

Sanae Hayashi; Carlos Souza Jr.; Márcio Sales & Adalberto Veríssimo (Imazon)

RESUMO

Em janeiro de 2012, a grande maioria (88%) da área florestal da Amazônia Legal estava cobertas por nuvens. Isso comprometeu a detecção do desmatamento e da degradação florestal para esse mês através das imagens MODIS utilizadas pelo SAD. Nessas condições foram detectados somente 33 quilômetros quadrados de desmatamento na Amazônia Legal.

O Pará liderou com 45% dos 33 quilômetros quadrados de desmatamento detectado em janeiro de 2012, seguido de Rondônia (33%), Mato Grosso (12%), Amazonas (9%) e Acre (1%).

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012, correspondendo aos seis primeiros meses do calendário atual de desmatamento, totalizou 600 quilômetros quadrados. Houve redução de 30% em relação ao ano anterior (agosto de 2010 a janeiro de 2011) quando o desmatamento somou 856 quilômetros quadrados.

As florestas degradadas na Amazônia Legal somaram somente 54 quilômetros quadrados em janeiro de 2012. O Pará foi responsável por 50% da degradação florestal seguido pelo Mato Grosso (42%), Rondônia (7%) e Amazonas (1%).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012 totalizou 1.433 quilômetros quadrados. Em relação ao período anterior (agosto de 2010 a janeiro de 2011) houve redução de 61% quando a degradação florestal somou 3.700 quilômetros quadrados.

Em janeiro de 2012, o desmatamento detectado pelo SAD comprometeu 3,2 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. No acumulado do período (agosto 2011 - janeiro de 2012) as emissões de CO₂ equivalentes comprometidas com o desmatamento totalizaram 40 milhões de toneladas, o que representa uma redução de 38% em relação ao período anterior (agosto de 2010 a janeiro de 2011).

Estatísticas do Desmatamento

A detecção do desmatamento (supressão total da floresta com exposição do solo) realizado pelo Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) do Imazon foi comprometido pela cobertura de nuvens em janeiro de 2012. Aproximadamente 88% da área florestal da

Amazônia Legal estavam cobertas por nuvens nas imagens MODIS utilizadas pelo SAD. Dessa forma, foram detectados somente 33 quilômetros quadrados de desmatamento em janeiro de 2012 na Amazônia Legal (Figura 1 e Figura 2).

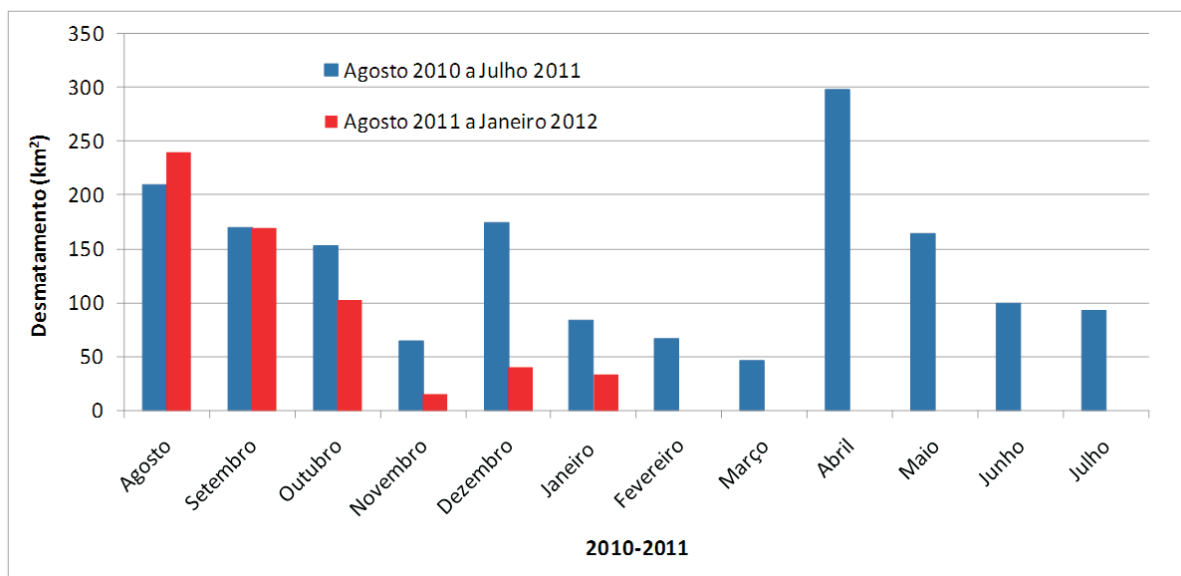


Figura 1. Desmatamento de agosto de 2010 a janeiro de 2012 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

