

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

RESUMO

Em novembro de 2011, a maioria (71%) da área florestal da Amazônia Legal estavam 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 16 quilômetros quadrados de desmatamento em novembro de 2011 na Amazônia Legal.

Dos 16 quilômetros quadrados de desmatamento detectados em novembro de 2011, 9 quilômetros quadrados (59%) ocorreram no Amazonas, 4 quilômetros quadrados (24%) no Pará, 2 quilômetros quadrados (12%) no Mato Grosso, e menos de 1 quilômetro quadrado em Rondônia e no Acre.

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2011 a novembro de 2011, correspondendo aos quatro primeiros meses do calendário atual de desmatamento, totalizou 527 quilômetros quadrados. Houve redução de 12% em relação ao ano anterior (agosto de 2010 a novembro de 2010) quando o desmatamento somou 597

quilômetros quadrados.

As florestas degradadas na Amazônia Legal somaram somente 40 quilômetros quadrados em novembro de 2011. A maioria (63%) ocorreu no Mato Grosso, seguido pelo Pará (16%), Rondônia (16%) e Amazonas (5%).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2011 a novembro de 2011 totalizou 1.285 quilômetros quadrados. Em relação ao período anterior (agosto de 2010 a novembro de 2010) houve redução de 54% quando a degradação florestal somou 2.787 quilômetros quadrados.

Em novembro de 2011, o desmatamento detectado pelo SAD comprometeu 2,5 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. No acumulado do período (agosto 2011 - novembro 2011) as emissões de CO₂ equivalentes comprometidas com o desmatamento totalizaram 34 milhões de toneladas, o que representa uma redução de 4% em relação ao período anterior (agosto de 2010 a novembro de 2010).

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 novembro de 2011. Aproximadamente 71% da área florestal da Amazônia Legal estavam cobertas por

nuvens nas imagens MODIS utilizadas pelo SAD. Dessa forma, foram detectados somente 16 quilômetros quadrados de desmatamento em novembro de 2011 na Amazônia Legal (Figura 1 e Figura 2).

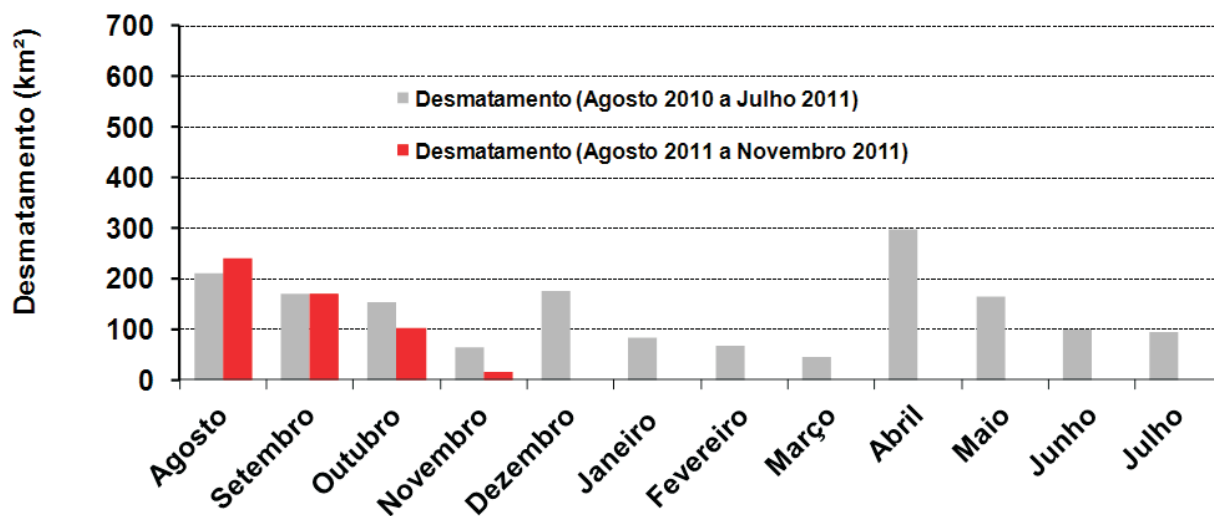


Figura 1. Desmatamento de agosto de 2010 a novembro de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

