

Heron Martins, Antônio Fonseca; Carlos Souza Jr.; Márcio Sales & Adalberto Veríssimo (Imazon)

RESUMO

Em abril de 2013, metade (55%) da área florestal da Amazônia Legal estava coberta por nuvens, o que comprometeu a detecção do desmatamento e da degradação florestal através das imagens MODIS utilizadas pelo SAD principalmente nos estados de Roraima, Amapá e Pará que apresentaram 90%, 77% e 75% de cobertura de nuvens respectivamente. Nessas condições foram detectados 140 quilômetros quadrados de desmatamento na Amazônia Legal. Isso representou um aumento de 84% em relação a abril de 2012 quando o desmatamento somou 76 quilômetros quadrados e a cobertura de nuvens foi de 74%.

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2012 a abril de 2013 totalizou 1.570 quilômetros quadrados. Houve aumento de 88% em relação ao período anterior (agosto de 2011 a abril de 2012) quando o desmatamento somou 836 quilômetros quadrados.

Em abril de 2013, a maioria (73%) do desmatamento ocorreu no Mato Grosso,

seguido por Rondônia (19%), Amazonas (6%), Pará (1%) e Roraima (1%).

As florestas degradadas na Amazônia Legal somaram 83 quilômetros quadrados em abril de 2013. Em relação a abril de 2012, quando a degradação florestal somou 40 quilômetros quadrados, houve um aumento de 107%.

A degradação florestal acumulada no período (agosto 2012 a abril 2013) atingiu 1.219 quilômetros quadrados. Em relação ao período anterior (agosto de 2011 a abril de 2012), quando a degradação somou 1.589 quilômetros quadrados, houve redução de 23%.

Em abril de 2013, o desmatamento detectado pelo SAD comprometeu 2,5 milhões de toneladas de CO² equivalente. No acumulado do período (agosto 2012 a abril de 2013) as emissões de CO² equivalentes comprometidas com o desmatamento totalizaram 88 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 55% em relação ao período anterior (agosto de 2011 a abril de 2012).

Estatísticas do Desmatamento

De acordo com o SAD, o desmatamento (supressão total da floresta para outros usos

alternativo do solo) atingiu 140 quilômetros quadrados em abril de 2013 (Figura 1 e Figura 2).

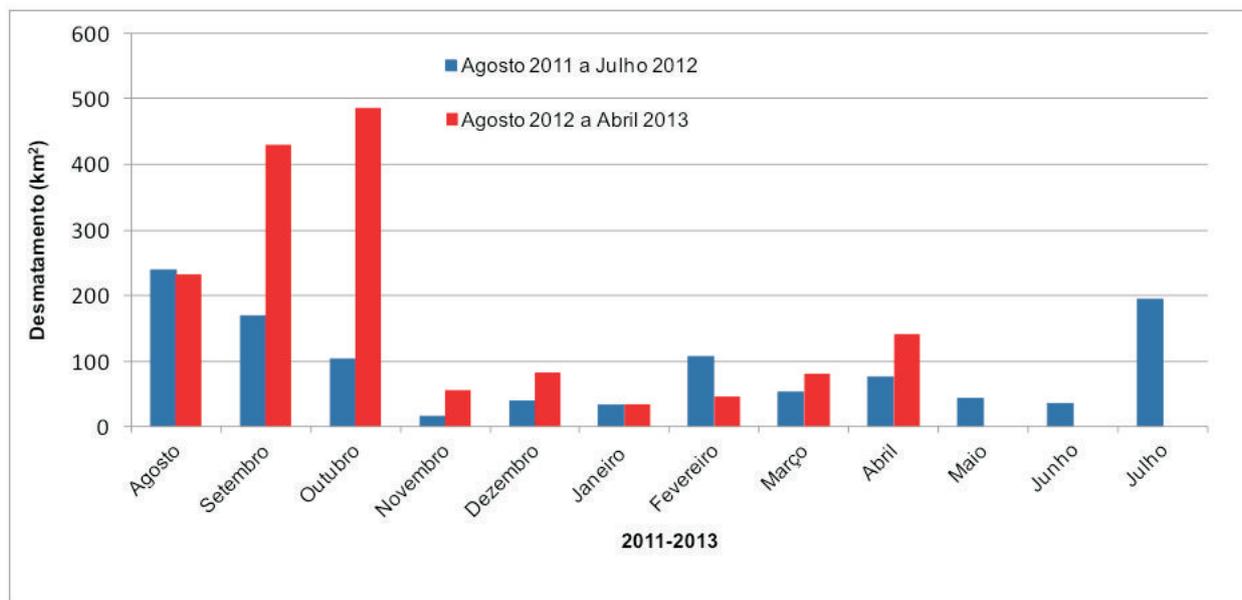


Figura 1. Desmatamento de agosto de 2011 a abril de 2013 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