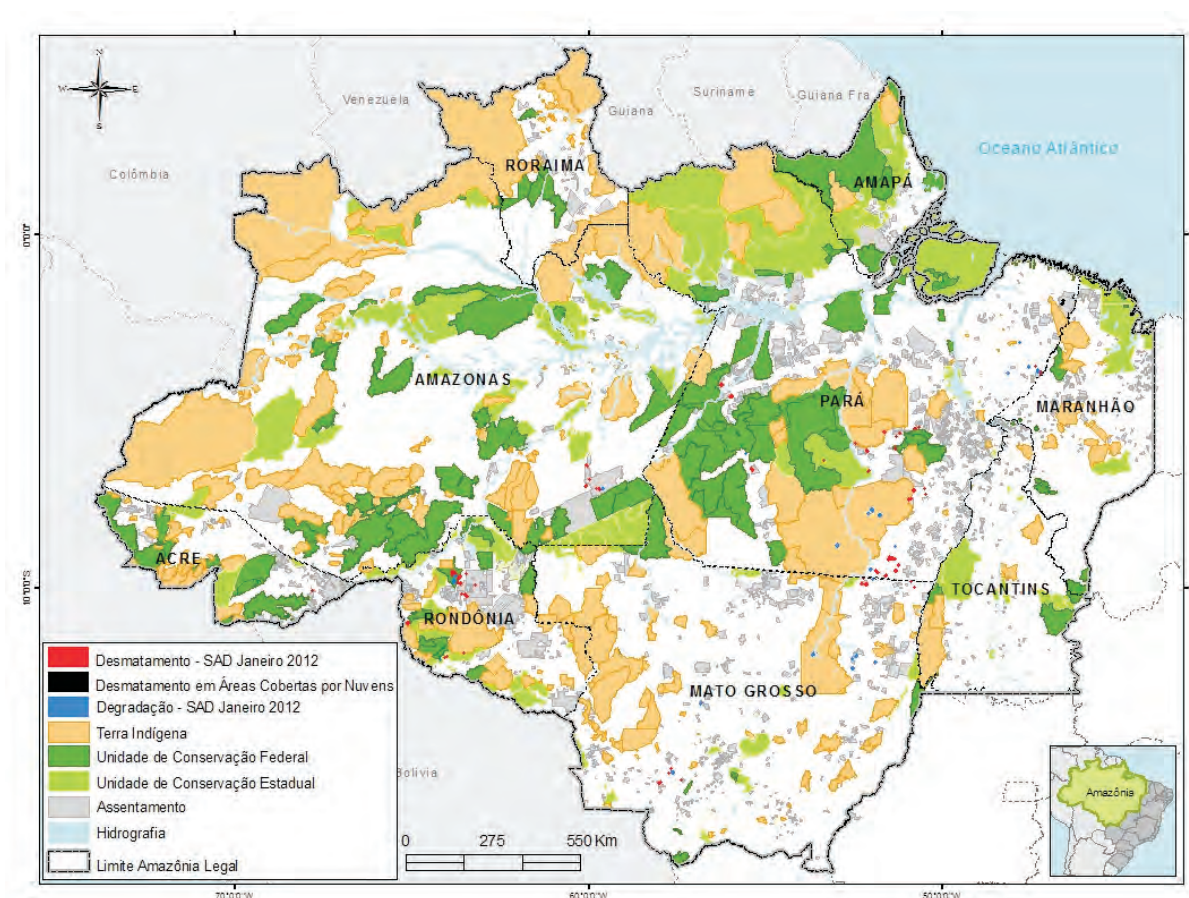


Figura 2. Desmatamento e Degradação Florestal em janeiro de 2012 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

*O Desmatamento em Áreas Cobertas por Nuvens pode ter ocorrido em dezembro ou em meses anteriores, todavia só foi possível detectá-lo agora, quando não havia nuvens sobre a região.

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012, correspondendo aos seis primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento, atingiu 600 quilômetros quadrados. Houve redução de 30% do desmatamento em relação período anterior

(agosto de 2010 a janeiro de 2012) quando atingiu 856 quilômetros quadrados.

Em janeiro de 2012, Pará foi responsável por 45% do desmatamento, seguido por Rondônia (33%), Mato Grosso (12%), Amazonas (9%), e Acre (1%) (Figura 3).

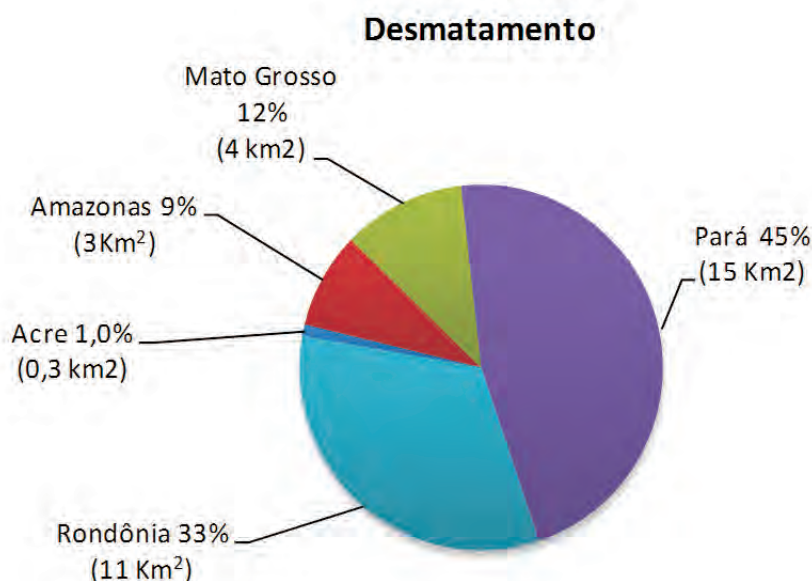


Figura 3. Desmatamento (%) nos Estados da Amazônia Legal em janeiro de 2012 (Fonte: Imazon/SAD).