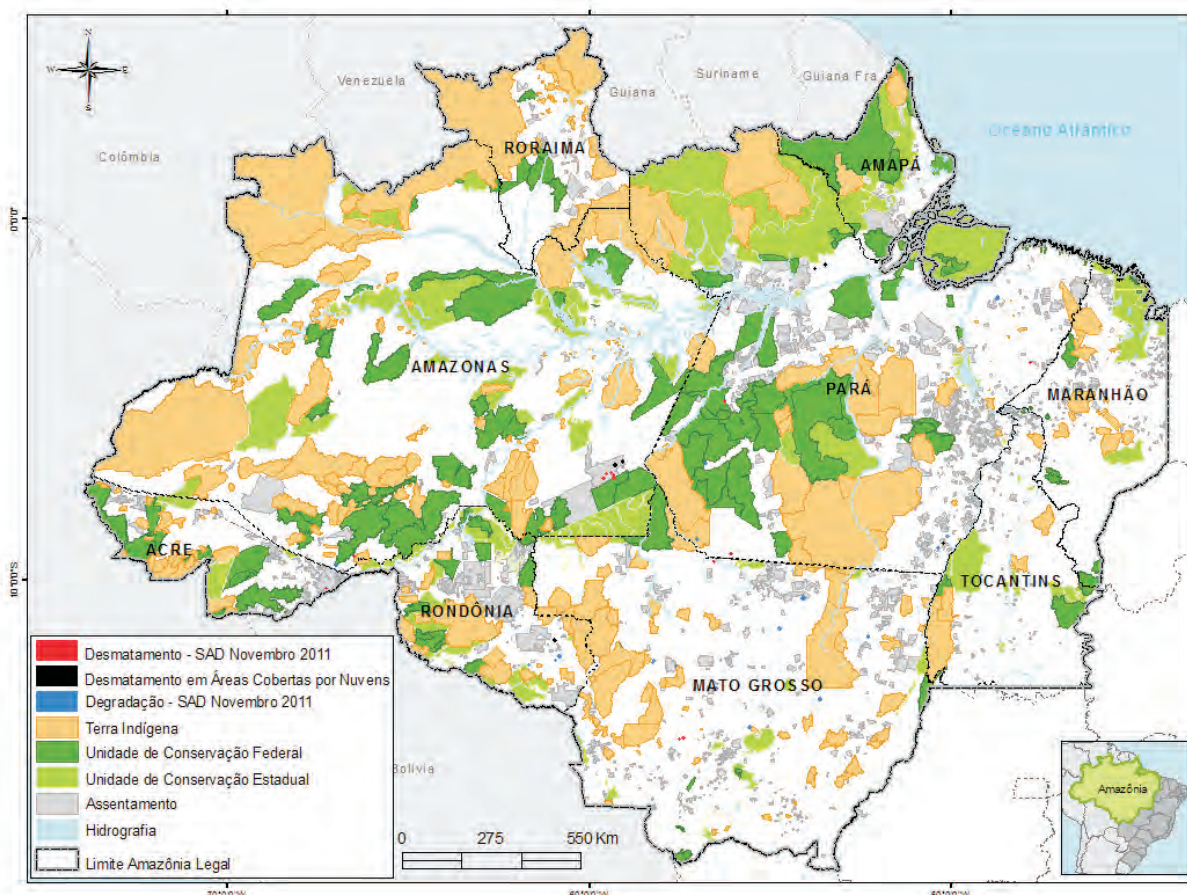


Figura 2. Desmatamento e Degradação Florestal em novembro de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

*O Desmatamento em Áreas Cobertas por Nuvens pode ter ocorrido em novembro 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 novembro de 2011, correspondendo aos quatro primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento, atingiu 527 quilômetros quadrados. Houve redução de 12% do desmatamento em relação

período anterior (agosto de 2010 a novembro de 2010) quando atingiu 597 quilômetros quadrados.

Em novembro de 2011, Amazonas liderou com 59% do desmatamento, seguido pelo Pará (24%), Mato Grosso (12%), Acre (3%) e Rondônia (2%) (Figura 3).