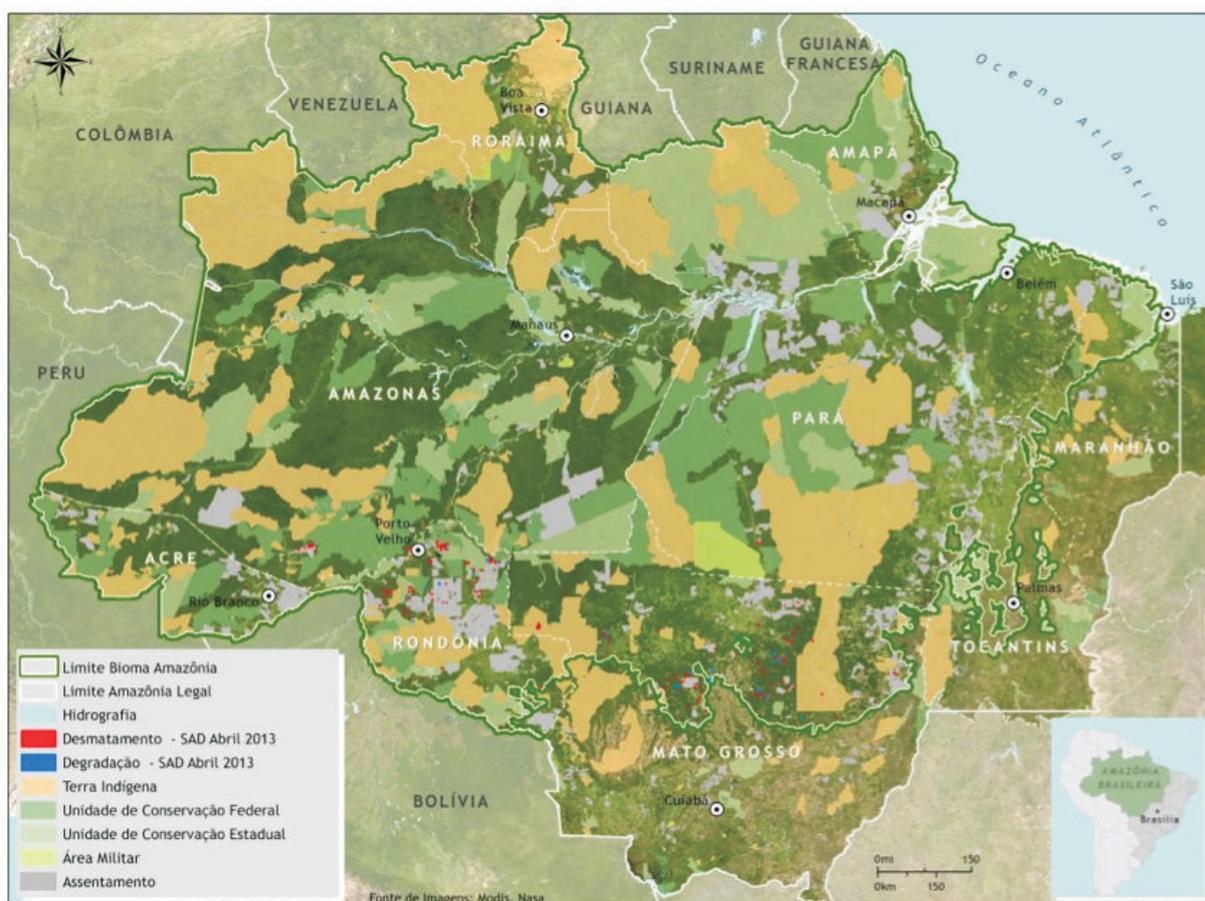


Figura 2. Desmatamento e Degradação Florestal em abril de 2013 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2012 a abril de 2013, correspondendo aos nove meses do calendário oficial de medição do desmatamento, atingiu 1.569 quilômetros quadrados. Houve aumento de 84% do desmatamento em relação período anterior

(agosto de 2011 a abril de 2012) quando atingiu 836 quilômetros quadrados.

Em abril de 2013, a maioria (73%) do desmatamento ocorreu no Mato Grosso, seguido por Rondônia (19%), Amazonas (6%), Pará (1%) e Roraima (1%).

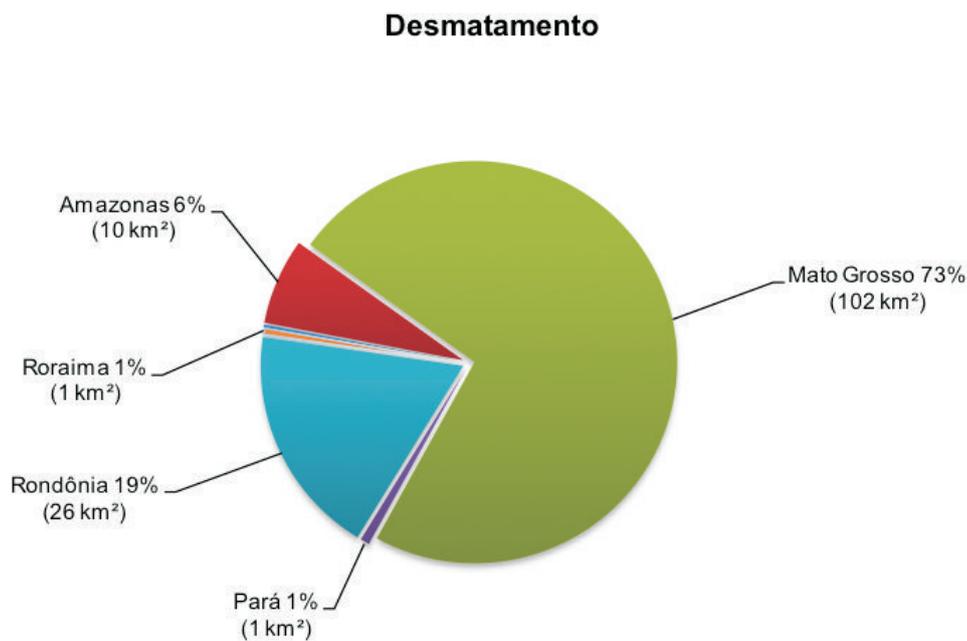


Figura 3. Percentual do desmatamento nos Estados da Amazônia Legal em abril de 2013 (Fonte: Imazon/SAD).

