consequentemente linearizando a equação:

$$ln[F/(1-F)] = at + b \qquad (4)$$

As representações gráficas das equações estão mostradas mais adiante, para o caso em estudo. A equação (1) tem forma de sino e varia desde valores negativos próximos de zero (de fato, desde menos infinito), passa pelo valor máximo 0,5 do valor total, (considerado este igual a 1 ou 100%) e assume valores positivos próximos de 1 (de fato, valores positivos muito grandes), no seu limite superior. Ela é chamada de “curva da vida”, por descrever quaisquer processos evolutivos, que consistam de ações de nascimento, crescimento até um ápice, seguido por decréscimo e morte, com a cessação do processo; ou, alternativamente, descreve uma mutação inicial, a difusão competitiva (Darwinista) da nova espécie e seu crescimento, até à saturação do nicho, mediante sua ocupação completa por senectude final do referido organismo, ou do processo considerado, por falta de “alimento” no nicho; ou por pressão de forças socioeconômicas emergentes contrárias. No caso presente, supõe-se justamente que essas forças limitariam o nível de desmatamento tolerável que não seria o total da área original. Assim, o nicho a ser ocupado aqui considerado não é o total da área (cerca de 4 milhões de km^2), mas estaria limitado a cerca de 1 milhão de km^2.

No presente caso, para adequar os dados à representação das equações acima mencionadas, estimou-se inicialmente o desmatamento acumulado, considerando-se os dados mensais disponíveis e o valor acumulado para 1991. Em seguida, a partir de um valor tentativo do nicho N* a ser ocupado estimou-se a fração F=N/N* alcançada a cada ano, sendo N o total desmatado acumulado até o ano.

A equação (1) permite determinar avaliar o "nicho" a partir dos dados do desflorestamento anual (representação de dN/dt) e dos valores acumulados N de desflorestamento.

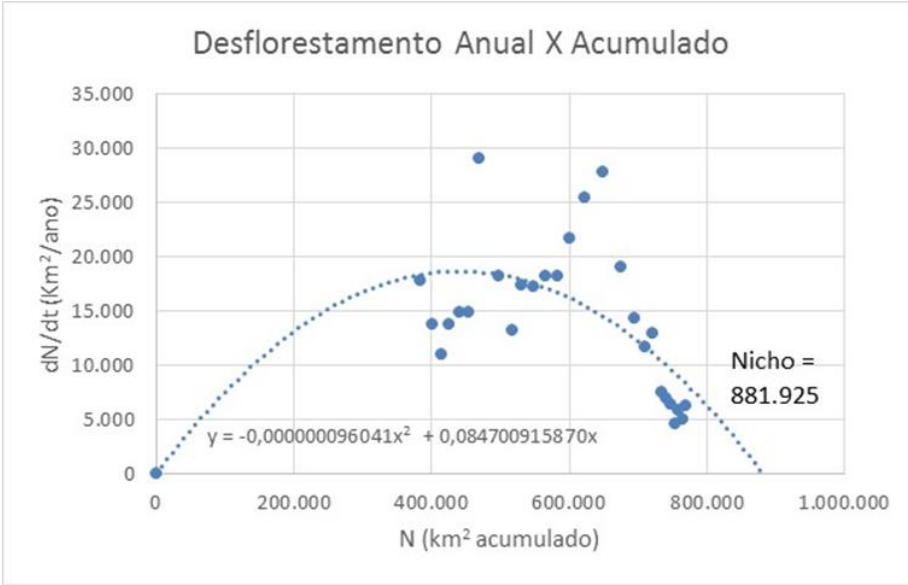


Figura 2: Determinação do Nicho N* usando-se ajuste para dados de dN/dt e N que correspondem ao desflorestamento anual e acumulado, respectivamente.

Os dados mostrados na Figura 2 permitem estimar o nicho em 882 mil km^2. Uma metodologia alternativa (usada no trabalho

anterior) é procurar o valor máximo ajustando um polinômio de segundo grau e identificar esse máximo com N*/2.

Coeficientes muitos semelhantes resultam do ajuste na representação *Fisher Pry* mostrada na Figura 3 que corresponde a representação da equação (4). O Melhor ajuste para a reta nesta representação determina o nicho de 891 mil km^2 para o desflorestamento limite e uma constante de tempo (de 10% para 90% de ocupação do nicho) Δ=48 anos. A representação abaixo usa o valor do nicho de 882 mil km^2, obtido usando a metodologia anteriormente mostrada e possui uma constante de tempo de 47 anos.

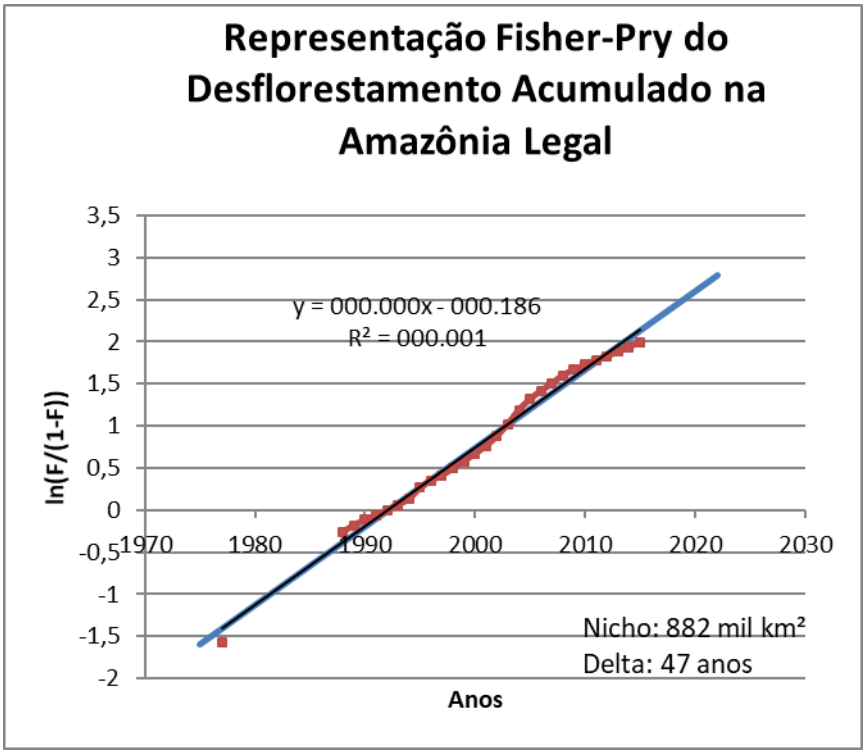


Figura 3: Representação *Fisher-Pry* da função logística do desmatamento da Floresta Amazônica (1977 – 2015).