Considerando os seis primeiros meses do calendário atual de desmatamento (agosto de 2011 a janeiro de 2012), o Pará lidera o ranking com 41% do total desmatado no período. Em seguida aparece Rondônia com 22%, Mato Grosso com 21% e Amazonas com 9%. Esses quatro estados foram responsáveis por 93% do desmatamento ocorrido na Amazônia Legal nesse período. O restante (7%) do desmatamento ocorreu no Acre, Roraima, Tocantins e Amapá.

Houve redução de 30% no desmatamento ocorrido em agosto de 2011 a janeiro de 2012 quando comparado com o período anterior (agosto de 2010 a

janeiro de 2011) (Tabela 1). Em termos relativos, houve redução de 64% no Acre, 55% no Amazonas, 50% no Mato Grosso, e 31% em Rondônia. Por outro lado, houve aumento de 183% em Roraima, 104% no Tocantins e 6% no Pará.

Em termos absolutos, Pará lidera o ranking do desmatamento acumulado com 246 quilômetros quadrados, seguido por Rondônia (130 quilômetros quadrados), Mato Grosso (128 quilômetros quadrados), Amazonas (53 quilômetros quadrados), Acre (18 quilômetros quadrados), Roraima (14 quilômetros quadrados), e Tocantins (11 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 2010 a janeiro de 2011 e de agosto de 2011 a janeiro de 2012 (Fonte: Imazon/SAD).

Estado	Agosto 2010 a Janeiro 2011	Agosto 2011 a Janeiro 2012	Variação (%)
Acre	49	18	-63
Amazonas	119	53	-55
Mato Grosso	256	128	-50
Pará	233	246	+6
Rondônia	189	130	-31
Roraima	5	14	+180
Tocantins	5	11	+120
Amapá	-	-	-
Total	856	600	-30

* Os dados do Maranhão não foram analisados.

Degradação Florestal

Em janeiro de 2012, o SAD registrou somente 54 quilômetros quadrados de florestas degradadas (florestas intensamente exploradas pela atividade madeireira e/ou queimadas) (Figuras 2 e 4). O monitoramento da degradação florestal foi comprometido devido a grande cobertura de nuvens

nas imagens MODIS em janeiro de 2012 (88% da área florestal da Amazônia Legal).

Dos 54 quilômetros quadrados de florestas degradadas detectados pelo SAD em janeiro de 2012, o Pará foi responsável por 50%, seguido pelo Mato Grosso (42%), Rondônia (7%) e Amazonas (1%) (Figura 5).

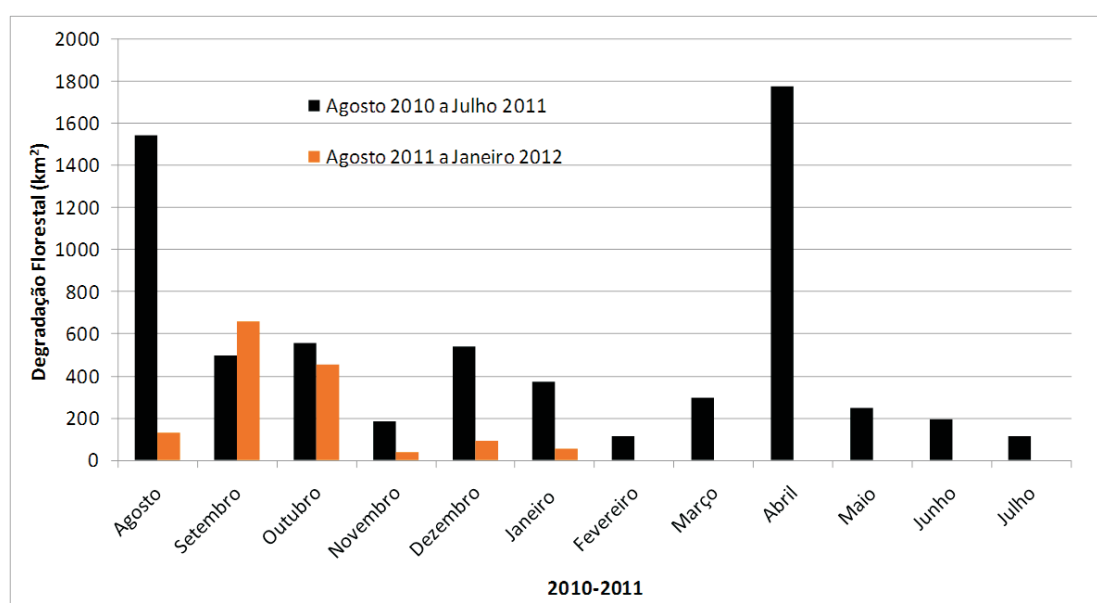


Figura 4. Degradação Florestal de agosto de 2010 a janeiro de 2012 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