Considerando o desmatamento acumulado nos nove meses do calendário atual de desmatamento (agosto de 2012 a abril de 2013), o Pará lidera o ranking com 41% do total desmatado. Em seguida aparece o Mato Grosso com 31%, Rondônia com 14% e o Amazonas com 11%. Esses quatro estados foram responsáveis por 97% do desmatamento ocorrido na Amazônia Legal nesse período.

Em termos relativos, houve redução de 31% no Acre e 44% em Roraima. Por outro lado,

houve aumento no Pará (+139%), Amazonas (+145%), Tocantins (+111%), Mato Grosso (+72%) e em Rondônia (37%).

Em termos absolutos, o Pará lidera o ranking do desmatamento acumulado com 651 quilômetros quadrados, seguido pelo Mato Grosso (481 quilômetros quadrados), Rondônia (220 quilômetros quadrados), Amazonas (168 quilômetros quadrados), Tocantins (24 quilômetros quadrados), Acre (13 quilômetros quadrados) e Roraima (13 quilômetros quadrados).

¹ O calendário oficial de medição do desmatamento tem início no mês de agosto e término no mês de julho.

Tabela 1. Evolução do desmatamento entre os Estados da Amazônia Legal de agosto de 2011 a abril de 2012 e de agosto de 2012 a abril de 2013 (Fonte: Imazon/SAD).

Estado	Agosto 2011 a Abril 2012	Agosto 2012 a Abril 2013	Varição (%)
Pará	273	651	+139
Mato Grosso	280	481	+72
Rondônia	161	220	+37
Amazonas	69	168	+145
Roraima	23	13	-44
Acre	19	13	-31
Tocantins	11	24	+111
Amapá	-	-	-
Total	836	1.570	+88

* Os dados do Maranhão não foram analisados.

Degradação Florestal

Em abril de 2013, o SAD registrou 83 quilômetros quadrados de florestas degradadas

(florestas intensamente exploradas pela atividade madeireira e/ou queimadas) (Figuras 2 e 4).

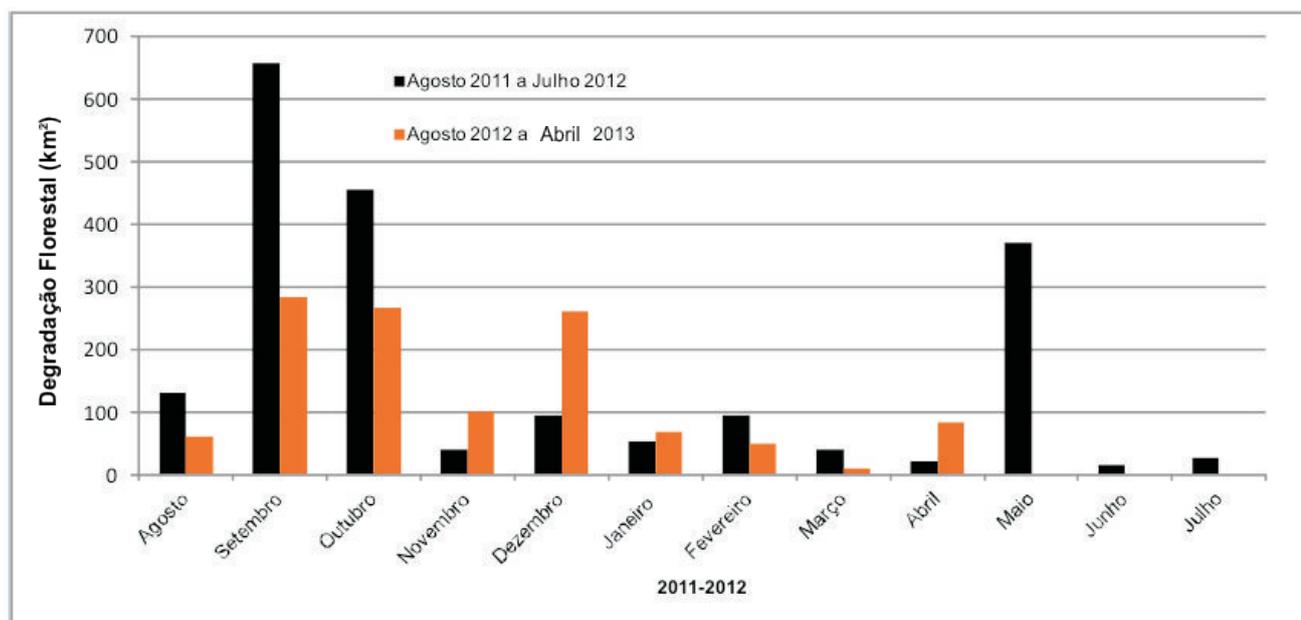


Figura 4. Degradação Florestal de agosto de 2011 a abril de 2013 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2012 a abril de 2013 atingiu 1.219 quilômetros quadrados.

Em termos absolutos, o Mato Grosso lidera o ranking da degradação florestal acumulada com 680 quilômetros quadrados

(56%), seguido pelo Pará com 398 quilômetros quadrados (33%). O restante (11%) ocorreu em Rondônia (97 quilômetros quadrados), Tocantins (25 quilômetros quadrados) e Amazonas (11 quilômetros quadrados).

Tabela 2. Evolução da degradação florestal entre os Estados da Amazônia Legal de agosto de 2011 a abril de 2012 e de agosto de 2012 a abril de 2013 (Fonte: Imazon/SAD).

Estado	Agosto 2011 a Abril de 2012	Agosto 2012 a Abril de 2013	Varição (%)
Mato Grosso	1.217	680	-44
Pará	235	398	+69
Rondônia	93	97	4
Amazonas	26	11	-58
Roraima	15	5	-67
Acre	3	3	-
Tocantins	-	25	-
Amapá	-	-	-
Total	1.589	1.219	-23

* Os dados do Maranhão não foram analisados.