A Figura 4 mostra os dados acumulados do desflorestamento em fração do nicho e em valores em km$^{2.}$

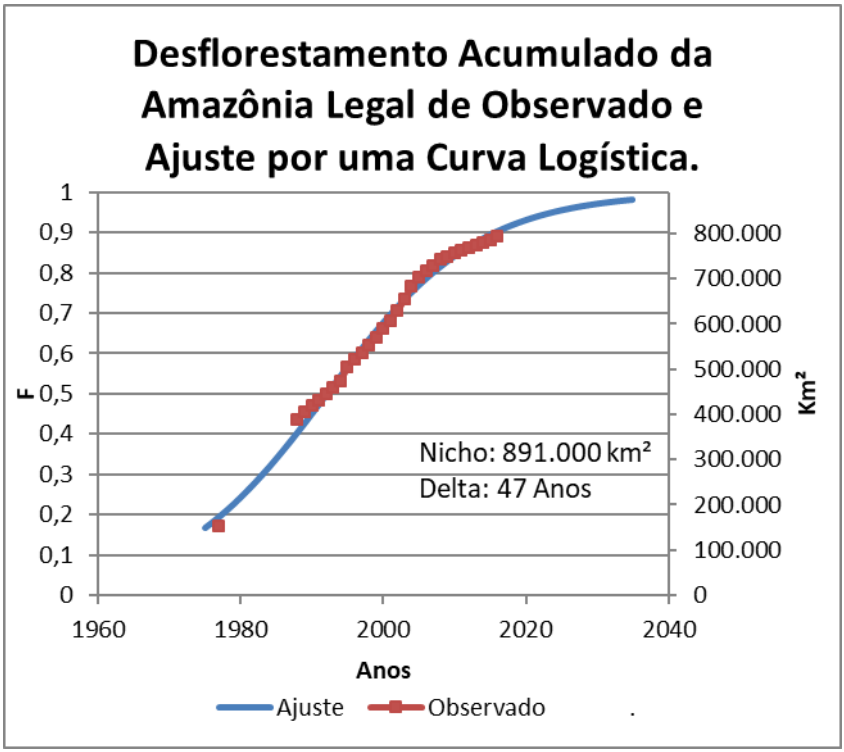


Figura 4: Desflorestamento acumulado e ajuste mostrando a tendência a limitação do valor desflorestado da Amazônia Legal

A tendência observada parece coerente com uma estabilização na área coberta pela Floresta Amazônica dentro do prometido pelas autoridades brasileiras na Conferência de Paris. Uma melhor ideia do que significa esse ajuste em termos de desflorestamento anual é o mostrado na Figura 5 que representa os valores anuais.

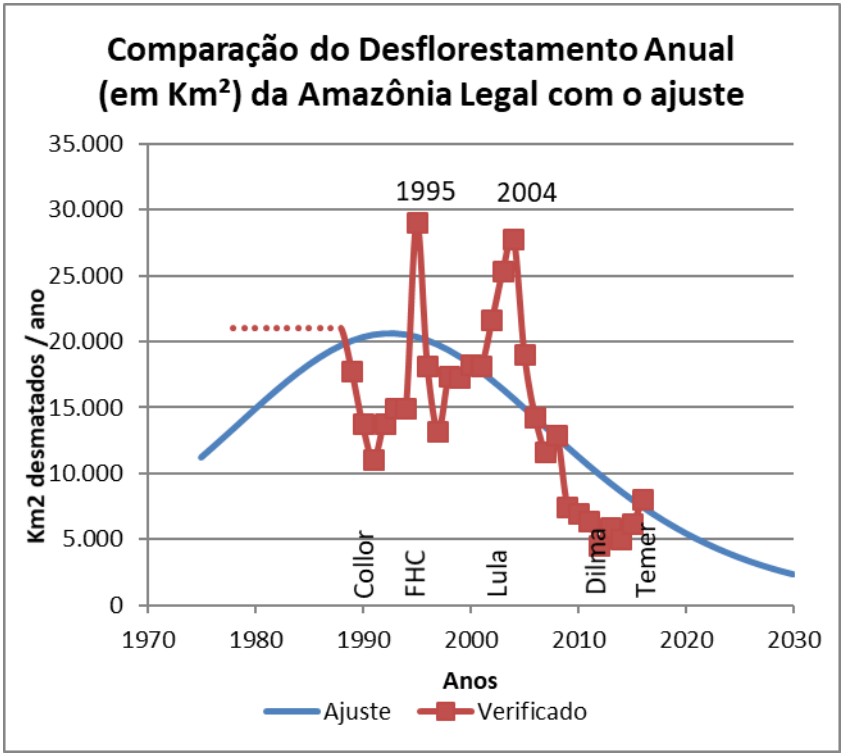


Figura 5: Comparação do desflorestamento mensal verificado com o ajuste logístico

A Figura 4 fornece uma melhor ideia da tendência do desflorestamento. A Figura 5 mostra as variações ocorridas que estão naturalmente muito sujeitas a circunstâncias econômicas e sociais. O ano de 1991 é o segundo do Governo Collor que apresentou forte recessão no primeiro ano. 1995 foi o primeiro ano do Governo FHC e 2004 o segundo do Governo Lula. 1994 e 2004 foram anos de crescimento econômico acima de 5% ao ano. A análise dos dados não permite, no entanto, obter uma clara correlação entre o crescimento econômico. Sabe-se que as mudanças de governo, principalmente quando envolvem mudança de tendência política,

costumam propiciar uma inércia nos mecanismos do Estado o que poderia reforçar os picos de 1995 e 2004, também relacionados aos da atividade econômica. Na circunstância vigente nestes dois anos, se confirmada a expansão do desmatamento, certamente deverá ser atribuída a controles mais frouxos uma vez que não estamos em período de expansão da atividade econômica.