Degradação Florestal

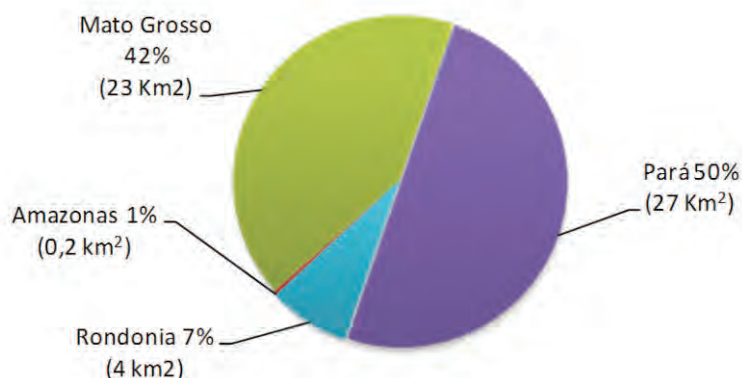


Figura 5. Degradação florestal (%) dos Estados da Amazônia Legal em janeiro de 2012 (Fonte: Imazon/SAD).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012 atingiu 1.433 quilômetros quadrados. Isso representa uma redução de 61% na degradação florestal acumulada nesse período (agosto de 2011 a janeiro de 2012) em relação ao mesmo período anterior (agosto de 2010 a janeiro de 2011) quando a degradação florestal somou 3.700 quilômetros quadrados (Tabela 2). As maiores reduções foram Acre (-98%), Amazonas (-86%),

Rondônia (-85%) e Pará (-69%)

Em termos absolutos, o Mato Grosso lidera o ranking da degradação florestal acumulada com 1.103 quilômetros quadrados (77%), seguido de longe pelo Pará com 227 quilômetros quadrados (16%) e o restante, Rondônia (75 quilômetros quadrados), Amazonas (19 quilômetros quadrados), Roraima (6 quilômetros quadrados), e Acre (3 quilômetros quadrados).

Tabela 2. Evolução da degradação florestal entre os Estados da Amazônia Legal de agosto de 2010 a janeiro de 2011 e de agosto de 2011 a janeiro de 2012 (Fonte: Imazon/SAD).

Estado	Agosto 2010 a Janeiro de 2011	Agosto 2011 a Janeiro de 2012	Variação (%)
Acre	143	3	-98
Amazonas	136	19	-86
Mato Grosso	2.170	1.103	-49
Pará	737	227	-69
Rondônia	486	75	-85
Roraima	2	6	+200
Tocantins	26	-	-
Amapá	-	-	-
Total	3.700	1.433	-61

* 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 Afetado pelo Desmatamento

Em janeiro de 2012, os 33 quilômetros quadrados de desmatamento detectado pelo SAD na Amazônia Legal comprometeram 891 mil toneladas (com margem de erro de 126 mil toneladas de carbono). Essa quantidade de carbono afetada resulta em 3,2 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (Figura 6).

O carbono florestal comprometido pelo desmatamento no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012 foi de 11 milhões de toneladas (com margem de erro de 229 mil toneladas), o que representou cerca de 40 milhões de toneladas de CO₂ equivalente

(Figura 6). Em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2010 a janeiro de 2011) houve redução de 38% na quantidade de carbono comprometido pelo desmatamento. A redução (38%) do carbono florestal afetado pelo desmatamento no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012 em relação ao período anterior (agosto de 2010 a janeiro de 2011) foi maior que a redução de 30% do desmatamento detectado pelo SAD durante o mesmo período. Isso sugere que o desmatamento esse ano está ocorrendo em áreas com maiores estoques de carbono florestal.