² O calendário oficial de medição do desmatamento tem início no mês de agosto e término no mês de julho.

Carbono Comprometido pelo Desmatamento

Em abril de 2013, os 140 quilômetros quadrados de desmatamento detectado pelo SAD na Amazônia Legal comprometeram 2,5 milhões de toneladas de carbono (com margem de erro de 860 mil toneladas de carbono). Essa quantidade de carbono afetada resulta em 9 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (Figura 6).

O carbono florestal comprometido pelo desmatamento no período de agosto de 2012 a

abril de 2013 foi de 24 milhões de toneladas (com margem de erro de 853 mil toneladas), o que representou cerca de 88 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (Figura 6). Em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2010 a abril de 2011) quando o carbono florestal comprometido foi 15 milhões de toneladas houve aumento de 55% na quantidade de carbono comprometido pelo desmatamento.

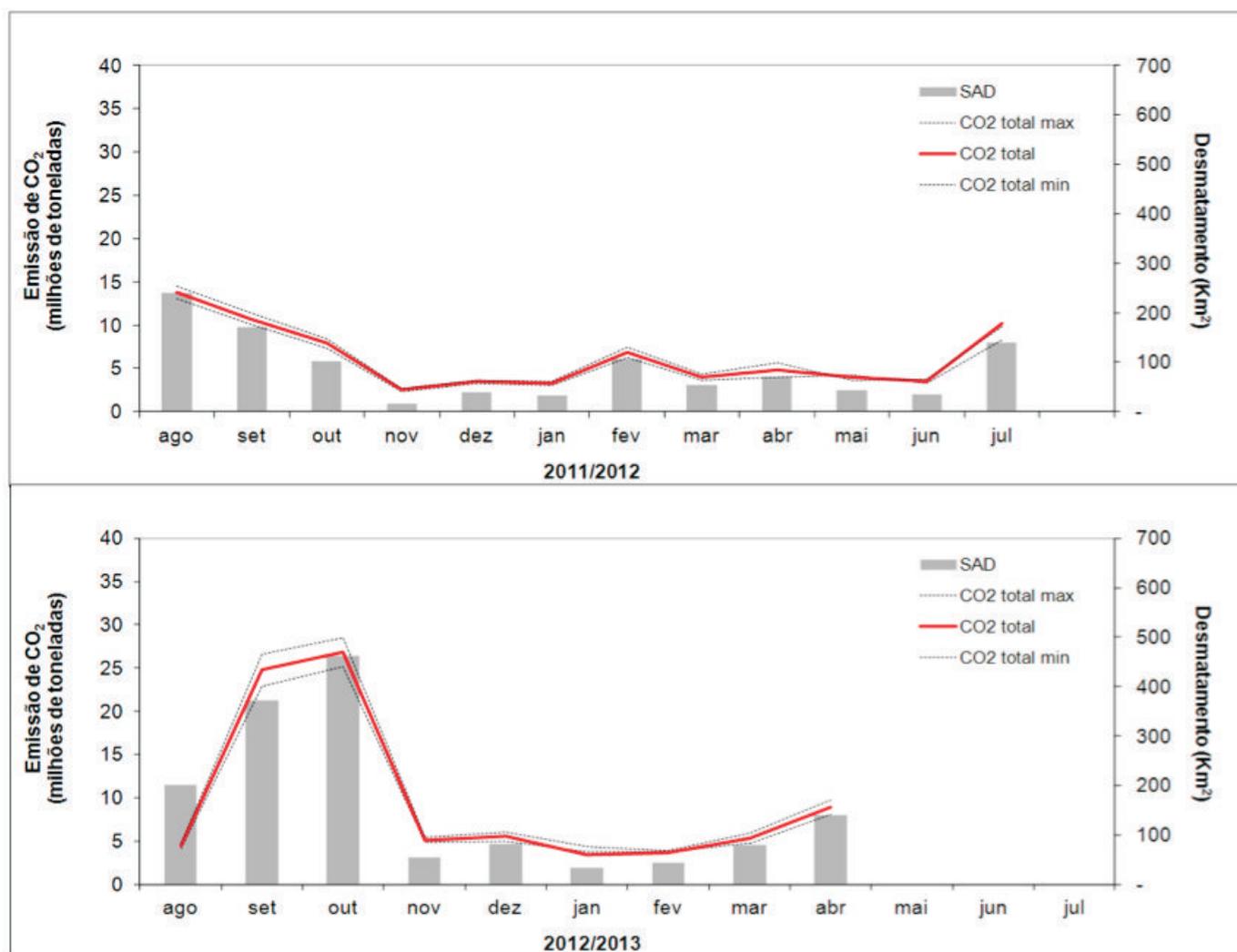


Figura 5. Desmatamento e emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) equivalente total de agosto de 2011 a abril de 2013 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon).

Geografia do Desmatamento

Em abril de 2013, a grande maioria (61%) do desmatamento ocorreu em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse. O restante do

desmatamento foi registrado Assentamentos de Reforma Agrária (9%), Unidades de Conservação (7%) e Terras Indígenas (23%) (Tabela 3).

Tabela 3. Desmatamento por categoria fundiária em abril de 2013 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

Categoria	Abril de 2013	
	km ²	%
Assentamento de Reforma Agrária	13	9
Unidades de Conservação	10	7
Terras Indígenas	32	21
Privadas, Posse & Devolutas	85	61
Total (km²)	140	100

Assentamentos de Reforma Agrária

O SAD registrou 13 quilômetros quadrado de desmatamento nos Assentamentos de Reforma Agrária em abril de 2013 (Figura 6). Os Assentamentos mais afetados pelo desmatamento

foram PA Monte (Lábrea; Amazonas), PA Lajes (Machadinho D'Oeste, Rondônia) e PDS Mãe Menininha (Altamira,Pará).