O compromisso brasileiro da Conferência de Paris não fixa uma trajetória anual para o desflorestamento. A trajetória mostrada na Figura 5 pode ser considerada a "natural" para fenômenos complexos como o desflorestamento. Mesmo sendo mantido o compromisso, esperam-se oscilações em torno dessa trajetória. Em um sistema de equilíbrio dinâmico de forças socioeconômicas, isto pode ser encarado de forma natural e a apuração constante e a pronta publicação do que está acontecendo auxilia alcançar este equilíbrio.

4 Uma Nova Onda de Desflorestamento?

Pouco se comentou no Brasil sobre a retomada do desflorestamento verificada em 2015 e 2016 mostrada na Figura 5 previamente à viagem do Presidente Temer à Noruega. Só em 21/06/2017 a Folha de São Paulo[xi] comentou a tendência preocupante da política ambiental brasileira em virtude dos resultados para os dois últimos anos. A entrevista do ministro norueguês, na realidade, faz referências muito elogiosas aos resultados dos anos imediatamente procedentes. O episódio teve ainda maior destaque em virtude de pronunciamentos oficiais durante a visita presidencial.

Com efeito, os últimos anos, especialmente os dados preliminares para 2016 parecem mostrar uma retomada do desflorestamento. Oscilações ao longo de uma trajetória de estabilização já foram notadas em outros processos estudados e não significam obrigatoriamente uma mudança no processo geral. Neste caso foram bastante significativas como ilustram as Figuras 3, 4 e 5 que mostram que o desflorestamento oscilando em torno de uma tendência de longo prazo de ocupação de um nicho que corresponderia a cerca de um quarto da floresta original.

Um desdobramento da metodologia aqui apresentada já foi usado na análise de outros fenômenos de longo prazo, onde, como no

aqui tratado, intervêm muitos fatores e ocorrem oscilações em torno do ajuste da logística.

Consiste em aplicar a mesma metodologia aqui aplicada para aos dados globais (de longo prazo) a períodos mais restritos. Isso é feito dividindo-se o intervalo de tempo e ajustando uma curva logística a cada um dos ciclos observados.

A aplicação da metodologia ao ciclo observado entre 1992 a 2012 resulta em um ajuste muito bom como o mostrado na Figura 6.

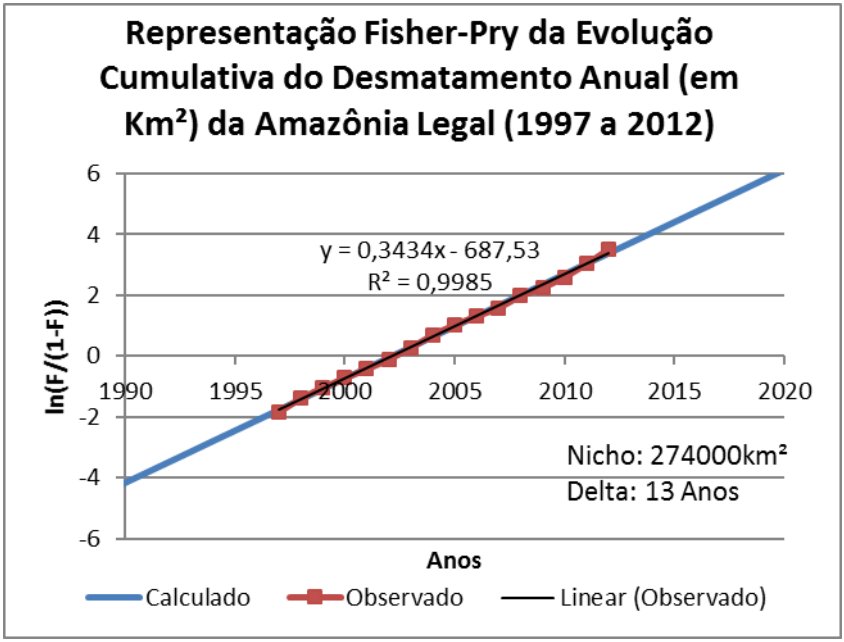


Figura 6: Ajuste dos dados entre 1997 e 2012

O resultado do ajuste é que o ciclo estudado já estaria encerrado e o valor acumulado em 2012 já representava 97% do nicho e o desmatamento anual esperado no ciclo tenderia rapidamente para zero. A Figura 7 mostra o ajuste em relação as emissões no período 1997/2012 e as que seguiram nos anos

2012/2016 que parecem indicar o início de um novo ciclo ou oscilação.

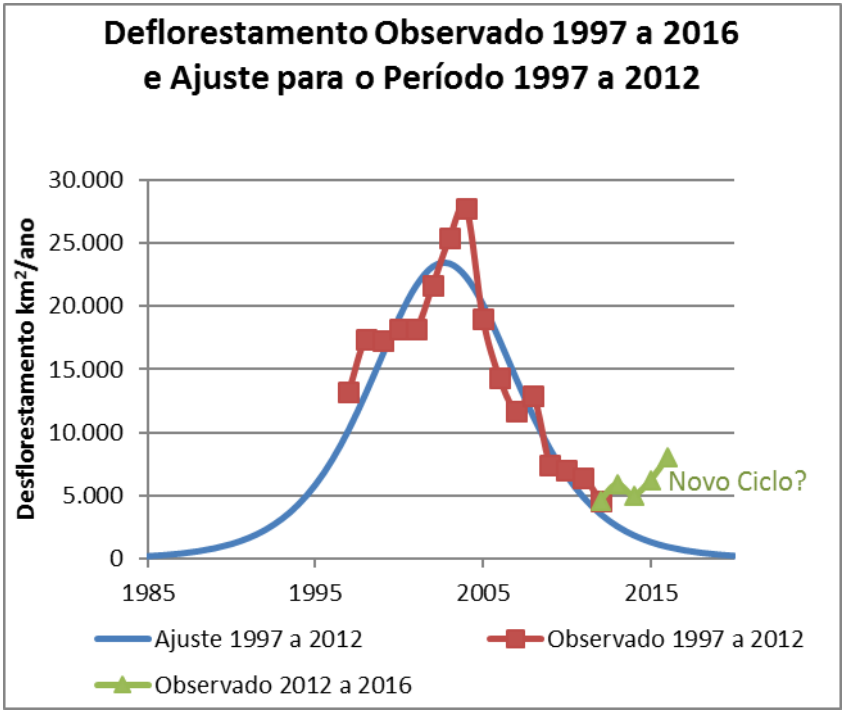


Figura 7: Dados Observados do desflorestamento anual e ajuste para o período 1997 e 2012

Como pode ser observado, o ajuste logístico é capaz de oferecer uma boa descrição para o ciclo observado. No caso, não foi possível identificar um padrão nos ciclos anteriores que pudesse ser útil para a previsão de um próximo.