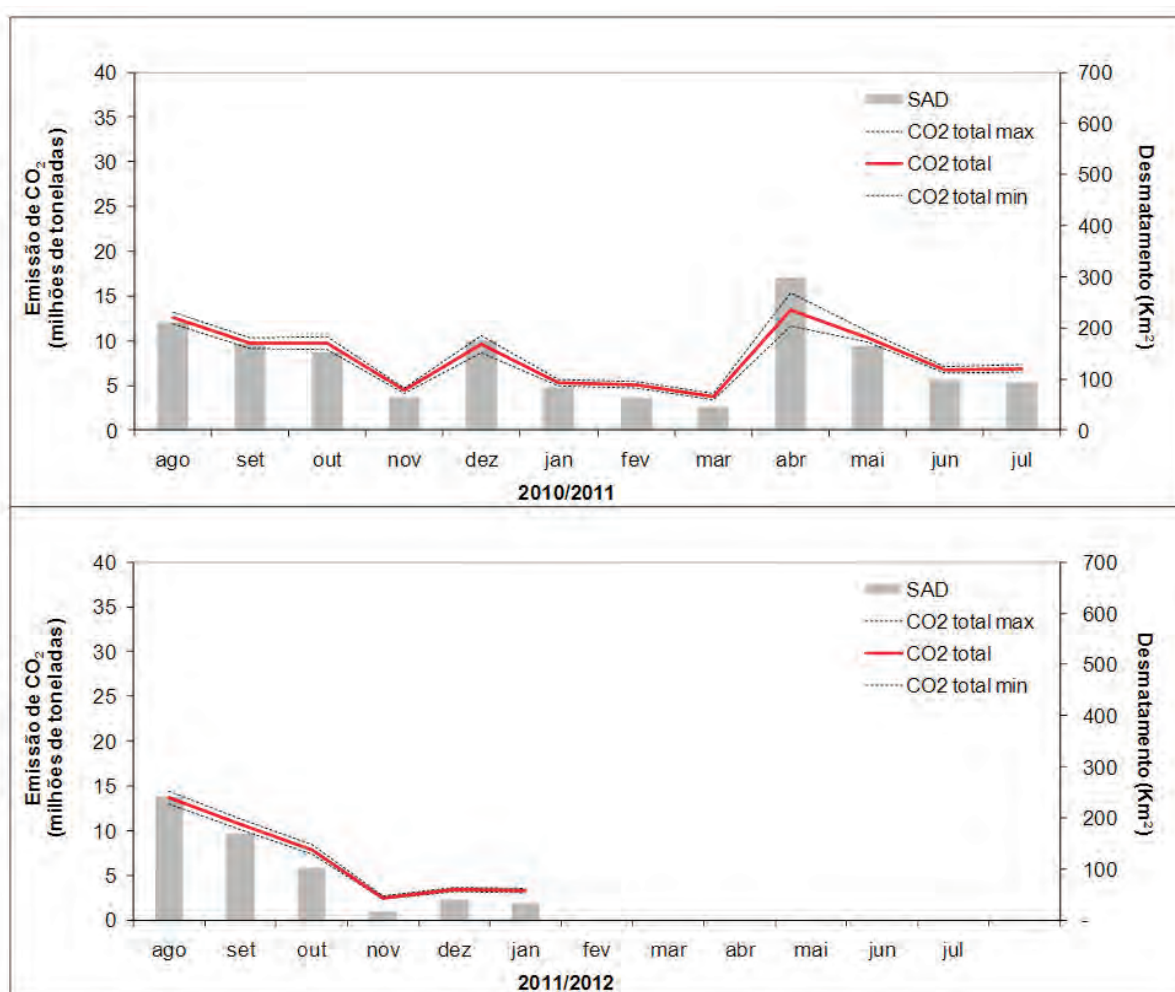


Figura 6. Desmatamento e emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) equivalente total de agosto de 2010 a janeiro de 2012 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon).

Geografia do Desmatamento

Em relação a situação fundiária, em janeiro de 2012, a maioria (54,5%) do desmatamento ocorreu em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse. O

restante do desmatamento foi registrado em Assentamentos de Reforma Agrária (27%), Unidade de Conservação (17%) e Terra Indígena (1,5%). (Tabela 3).

Tabela 3. Desmatamento por categoria fundiária em janeiro de 2012 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

Categoria	Janeiro de 2012	
	km ²	%
Assentamento de Reforma Agrária	9	27
Unidades de Conservação	5,5	17
Terras Indígenas	0,5	1,5
Privadas, Posse & Devolutas ³	18	54,5
Total (km²)	33	100

Assentamentos de Reforma Agrária

O SAD registrou 9 quilômetros quadrados de desmatamento nos Assentamentos de Reforma Agrária durante janeiro de 2012. Os Assentamentos mais afetados

pelo desmatamento foram Floresta Gurupi (Ulianópolis; Pará), Marechal Dutra (Alto Paraíso; Rondônia), e Rio Juma (Apuí; Amazonas). (Figura 7).