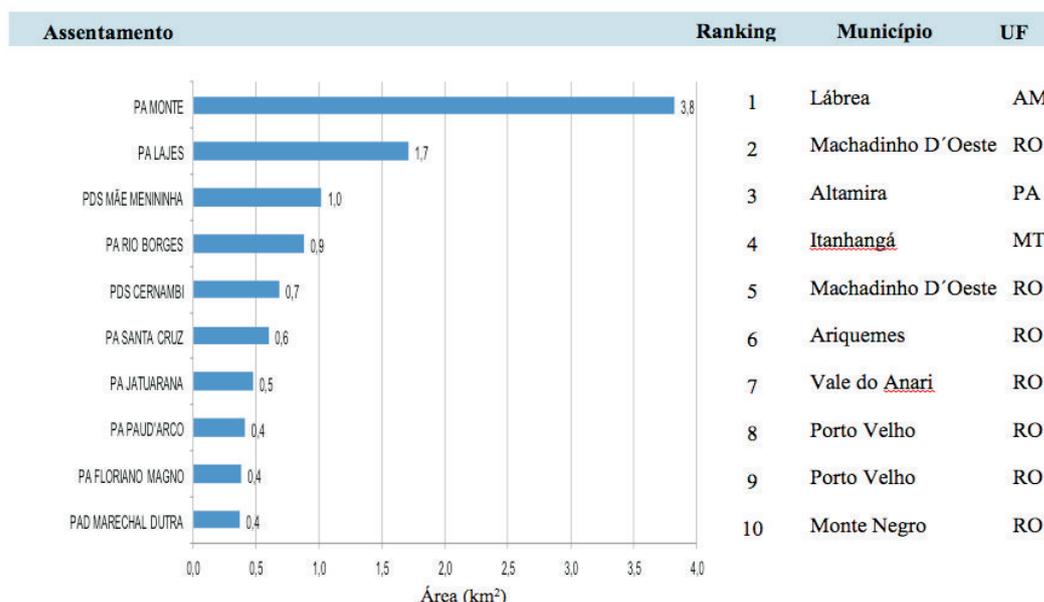


Figura 6. Assentamentos de Reforma Agrária desmatados em abril de 2013 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

Áreas Protegidas

No mês de abril de 2013, o SAD detectou 10 quilômetros quadrados de desmatamento nas unidades de conservação Florex Rio Preto-

Jacundá, Resex Jaci Paraná e Florsul do Rio Vermelho (C), todas em Rondônia (Figura 7).

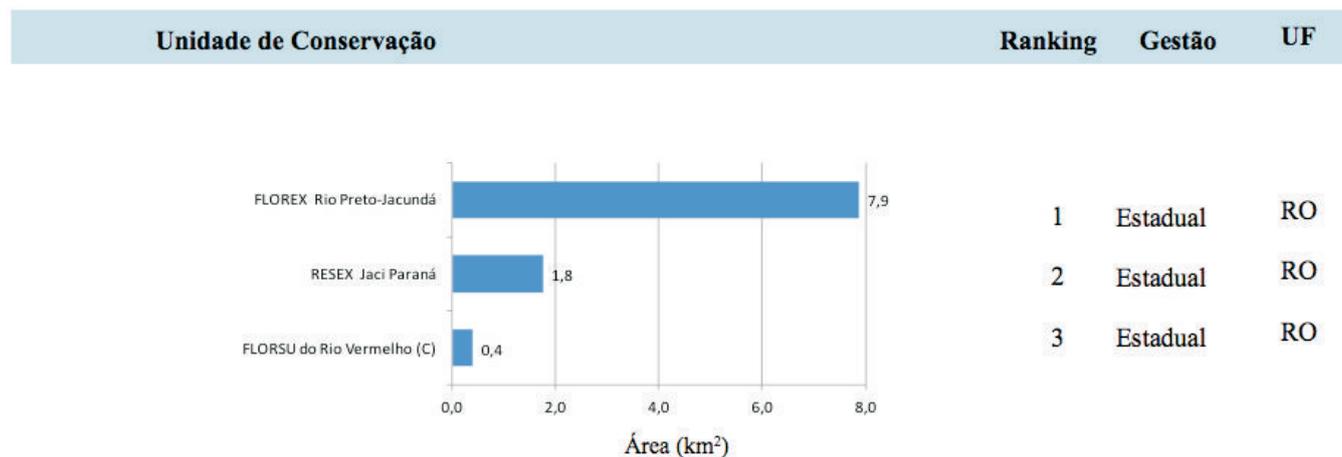


Figura 7. Unidades de Conservação desmatadas na Amazônia Legal em abril de 2013 (Fonte: Imazon /SAD).

Terras Indígenas

No mês de abril de 2013, o SAD detectou 32 quilômetros quadrados de desmatamento nas Terra Indígenas Florex Zoró

(MT), no Parque do Xingu (MT) e na TI Raposa Serra do Sol (RR) (Figura 8).