5 Conclusão

O desflorestamento da Amazônia Brasileira vinha sendo paulatinamente reduzido e constitui um fenômeno que pode ser, em sua tendência global, reproduzido no longo prazo por uma modelagem matemática simples. O processo está sujeito a variações anuais que precisam ser monitoradas. Uma reversão de tendência é possível se for modificado o atual equilíbrio socioeconômico que levou à Política Ambiental que, em termos de contenção do efeito estufa, foi resumida na "Pretendida Contribuição Nacional Determinada" mais conhecida pela sigla em inglês iNDC que o Brasil apresentou na Conferência do Clima da ONU em Paris em 2016 e que foi recentemente ratificada pelo Brasil;

O objetivo deste trabalho foi apenas modelar o que vem ocorrendo. O modelo possibilitou identificar uma tendência de longo prazo de ocupação de um nicho que corresponderia ao desmatamento de cerca de ¼ da floresta original. Foram identificadas oscilações ou ciclos em torno dessa tendência que merecem ser melhor estudados para subsidiar uma melhor compreensão do que vem ocorrendo. Uma política para a Amazônia, deveria explicitar os objetivos a serem alcançados de maneira que o País pudesse dispor de um planejamento onde os recursos naturais da região fossem usados para alcançar um equilíbrio realmente sustentável dos pontos de vista ecológico, social e econômico. Desse mapeamento é que deveria surgir o conjunto de metas. No caso do desflorestamento, as rígidas metas estabelecidas pela iNDC brasileira parecem satisfazer apenas um dos pontos de vista, o que, normalmente, conduz a não sustentabilidade no alcance das metas.

Referências

[i] Vargas J. I. e Gorgozinho, P. M. Modelagem Matemática Simples do Desmatamento da Amazônia 2012 em http://eee.org.br/wp-content/uploads/2017/02/eee86p.pdf

[ii] GOVERNO BRASILEIRO. Pretendida Contribuição Nacional para Consecução do Objetivo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima. Brasília, 2016 em http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf .

[iii] PRODES/IMPE-EMBRAPA Taxas anuais do desmatamento - 1988 até 2016: Taxa de desmatamento anual (km2/ano) em http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2016n.htm

[iv] Governo Brasileiro: Comunicação Nacional para a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Brasilia, 1994. em http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706391/205854.pdf/5eadb8ca-f316-49ec-9dd1-7ba80754b20d.

[v] Aguiar, A. P.; Ometto, J. O.; Nobre, C.; Câmara, G.; Longo, K.; Alvalá, R., Araujo, R. J.; Soares, V.; Vareliano, D.; Almeida, C.; Vieira, I. e Almeida, A. Estimativa das Emissões de CO2 por desmatamento na Amazônia Brasileira; Relatório Técnico Sintético INPE, 2009.

[vi] Marta Salomon e Tânia Monteiro, Maior parte de área desmatada da Amazônia virou pasto, Estado de São Paulo, 03/09/2011 citando relatório Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) apresentado ontem ao Palácio do Planalto no dia anterior. http://www.estadao.com.br/noticias/geral,maior-parte-de-area-desmatada-da-amazonia-virou-pasto-mostra-estudo-imp-,767823

[vii] Volterra, V.; Leçons sur la théorie mathématique de la lute pour la vie. Paris, Gauthier-Villars, 1931.

[viii] Marchetti, C.; A Forecasting Model for Research and Innovation Activities in Selected Areas: A Support for Strategic Choices, 1991. International Institute of Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

[ix] Goel, N. S.; Maitra, S. C.; Montroll, E. W.; On the Volterra and Other Nonlinear Models of Interacting Populations. Reviews of Modern Physics, 1971, 43(2), 231-276.

Vargas, J. I.; A Prospectiva tecnológica: a previsão com simples modelo matemático. Economia e Energia, nº 45 (julho/agosto de 2004) e nº 46 (setembro/outubro de 2004) em http://ecen.com/eee45/eee45p/ecen_45p.htm

[x] Vargas, J. I.; Ferreira, O. C.; Alvim, C. F.; Corgozinho, P. M.; Tratamento Logístico das Ocorrências Anuais de Dengue no Rio de Janeiro (1985 - 2008); Economia e Energia, nº 71 (dezembro 2008/janeiro 2009). Em http://ecen.com/eee71/eee71p/dengue_no_rj.htm

[xi] Vemos tendências preocupantes, diz ministro norueguês do ambiente. Folha de São Paulo 21/02/2017 em http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2017/06/1894546-noruega-critica-politica-ambiental-de-temer-as-vesperas-de-visita-oficial.shtml

AS METAS BRASILEIRAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E A CONTRIBUIÇÃO NACIONALMENTE DETERMINADA - CND DO BRASIL

Carlos Feu Alvim, Olga Mafra

Resumo

O Brasil apresentou suas metas para emissões de gases de efeito estufa através da Contribuição Nacionalmente Determinada. As metas são apresentadas pelos principais itens que compõem o Inventário Nacional.

O expressivo resultado alcançado no desflorestamento criou a falsa impressão de que se pode conciliar facilmente a queda das emissões com o crescimento econômico. Nos outros itens, a emissão continuou a crescer. Aborda-se o problema da falta de discussão dos setores interessados na fixação de metas que podem travar o desenvolvimento.