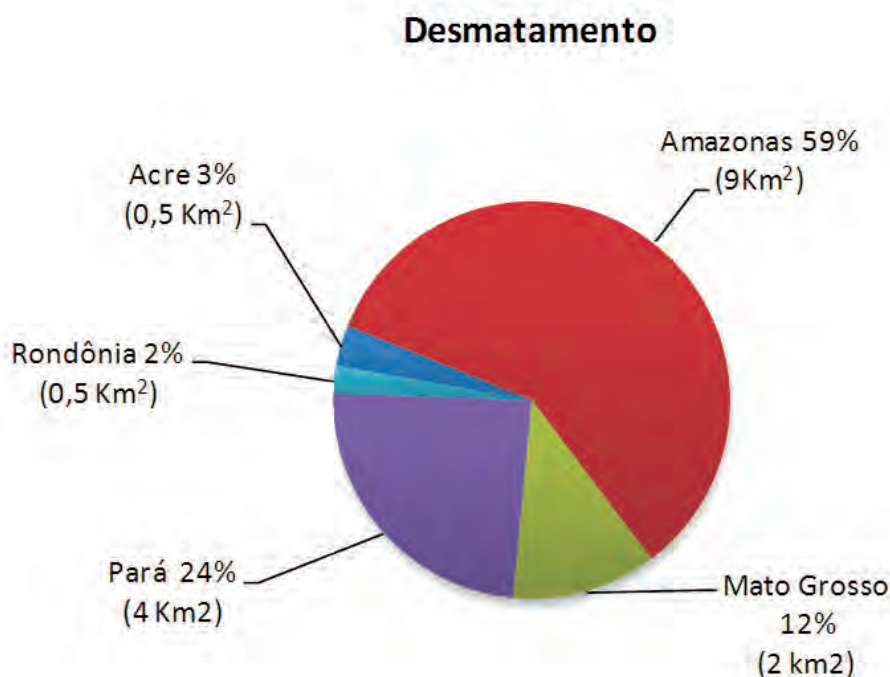


Figura 3. Desmatamento (%) nos Estados da Amazônia Legal em novembro de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

Considerando os quatro primeiros meses do calendário atual de desmatamento (agosto de 2011 a novembro de 2011), o Estado do Pará lidera o ranking com 43% do total desmatado no período. Em seguida aparece Rondônia com 22%, seguido por Mato Grosso (19%) e Amazonas (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 12% no desmatamento ocorrido em agosto de 2011 a novembro de 2011 quando comparado com o período anterior (agosto de

2010 a novembro de 2010) (Tabela 1). Em termos relativos, houve redução de 60% no Acre, 45% no Amazonas, e 35% no Mato Grosso. Por outro lado, houve aumento de 267% no Tocantins, 175% em Roraima, 16% em Rondônia e 9% no Pará.

Em termos absolutos, Pará lidera o ranking do desmatamento acumulado com 225 quilômetros quadrados, seguido por Rondônia (114 quilômetros quadrados), Mato Grosso (100 quilômetros quadrados), Amazonas (49 quilômetros quadrados), Acre (17 quilômetros quadrados), Roraima (11 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 novembro de 2010 e de agosto de 2011 a novembro de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

| Estado | Agosto 2011 a Novembro 2011 | Agosto 2010 a Novembro 2010 | Varição (%) |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
| Acre | 42 | 17 | -60 |
| Amazonas | 89 | 49 | -45 |
| Mato Grosso | 154 | 100 | -35 |
| Pará | 207 | 225 | +9 |
| Rondônia | 98 | 114 | +16 |
| Roraima | 4 | 11 | +175 |
| Tocantins | 3 | 11 | +267 |
| Amapá | - | - | - |
| Total | 597 | 527 | -12 |

* Os dados do Maranhão não foram analisados.

Degradação Florestal

Em novembro de 2011, o SAD registrou somente 40 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 novembro de 2011 (71% da área florestal da Amazônia Legal).

Dos 40 quilômetros quadrados de florestas degradadas detectados pelo SAD em novembro de 2011, 63% ocorreu no Mato Grosso, seguido pelo Pará 16%, Rondônia (16%) e Amazonas (5%) (Figura 5).