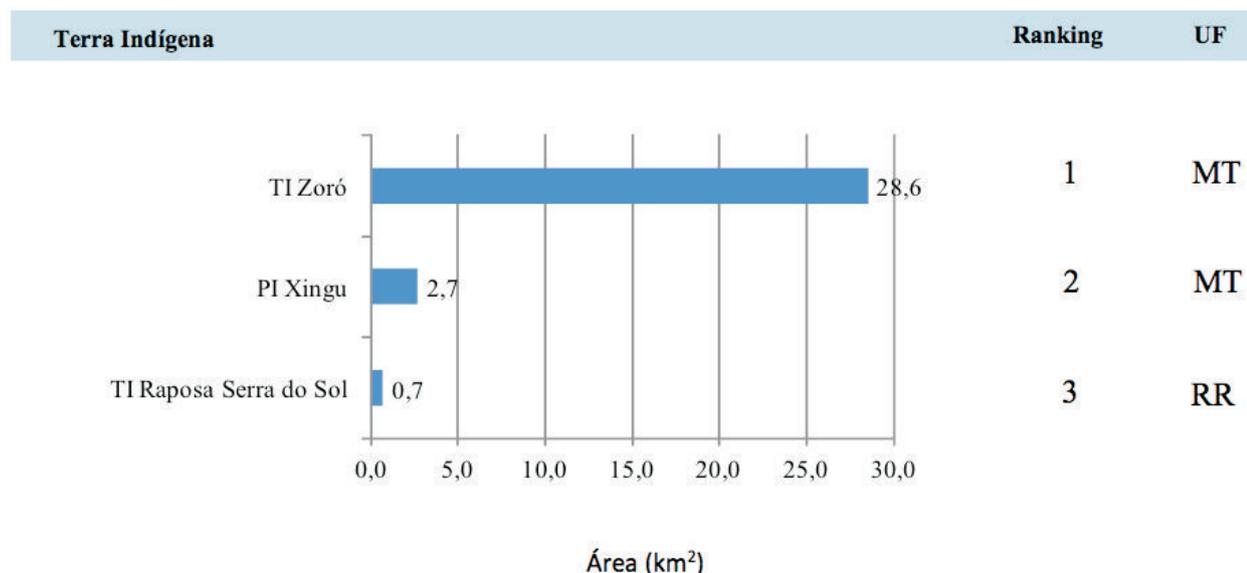


Figura 8. Terras Indígenas desmatadas na Amazônia Legal em abril de 2013 (Fonte: Imazon /SAD).

Municípios Críticos

Em abril de 2013, os municípios mais desmatados foram: Rondolândia (Mato Grosso) e Porto Velho (Rondônia) (Figuras 9 e 10).

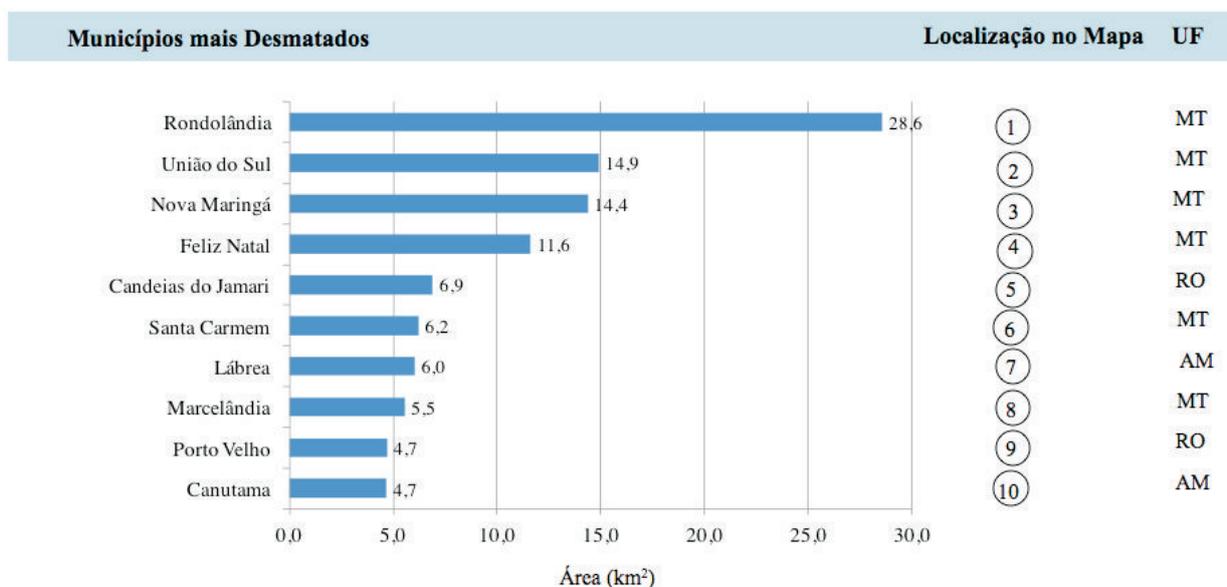


Figura 9. Municípios mais desmatados na Amazônia Legal em abril de 2013 (Fonte: Imazon /SAD).



Figura 10. Municípios mais desmatados em abril de 2013 (Fonte: Imazon/SAD).

Cobertura de Nuvem e Sombra

Em abril de 2013, foi possível monitorar com o SAD apenas 45% da área florestal na Amazônia Legal. Os outros 55% do território florestal estavam cobertos por nuvens o que dificultou a detecção do desmatamento e da

degradação florestal. Os Estados com maior cobertura de nuvem foram Roraima (90%), Amapá (77%) e Pará (75%). Em virtude disso, os dados de desmatamento e degradação florestal em abril de 2013 podem estar subestimados (Figura 11).

* A parte do Maranhão que integra a Amazônia Legal não foi analisada.