Palavras Chave:

Efeito estufa, GES, gases de efeito estufa, desflorestamento, desmatamento, emissões, desenvolvimento econômico

1 As Emissões de GEE de 1990 a 2014

O Brasil apresentou em sua (pretendida) Contribuição Nacionalmente Determinada - CND uma perspectiva de redução das emissões ambiciosa conforme solicitada para os Países para a Conferência de Paris. Neste documento, mais conhecido pela sigla em inglês iNDC (*Intended Nationally Determined Contribution*), cada país apresentou as medidas pretendidas para contribuir com o objetivo de de limitar em 2°C o aumento da temperatura atmosférica mundial. O Brasil

apresentou em sua Declaração as metas e medidas pretendidas nos horizontes de tempo 2025 e 2030. [1]

Os resultados apresentados para as emissões (até 2014) estavam em bom acordo com o também ambicioso esforço prometido na Conferência do Clima de Copenhagen em 2009. O Ministério de Meio Ambiente MMA, no pós-Conferência de Paris, eliminou o termo "pretendida" sob a alegação de que, após a retificação, as ações e medidas propostas passaram a ser um compromisso. A interpretação é discutível uma vez que a contribuição brasileira só se tornará efetiva quando for concretizada. Em todo caso, tem o mérito de evitar o termo "pretendida" que sempre exigia explicações sobre seu significado e guarda um incômodo duplo sentido"[2].

A Figura 1 mostra o resultado alcançado relativo às emissões com destaque ao êxito na contenção do desflorestamento, principalmente na Região Amazônica, abordado nesta edição da E&E.

É fácil perceber que as emissões atribuídas ao item Floresta e Usos da Terra parecem de natureza bem diferente que as demais representadas pelo item "Outros". Enquanto as demais têm um ritmo de crescimento que pode-se supor diretamente ligado à atividade econômica, as emissões fundamentalmente ligadas ao desflorestamento tem outra dinâmica.

---

[1] "O Brasil apresentou em 2015 sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) ao Acordo de Paris. Com o depósito do instrumento de ratificação do acordo pelo País, em setembro de 2016, a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil deixou de ser "pretendida". O Brasil assumiu, pelo acordo, o qual entrou em vigor no plano internacional em 4 de novembro de 2016, o compromisso de implantar ações e medidas que apoiem o cumprimento das metas estabelecidas na NDC http://www.mma.gov.br/clima/ndc-do-brasil em 29/06/2017

[2] Entre as significações da palavre registrada no Dicionário Aurélio está: "Afirmar, sustentar ou asseverar (sem fundamento)" https://dicionariodoaurelio.com/pretendida em 29/09/2017

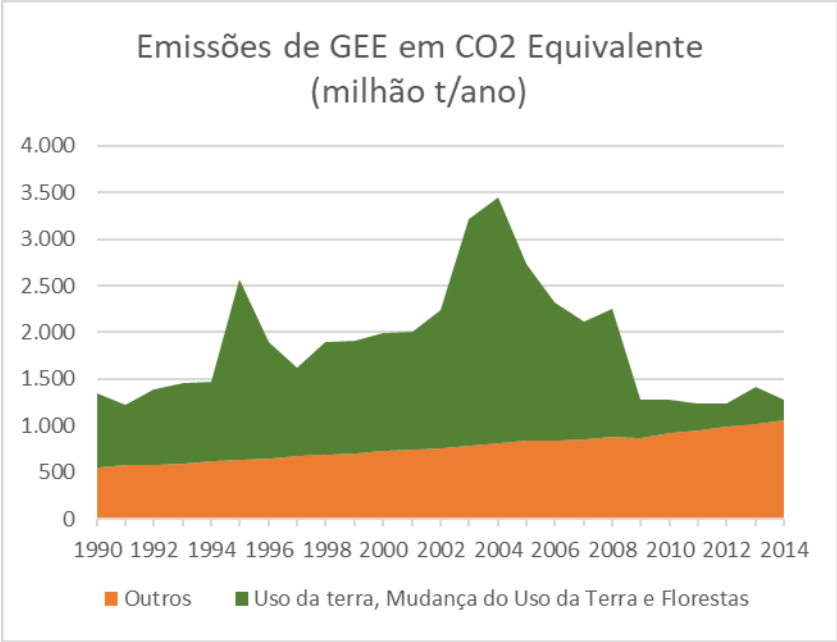


Figura 1: Emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE de Florestas e Usos da Terra e das demais atividades (Outros)

O desflorestamento, como foi tratado no artigo específico incluído neste número, poderia guardar alguma relação com a atividade econômica através da taxa de seu crescimento do PIB. Foi apontado na E&E 86[I] que, em alguns anos, o crescimento da atividade econômica parecia associado aos picos de crescimento observados no desflorestamento. Se a supressão da floresta se dá por pressão da expansão de atividades econômicas como a extração de madeira, a mineração, a agricultura e a pecuária, o desflorestamento poderia estar ligado a movimentos de expansão do PIB fazendo parte do "investimento" para a expansão dessas atividades. Não foi possível, no entanto, encontrar correlação significativa entre o crescimento do PIB do país e o desflorestamento, mesmo considerado alguma defasagem entre as duas variáveis. Como as emissões relativas a florestas e uso da terra seguem de perto o desmatamento da Amazônia, não foi também identificada uma

relação direta entre o crescimento do PIB e das emissões. Essas duas grandezas estão representadas na Figura 2.

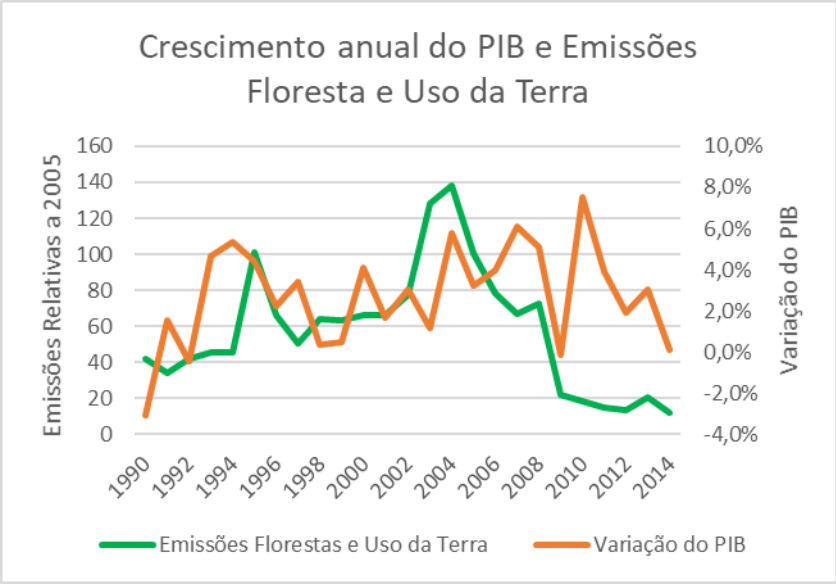


Figura 2: Crescimento anual do PIB e emissões de GEE relativas a 2005

O inventário nacional apresenta as emissões na classificação:

- Agropecuária
- Energia
- Processos Industriais
- Tratamento de Resíduos
- Uso da terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas

Os quatro primeiros itens correspondem ao “Outros” e a participação na emissão dos itens (ou setores) é indicada na Figura 3 ao longo do período;

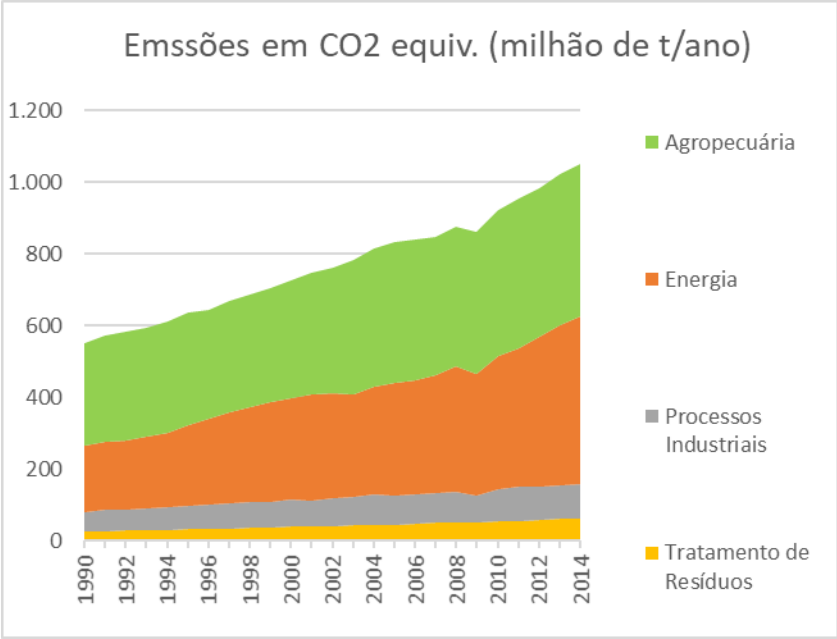


Figura 3:Emissões de setores não diretamente ligados às florestas e uso do da terra

Os setores representados na Figura 2 têm um comportamento crescente e é interessante estuda-los referidos ao PIB. O desacoplamento entre as emissões e o PIB é o resultado desejado das políticas relativas às emissões. Se esse desacoplamento não for alcançado e se forem fixadas metas rígidas absolutas para as emissões isso significaria limitar o crescimento e o bem-estar da população. Em países onde o nível de renda é ainda considerado insuficiente como o Brasil isto não seria aceitável.

2 Emissões de GEE e o PIB

Uma boa maneira de verificar o desejado desacoplamento entre emissões e PIB é estudar o comportamento das emissões de GEE / PIB.

Na Figura 3 estão representados os valores de emissões de gases de efeito estufa por PIB (medido em paridade de poder de compra PPP em US$ de 2010). O comportamento Emissões de GEE / PIB PPP atenua as oscilações anuais quando comparado com o dos valores absolutos, mostrada na Figura 1 e mostra os quatro primeiros itens com ums intensidade de emissões bastante estável ao longo do tempo.

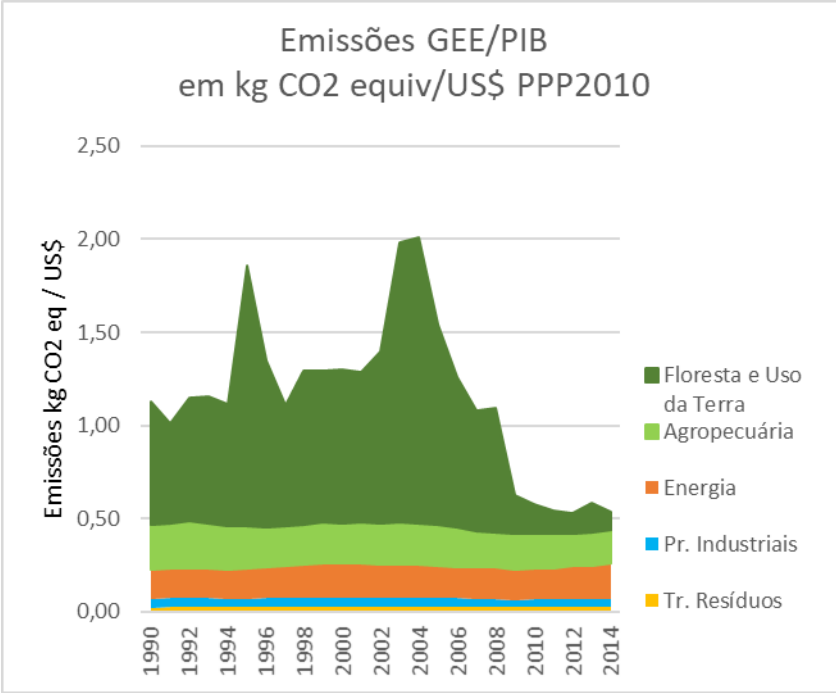


Figura 4: Emissões de GEE em equivalente a CO2 por unidade de PIB (intensidade de emissões)

Os dados das emissões de gases de efeito estufa, convertidos para equivalente de CO_2 são os do sistema Sirene do MCTICII e os dados do PIB em PPP (sigla inglesa de paridade de poder de compra) foram obtidos da base de dados do Banco Mundial[III], os publicados no portal do IPEADATA[IV], para os últimos anos, tomam-se os valores do

crescimento real do PIB anual ou inferido a partir dos dados quadrimestrais publicados pelo IBGE, disponíveis no mesmo portal.