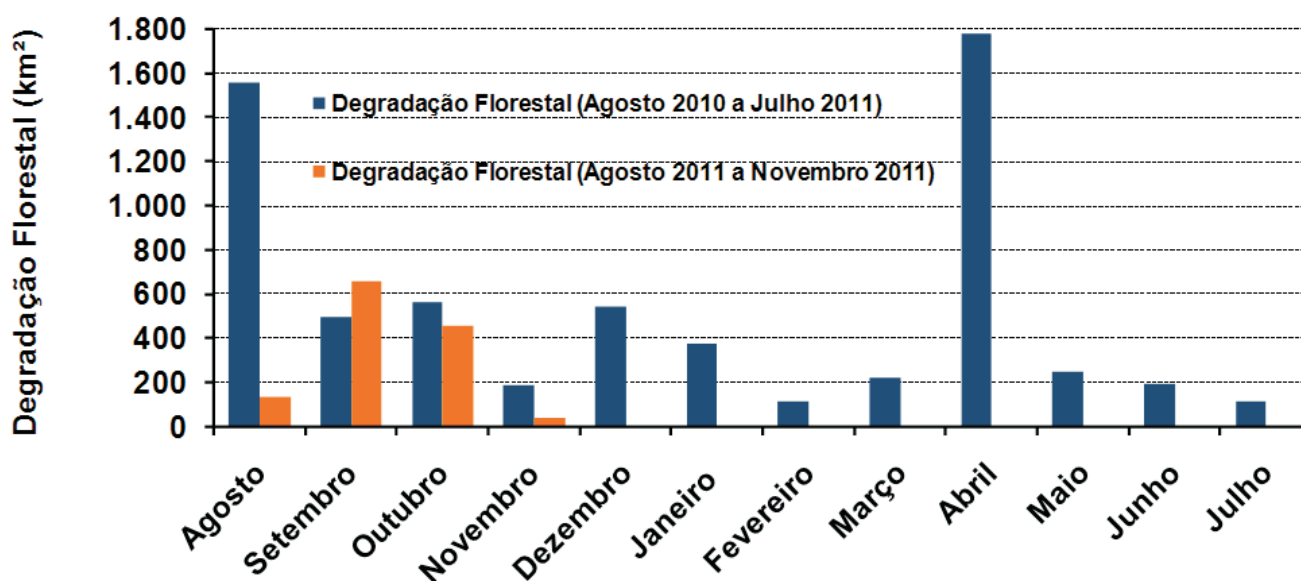


Figura 4. Degradação Florestal de agosto de 2010 a novembro de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

Degradação Florestal

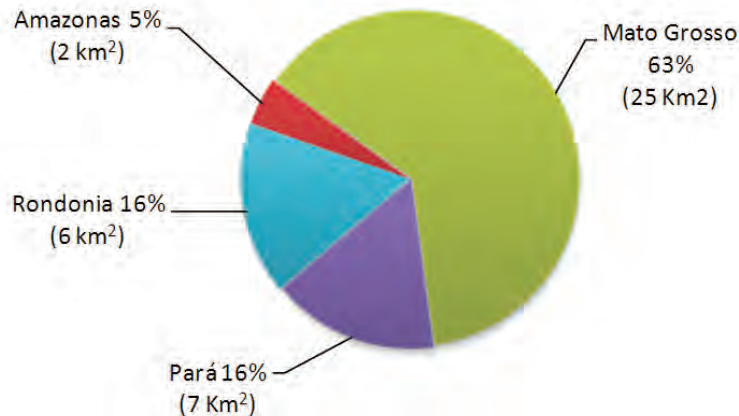


Figura 5. Degradação florestal (%) dos Estados da Amazônia Legal em novembro de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2011 a novembro de 2011 atingiu 1.285 quilômetros quadrados. Isso representa uma redução de 54% na degradação florestal acumulada nesse período (agosto de 2011 a novembro de 2011) em relação ao mesmo período anterior (agosto de 2010 a novembro de 2010) quando a degradação florestal somou 2.787 quilômetros quadrados (Tabela 2).

Acre apresentou uma redução de 98% da degradação florestal entre agosto de 2011 a novembro de 2011 comparado com agosto de 2010 a novembro de 2010. As reduções foram mais expressivas no Amazonas (-79%), Rondônia (-76%) e Pará (-73%)

Mato Grosso lidera o ranking da degradação florestal com 77% do total no período de agosto de 2011 a novembro de 2011. Em seguida aparece Pará com 15%. Esses dois estados foram responsáveis por 92% da degradação florestal na Amazônia Legal durante esse período. O restante (8%) ocorreu em Rondônia e Amazonas.