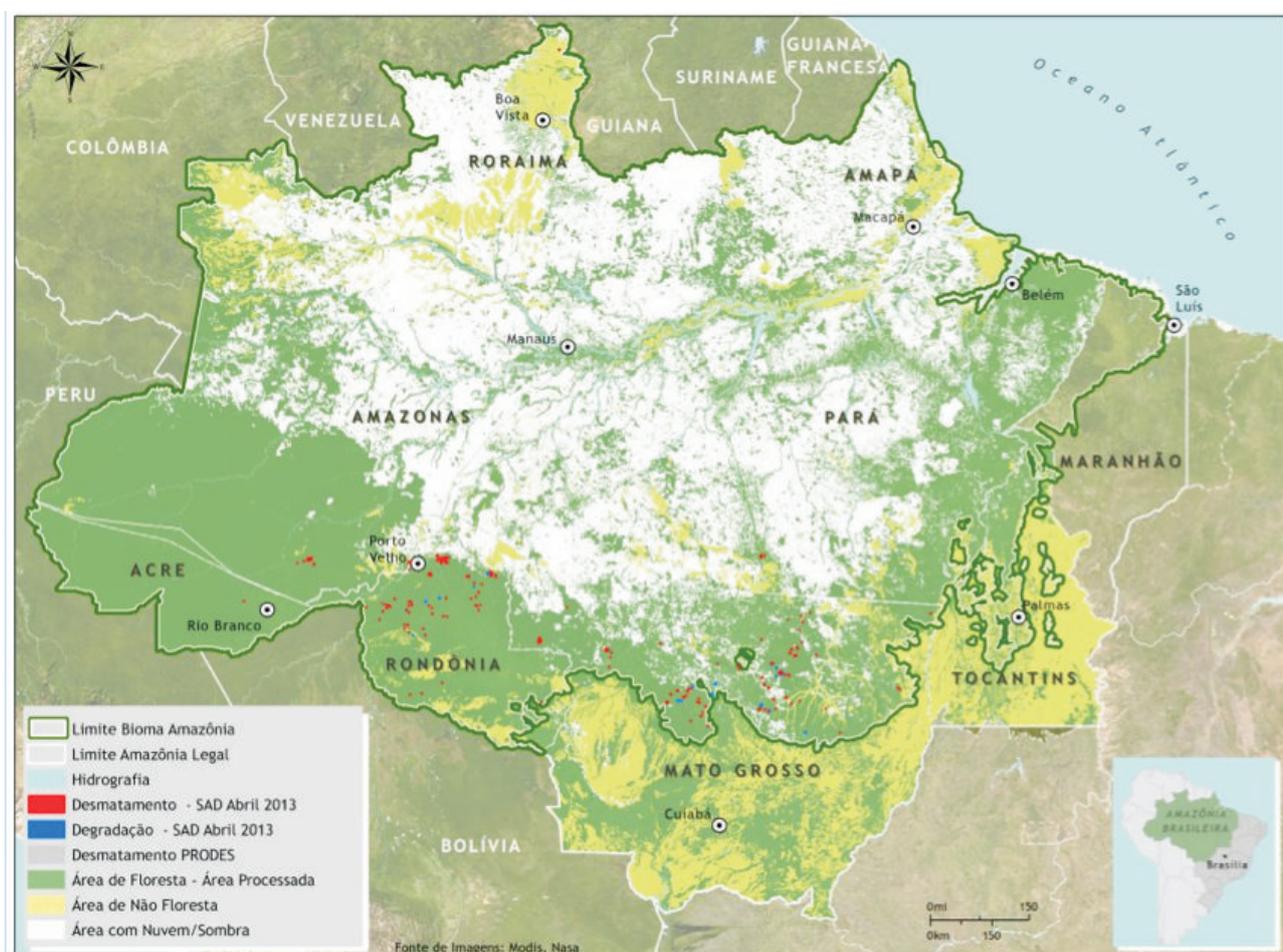


Figura 11. Área com nuvem e sombra em abril de 2013 na Amazônia Legal.

Google SAD-EE

Desde junho de 2012 a detecção de alertas de desmatamento e de degradação florestal vem sendo realizada na plataforma Google Earth Engine (EE), com a nova versão SAD EE. Esse sistema foi

desenvolvido em colaboração com a Google e utiliza o mesmo processo já utilizado pelo SAD, com imagens de reflectância do MODIS para gerar os alertas de desmatamento e degradação florestal.

Quadro I: SAD 3.0

Desde agosto de 2009, o SAD apresentou algumas novidades. Primeiro, criamos uma interface gráfica para integrar todos os programas de processamento de imagem usados no SAD. Segundo, começamos a computar o desmatamento em áreas que estavam cobertas por nuvens nos meses anteriores em uma nova classe. Por último, o desmatamento e a degradação são detectados com pares de imagens NDFI em um algoritmo de detecção de mudanças. O método principal continua a mesma do SAD 2 como descrito abaixo.

O SAD gera mosaico temporal de imagens MODIS diárias dos produtos MOD09GQ e MOD09GA para filtragem de nuvens. Em seguida, utilizamos uma técnica de fusão de bandas de resolução espectrais diferentes, ou seja, com pixels de diferentes tamanhos. Nesse caso, fizemos a mudança de escala das 5 bandas com pixel de 500 metros do MODIS para 250 metros. Isso permitiu aprimorar o modelo espectral de mistura de pixel, fornecendo a capacidade de estimar a abundância de Vegetação, Solos e Vegetação Fotossinteticamente NãoAtiva (NPV do inglês – Non-Photosynthetic componentes (Vegetação, Solo e Sombra) para calcular o NDFI, com a equação abaixo:

$$\text{NDFI} = \frac{\text{VGs} - (\text{NPV} + \text{Solo})}{\text{VGs} + \text{NPV} + \text{Solo}}$$

Onde VGs é o componente de Vegetação normalizado para sombra dado por:

$$\text{VGs} = \text{Vegetação} / (1 - \text{Sombra})$$

O NDFI varia de -1 (pixel com 100% de solo exposto) a 1 (pixel com > 90% com vegetação florestal). Dessa forma, passamos a ter uma imagem contínua que mostra a transição de áreas desmatadas, passando por florestas degradadas, até chegar a florestas sem sinas de distúrbios.