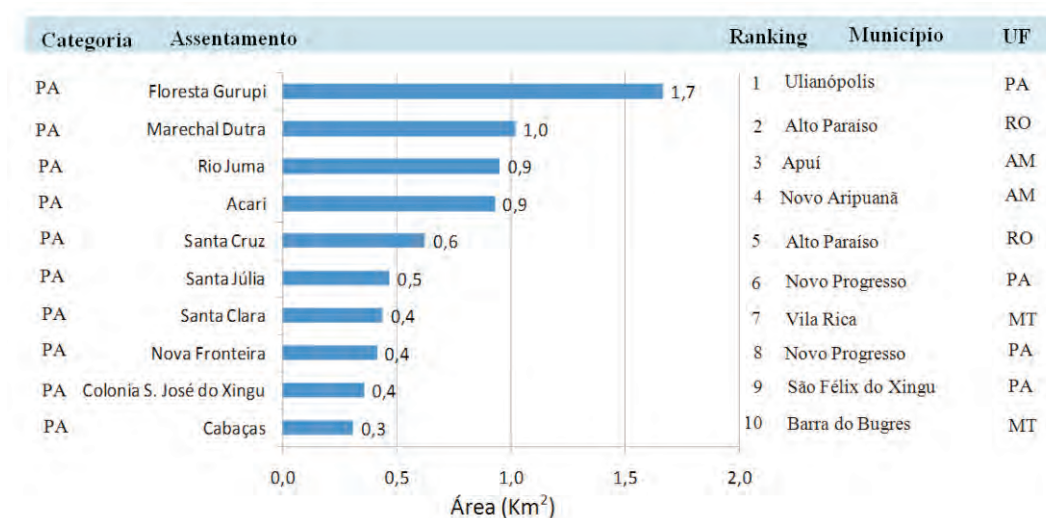


Figura 7. Assentamentos de Reforma Agrária desmatados em Janeiro de 2012 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD). PA (Projeto de Assentamento).

³ Inclui áreas privadas (tituladas ou não) e florestas públicas não protegidas.

Áreas Protegidas

O SAD detectou 5,5 quilômetros quadrados de desmatamento em Unidade de Conservação (Figura 8). As Unidades de Conservação que sofreram desmatamento foram: APA do Rio Pardo (Rondônia); APA

Triunfo do Xingu (Pará); e APA do Lago do Amapá (Acre). No caso das Terras Indígenas, em janeiro de 2012 foi detectado menos de 1 quilômetro quadrado na Terra Indígena Apyterewa (Pará) (Figura 9).

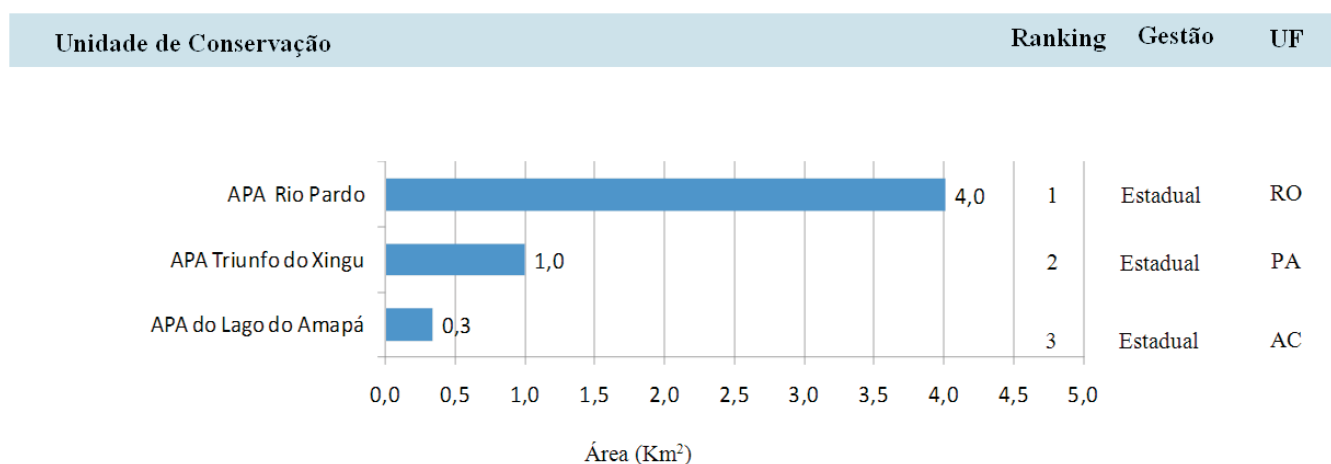


Figura 8. Unidades de Conservação desmatadas na Amazônia Legal em janeiro de 2012 (Fonte: Imazon /SAD).

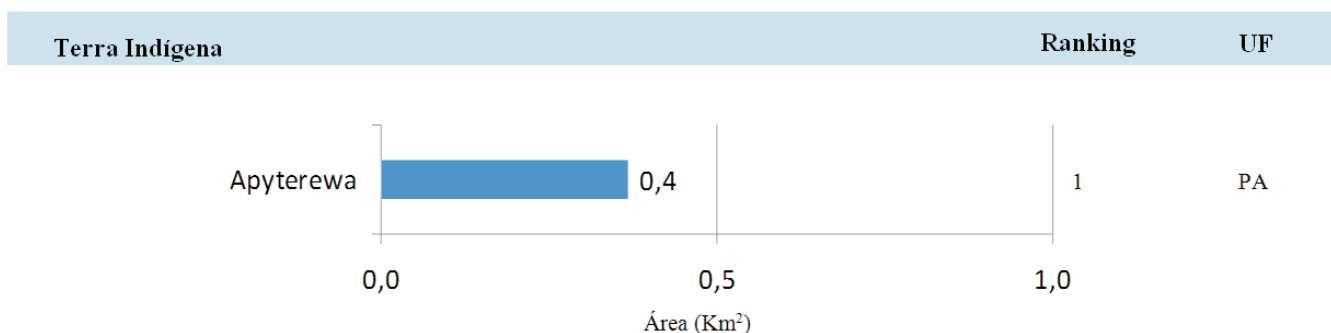


Figura 9. Terra Indígena desmatadas na Amazônia Legal em janeiro de 2012 (Fonte: Imazon /SAD).