Em termos absolutos, o Mato Grosso também lidera o ranking da degradação florestal acumulada com 994 quilômetros quadrados, seguido de longe pelo Pará (194 quilômetros quadrados), Rondônia (71 quilômetros quadrados), Amazonas (17 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 novembro de 2010 e de agosto de 2011 a novembro de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

| Estado | Agosto 2010 a Novembro 2010 | Agosto 2011 a Novembro 2011 | Varição (%) |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
| Acre | 122 | 3 | -98 |
| Amazonas | 82 | 17 | -79 |
| Mato Grosso | 1.529 | 994 | -35 |
| Pará | 729 | 194 | -73 |
| Rondônia | 299 | 71 | -76 |
| Roraima | 2 | 6 | +200 |
| Tocantins | 24 | - | - |
| Amapá | - | - | - |
| Total | 2.787 | 1.285 | -54 |

* 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 novembro de 2011, os 16 quilômetros quadrados de desmatamento detectado pelo SAD na Amazônia Legal comprometeram 684 mil toneladas (com margem de erro de 94 mil toneladas de carbono). Essa quantidade de carbono afetada resulta em 2,5 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (Figura 6).

O carbono florestal comprometido pelo desmatamento no período de agosto de 2011 a novembro de 2011 foi de 9,4 milhões de toneladas (com margem de erro de 195 mil toneladas), o que representou cerca de 34 milhões de toneladas de CO₂

equivalente (Figura 6). Em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2010 a novembro de 2010) houve redução de 4% na quantidade de carbono comprometido pelo desmatamento. O aumento relativo (4%) do carbono florestal afetado pelo desmatamento no período de agosto de 2011 a novembro de 2011 em relação ao período anterior (agosto de 2010 a novembro de 2011) foi menor que a redução de 12% do desmatamento detectado pelo SAD durante o mesmo período. Isso sugere que o desmatamento esse ano está ocorrendo em áreas com menores estoques de carbono florestal.