O que diz o comportamento da intensidade de emissões, mostrada na Figura 4, é que não houve, o propalado desacoplamento das emissões e o PIB no Brasil, quando se exclui o desflorestamento.

A queda da intensidade das emissões de GEE vem ocorrendo em muitos países desenvolvidos por um conjunto de razões que incluem, as energias renováveis, os avanços tecnológicos e a melhor gestão energética (principalmente conservação). Existe um lado menos salientado na divulgação desse sucesso relativo a mudança da composição do PIB (maior participação de serviços), a mudança do perfil de consumo de combustíveis fósseis em favor do gás natural, matriz dos energéticos (substituição de carvão e derivados de petróleo por gás natural) e o deslocamento de parte da produção para países menos desenvolvidos embutida na globalização.

No Brasil, esgotados os ganhos no desflorestamento, também é difícil avançar em uma matriz energética que já é das mais limpas do mundo. A redução de intensidade de emissões terá que ser feita atuando sobre a eficiência já que não se estima um grande avanço na participação dos serviços que já está próxima da dos países desenvolvidos. Na agricultura e sobretudo na pecuária há margens para redução da emissão de metano.

A Figura 5 mostra ainda que o ponto de referência adotados para as metas (2005), é de uma intensidade elevada para as emissões totais e as ligadas a florestas e uso da terra mas que nas outras atividades é muito próximo aos níveis atuais para as outras atividades.

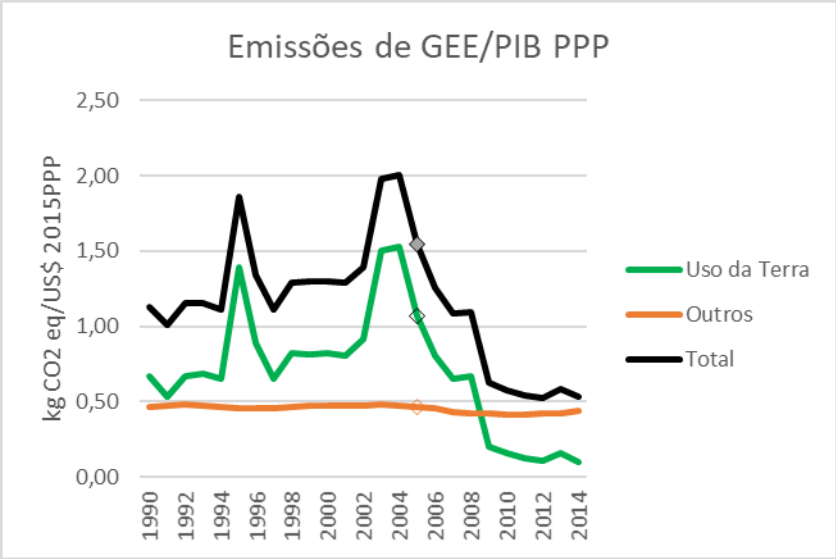


Figura 5: Intensidade de emissões relativa ao PIB e ponto de referência para as metas estabelecidas

3 As Metas para Emissões de GEE para 1025 e 2030

A métrica proposta para a iNDC brasileira foi baseada na equivalência em CO_2 Global Warming Potential para o período de 100 anos (GWP-100). Os valores do Inventário, elaborado pelo MCTIC, usam os valores do 5º Relatório de Avaliação do IPCC (AR-5) as vezes referido como GWP-1995. Os gráficos das Figuras 1 e 2 foram expressos na equivalência adotada pelo MCTIC.

As metas estão resumidas na Tabela 1, conforme documento do MMA Bases para a Elaboração da iNDC Brasileira[v]. As metas da iNDC apresentadas na Conferência de Paris são concordantes com os dados do MMA.

Podem-se observar diferenças entre os valores das duas equivalências nas duas colunas relativas a 2005. Também o documento

final da iNDC brasileira adotou os valores propostos pelo MMA e adotado na iNDC brasileira Inclui remoção em Unidades de Conservação e Terras Indígenas. Para se ter uma ideia de como as metas propostas alteram a tendência observada, considerou-se neste trabalho que a variação relativa das emissões em GWP 1995 (dados do MCTIC) seria a mesma da considerada na Tabela 1 para os dados em GWP 100, sem considerar a remoção das Unidades de Conservação e Terras Indígenas. Os valores do crescimento do PIB foram inferidos dos percentuais de redução das emissões por PIB e das emissões assinaladas na Tabela 1.

Tabela 1: Emissões por Setor em mil t CO2e/ano e Metas Brasil

	1990	2005	2005*	2025	2030
Energia	194	332	313	598	688
Agropecuária	356	484	392	470	489
Floresta e Uso da Terra					
Emissão	826	1.398	1.905	392	143
Remoção		211		274	274
Líquido		1.187		118	-131
Processos Industriais	48	77	81	98	99
Tratamento de Resíduos	12	54	45	61	63
Total	1.436	2.134	2.736	1.345	1.208
Total sem remoção	1.436	2.345	2.736	1.619	1.482
Redução Emissões GEE**				37%	43%
Redução Emiss./ PIB**				66%	75%
Crescimento do PIB**				85%	126%

Valores MMA em mil t CO2e/ano Equivalência GWP 100 (AR5)
(*) Valores do MCTIC em Equiv CO2 GWP 1995 (SAR)
(**)Valores Relativos a 2005

Os valores dos anos de referência e os projetados são mostrados na Tabela 2 na equivalência GWP.1995 usada no inventário. Os valores das metas são proporcionais às assinaladas para a equivalência GWP 100 (AR5) usada na iNDC.

Tabela 2: Valores do Inventário e projetados em GWP 1995

	Agropecuária	Energia	Pr. Industriais	Tr. Resíduos	Floresta Uso da Terra	Total
Intensidades de Emissões kg de CO2 equiv; / US$ 2010 PPP						
2005	0,221	0,176	0,046	0,026	1,073	1,542
2014	0,176	0,195	0,039	0,026	0,097	0,533
2025	0,116	0,171	0,031	0,016	0,162	0,496
2030	0,099	0,161	0,026	0,013	0,048	0,348
Metas de Redução de Intensidade relativas a 2005						
2025	-48%	-3%	-31%	-39%	-85%	-68%
2030	-55%	-8%	-43%	-48%	-95%	-77%
Metas de Redução de Intensidade relativas a 2014						
2025	-34%	-12%	-20%	-40%	68%	-7%
2030	-44%	-17%	-34%	-49%	-50%	-35%

Os valore históricos e os das metas para Florestas e Uso da Terra, “Outros” e Total são mostrados na Figura 6. A Figura 7 mostra o comportamento dessas variáveis para os componentes do “Outros”.