A detecção do desmatamento e da degradação passou esse mês com a diferença de imagens NDFI de meses consecutivos. Dessa forma, uma redução dos valores de NDFI entre -200 e -50 indica áreas possivelmente desmatadas e entre -49 e -20 com sinas de degradação.

O SAD 3.0 Beta é compatível com as versões anteriores (SAD 1.0 e 2.0), porque o limiar de detecção de desmatamento foi calibrado para gerar o mesmo tipo de resposta obtida pelo método anterior.

O SAD já está operacional no Estado de Mato Grosso desde agosto de 2006 e na Amazônia Legal desde abril de 2008. Nesse boletim, apresentamos os dados mensais gerados pelo SAD de agosto de 2006 a abril de 2013.

Quadro II: Carbono afetado pelo desmatamento

Desde janeiro de 2010 reportamos as estimativas do carbono comprometido (isto é, do carbono florestal sujeito à emissões devido à queimada e a decomposição de resíduos de biomassa florestal) provenientes do desmatamento detectado pelo SAD na Amazônia Legal.

As estimativas de carbono são geradas com base na combinação dos mapas de desmatamento do SAD com simulações da distribuição espacial de biomassa para a Amazonia. Desenvolvemos um modelo de estimativas de emissões de carbono, como base em simulação estocástica (Morton *et al.*, em prep.), denominado *Carbon Emission Simulator* (CES). Geramos 1000 simulações da distribuição espacial de biomassa na Amazonia usando um modelo geostatístico (Sales *et al.*, 2007), e transformamos essas simulações de biomassa em estoques de C usando fatores de conversão de biomassa para C da literatura, segundo a fórmula abaixo:

$$C_t = \sum C(S)_t$$
$$C_t(S) = S_D \times \left[(BVAS - BPF) \times (1 - fc) \times (t == 0) + (BAS_0 \times pd \times e^{-pd \times t}) \right]$$

$$BPF = ff * AGLB$$

$$BAS_0 = bf * AGLB$$

onde:

t: tempo (mês)

C_t : Carbono emitido no mês t.

$C_t(S)$: Carbono emitido de um polígono desmatado no tempo t.

S_D : Área desmatada.

BVAS: Biomassa acima do solo da região desmatada S_D .

BPF: Biomassa de produtos florestais removidos da floresta antes do desmatamento.

fc: fração de carvão (3 a 6%).

BAS_0 : Biomassa abaixo do solo antes do desmatamento.

pd: parâmetro de decomposição mensal da biomassa abaixo do solo depois do desmatamento (0.0075).

$pd \times e^{-pd \times t}$: Taxa mensal de decomposição de biomassa abaixo do solo após o desmatamento.

Para a aplicação do modelo CES usando os dados do SAD, consideramos apenas o carbono comprometido pelo desmatamento, ou seja, a fração da biomassa florestal composta por carbono (50%) sujeita à emissões instantâneas devido à queimadas da floresta pelo desmatamento, e/ou a decomposição futura da biomassa florestal remanescente. Além disso, adaptamos o modelo CES para estimar o carbono florestal comprometido pelo desmatamento na escala mensal. Por último, as simulações permitiram estimar a incerteza do carbono comprometido, representadas pelo desvio padrão (+/- 2 vezes) das simulações do carbono afetado em cada mês.

Para a conversão dos valores de carbono para CO₂ equivalente aplicamos o valor de 3,68.

Referências:

D.C. Morton¹, M.H. Sales², C.M. Souza, Jr.², B. Griscom³. Baseline Carbon Emissions from Deforestation and Forest Degradation: A REDD case study in Mato Grosso, Brazil.

Sales, M.H. et al., 2007. Improving spatial distribution estimation of forest biomass with geostatistics: A case study for Rondônia, Brazil. *Ecological Modelling*, 205(1-2), 221-230.

Equipe Responsável:

Coordenação Geral: Antônio Fonseca, Heron Martins, Carlos Souza Jr, e Adalberto Veríssimo (Imazon)

Equipe: Marcio Sales (Modelagem e estatística), Rodney Salomão, Amintas Brandão Jr. (Geoprocessamento), João Siqueira, Marcelo Justino e Júlia Ribeiro (Interpretação de imagem), Kátia Pereira e Victor Lins (ImazonGeo), Bruno Oliveira e Stefânia Costa (Comunicação)

Fonte de Dados:

As estatísticas de desmatamento são geradas a partir dos dados do SAD (Imazon);

Dados do INPE- Desmatamento (PRODES)

<http://www.obt.inpe.br/prodes/>

Agradecimento:

Google Earth Engine Team

<http://earthengine.google.org/>

Apoio:

Fundação David & Lucille Packard através da CLUA
(Climate Land Use Aliance)

Fundação Gordon & Betty Moore
Fundo Vale

Parcerias:

Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará (SEMA)

Secretaria de Meio Ambiente do Mato Grosso (SEMA)

Ministério Público Federal do Pará

Ministério Público Estadual do Pará

Ministério Público Estadual de Roraima

Ministério Público Estadual do Amapá

Ministério Público Estadual de Mato Grosso

Instituto Centro de Vida (ICV- Mato Grosso)