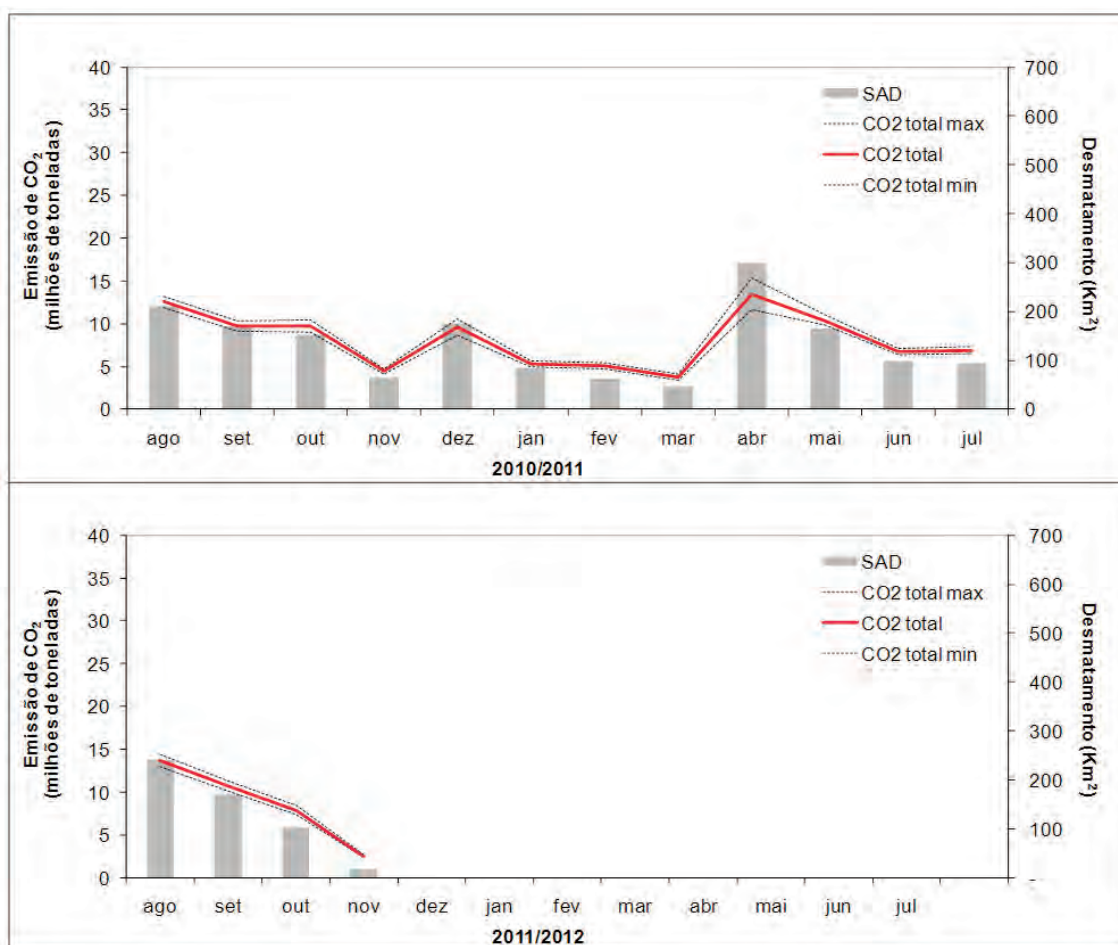


Figura 6. Desmatamento e emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) equivalente total de agosto de 2010 a novembro de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon).

Geografia do Desmatamento

Em relação a situação fundiária, em novembro de 2011, a maioria (69%) do desmatamento ocorreu em Assentamentos de reforma Agrária. O restante do

desmatamento foi registrado em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse (29%) e Unidade de Conservação (2%) (Tabela 3).

Tabela 3. Desmatamento por categoria fundiária em novembro de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

| Categoria | Novembro de 2011 | |
|--|------------------|------------|
| | km ² | % |
| Assentamento de Reforma Agrária | 10,7 | 69 |
| Unidades de Conservação | 0,5 | 2 |
| Terras Indígenas | - | - |
| Privadas, Posse & Devolutas ³ | 4,5 | 29 |
| Total (km²) | 16 | 100 |

Assentamentos de Reforma Agrária

O SAD registrou 11 quilômetros quadrados de desmatamento nos Assentamentos de Reforma Agrária durante novembro de 2011. Os Assentamentos mais

afetados pelo desmatamento foram Rio Juma (Apuí; Amazonas), Juruti Velho (Juruti; Pará), e Pedro Peixoto (Plácido de Castro; Acre). (Figura 7).

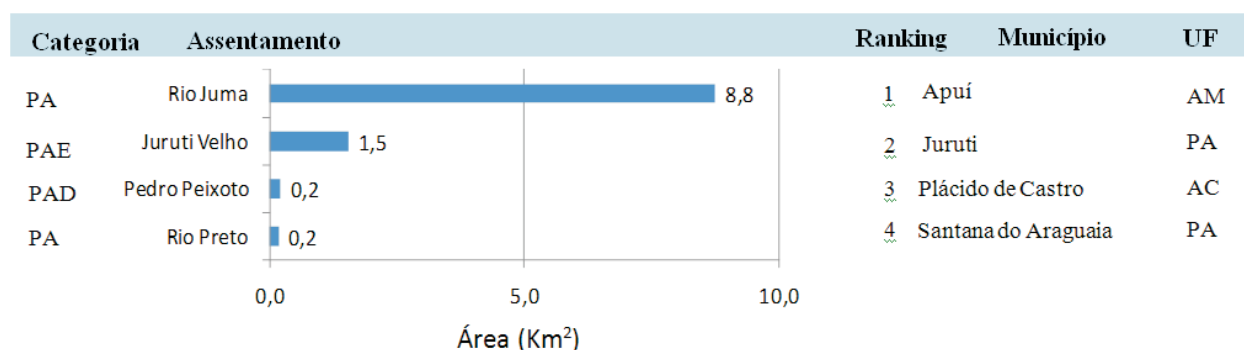


Figura 7. Assentamentos de Reforma Agrária desmatados em novembro de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD). PA (Projeto de Assentamento), PAE (Projeto de Assentamento Estadual), PAD (Projeto de Assentamento Dirigido).

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

Áreas Protegidas

Devido a cobertura de nuvens em novembro de 2011, o SAD detectou menos de 1 quilometro quadrado na Flona de Itaituba II

(Pará) (Figura 8). Não houve detecção de desmatamento em Terras Indígenas em novembro de 2011.