Municípios Críticos

Em janeiro de 2012, os municípios mais desmatados foram: Porto Velho (Rondônia); São

Félix do Xingu (Pará), e Cumaru do Norte (Pará) (Figura 10 e 11).

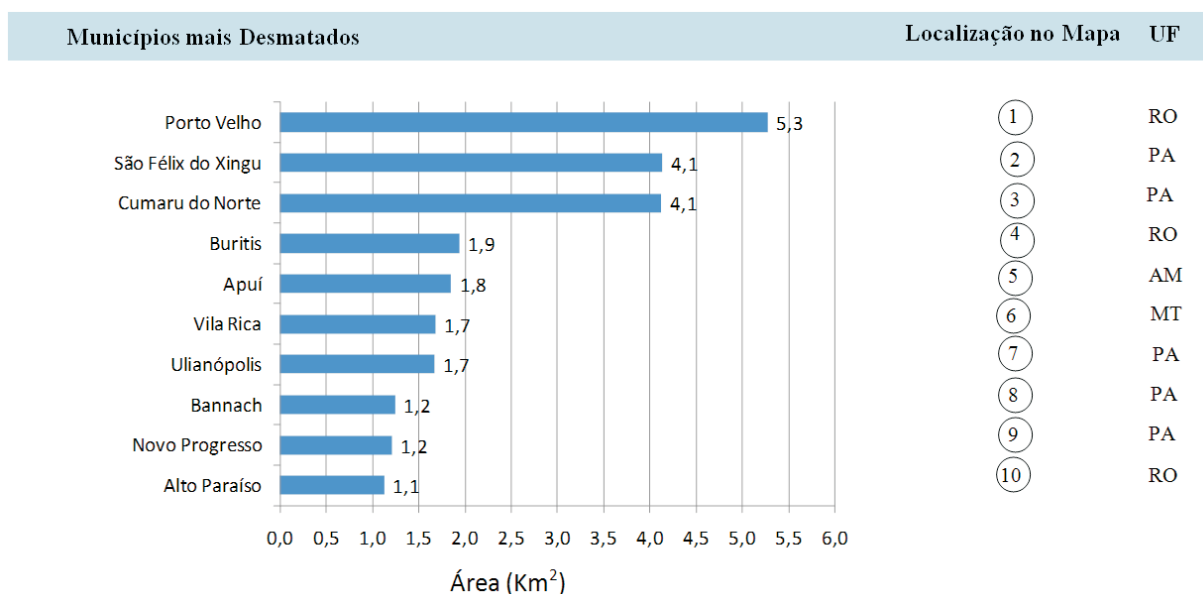


Figura 10. Municípios mais desmatados na Amazônia Legal em janeiro de 2012 (Fonte: Imazon /SAD).

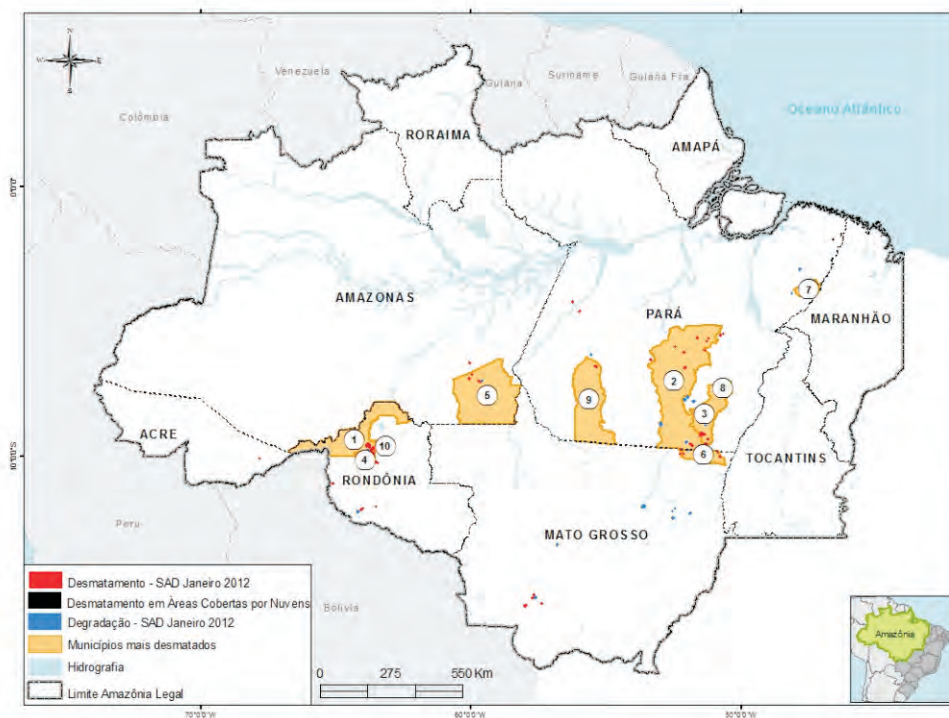


Figura 11. Municípios mais desmatados em janeiro de 2012 (Fonte: Imazon/SAD).