Existem dois trabalhos que buscam equacionar as mudanças a serem realizadas para alcançar os objetivos do que é hoje um compromisso internacional assumido. As promessas relativas ao conjunto do País encontram respaldo no esforço feito até 2014 sem chamar a atenção que quase toda a redução das emissões se deram na área onde era maior a contribuição brasileira que era o desflorestamento. Uma análise dos diversos setores envolvidos, inclusive com tentativas de quantificar investimentos foi feita pelo MMA e também pelo MCTIC.

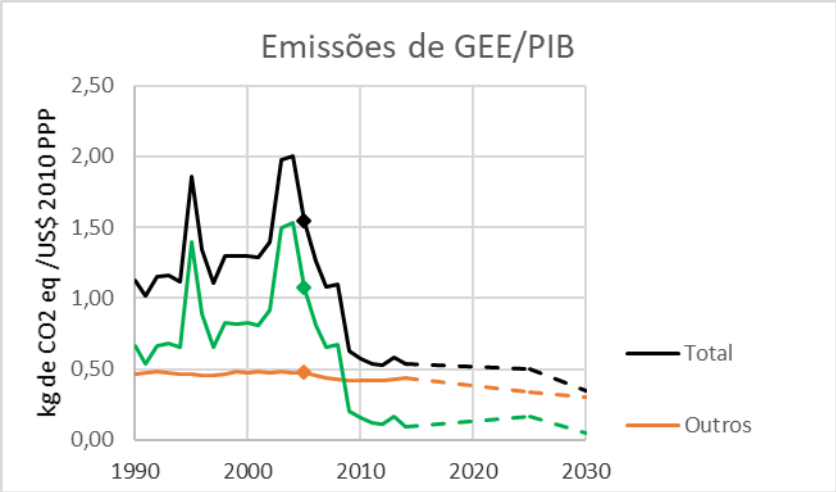


Figura 6: Emissões de GEE por PIB para o Total, Florestas e Uso da Terra e "Outros" e metas para 2025 e 2030.

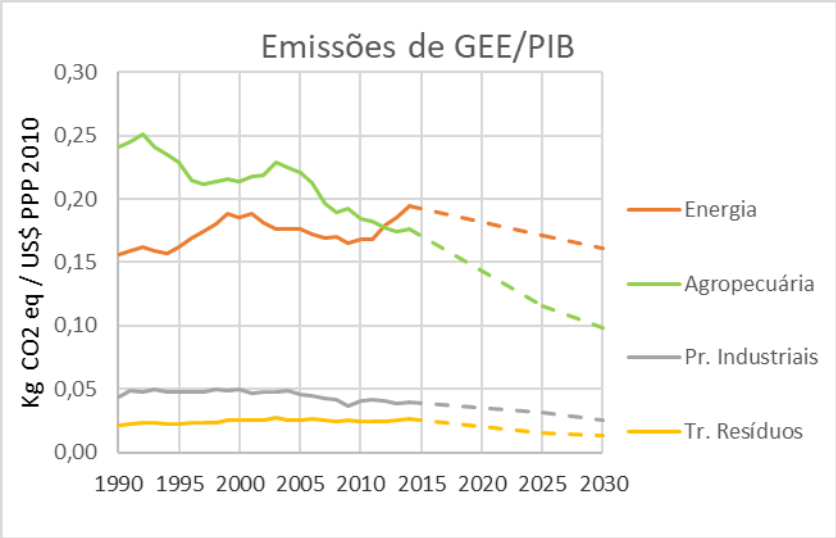


Figura 7: Emissões/PIB Total para os diversos setores e metas para 2025 e 2030.

A Tabela 2 e as Figuras 6 e 7 indicam esforços radicais, principalmente na Agropecuária onde se acredita que a maior produtividade associada ao confinamento do gado e suplementação alimentar adequada poderão reduzir as emissões de metano.

A intensidade de emissões (relativas ao PIB) no Brasil já se encontra em um patamar muito baixo em razão da presença dos renováveis. Manter os atuais coeficientes já é um desafio para muitos setores. Não parece racional a passividade nos setores produtivos na aceitação da redução de emissões adicionais em alguns destes itens. Talvez muitos acreditam que recursos externos ou do próprio governo resolverão os problemas: isto é certamente uma ilusão.

As metas que se transformaram em compromisso, são ambiciosas como solicitadas aos países. As metas Emissões/PIB setoriais podem se revelar incompatíveis com o crescimento. A recente tentativa de modificação da legislação sobre o uso da terra na Amazônia é talvez a primeira reação organizada de setores econômicos contra medidas associadas às emissões de GEE. Seria melhor para o conceito do País que as metas merecessem uma discussão mais profunda antes de serem assumidas.

Referências

[I] Vargas J. I. e Gorgozinho, P. M. Modelagem Matemática Simples do Desmatamento da Amazônia 2012 em http://eee.org.br/wp-content/uploads/2017/02/eee86p.pdf

[II] Governo Federal Sistema Sirene MCTIC, consultado 27/05/2017 em http://sirene.mcti.gov.br/emissoes-em-co2-e-por-setor;jsessionid=629C002791063381D316C4BADF15B85F.columba

[III] Banco Mundial, World Development Indicators em http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators

[IV] http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx

[V] Governo Brasileiro MMA 2016 Fundamentos para a elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris sob a UNFCCC. http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Bases_elaboracao_iNDC.pdf

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 Centro CEP 20040-005
Rio de Janeiro RJ Tel (21) 2222-4816

Internet :http://ecen.com.

Editor Gráfico: Marcos Alvim

ECEN - Consultoria Ltda.

Remetente:
***Revista* - Economia e Energia**
Rio: Av. Rio Branco,123 Sala 1308 - Centro
CEP - 20040-005 Rio de Janeiro - RJ