Cobertura de Nuvem e Sombra

Em janeiro de 2012, foi possível monitorar com o SAD somente 12% da área florestal na Amazônia Legal. Os outros 88% do território estavam cobertos por nuvens o que dificultou a detecção do desmatamento e da degradação florestal. Todos os Estados da Amazônia Legal tiveram mais de 80% de

suas áreas florestais cobertas por nuvens, são eles: Amapá (99%), Acre (95%), Roraima (91%), Mato Grosso (89%), Pará (87%), Amazonas (86%), Rondônia (82%), Tocantins (80%). Em virtude disso, os dados de desmatamento e degradação florestal em janeiro de 2012 podem estar subestimados. (Figura 12).

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

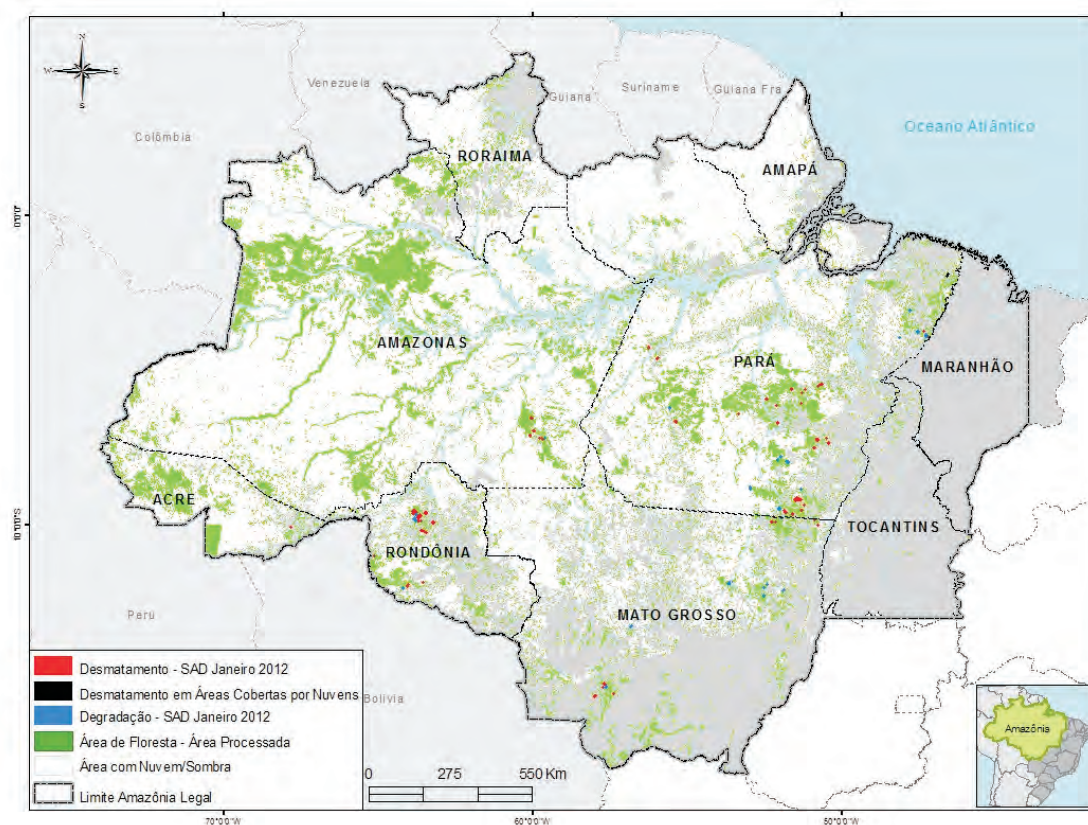


Figura 12. Área com nuvem e sombra em janeiro de 2012 na Amazônia Legal.

O Desmatamento em Áreas Cobertas por Nuvens pode ter ocorrido em dezembro ou em meses anteriores, todavia só foi possível detectá-lo agora, quando não havia nuvens sobre a região.

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 components (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 janeiro de 2012.

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 geoestatístico (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%).

BAS₀: 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 CO₂equivalente 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. Em preparação.
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: Sanae Hayashi, Carlos Souza Jr, e Adalberto Veríssimo (Imazon)

Equipe: Marcio Sales (Modelagem e estatística), Rodney Salomão, Amintas Brandão Jr., João Victor (Geoprocessamento) e Bruno Oliveira (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/>

Apoio

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

Fundação Gordon & Betty Moore

Fundo Vale

Parcerias

Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará (SEMA)

Secretaria de Meio Ambiente do Mato Grosso (SEMA)

Secretaria de Meio Ambiente do Pará (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)