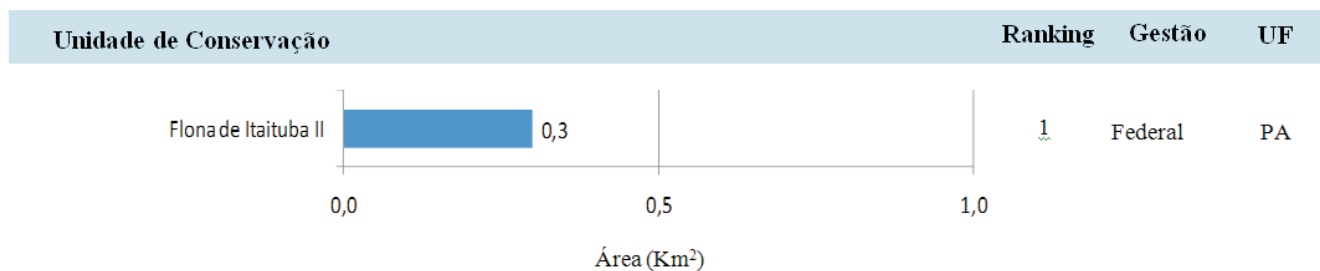


Figura 8. Unidade de Conservação desmatada na Amazônia Legal em novembro de 2011 (Fonte: Imazon /SAD).

Municípios Críticos

Em novembro de 2011, os municípios mais desmatados foram Apuí (Amazonas), Juruti (Pará),

Santo Afonso (Mato Grosso) (Figura 9 e 10).

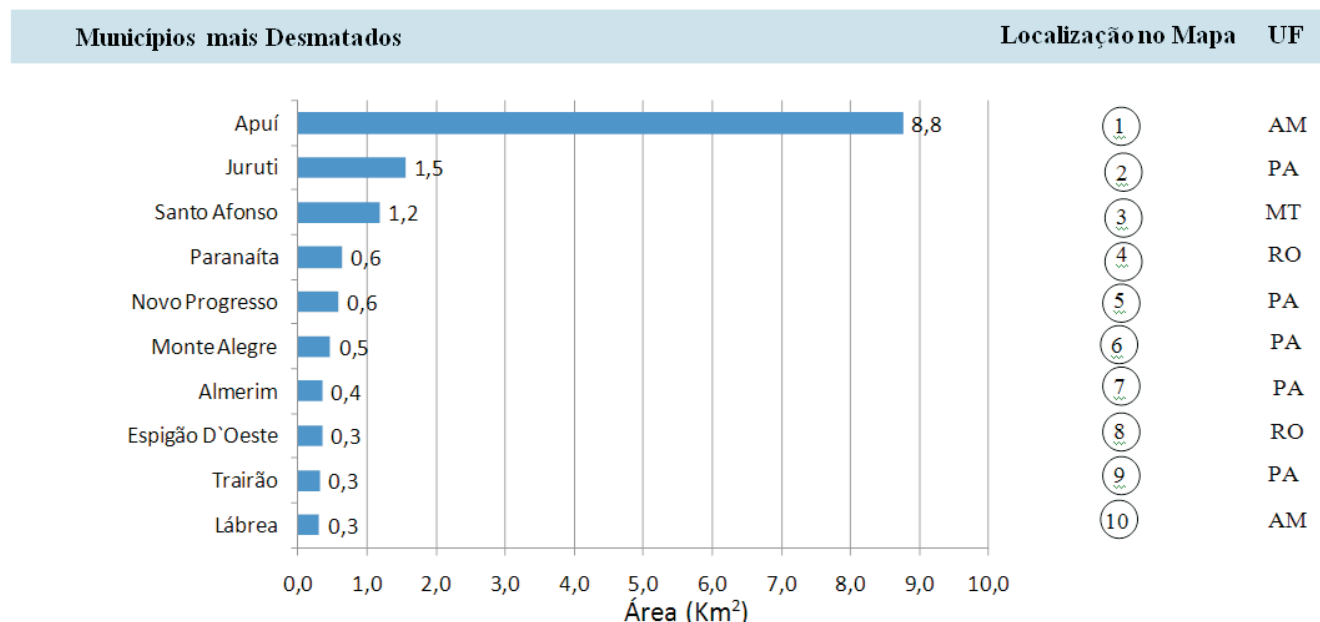


Figura 9. Municípios mais desmatados na Amazônia Legal em novembro de 2011 (Fonte: Imazon /SAD).

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

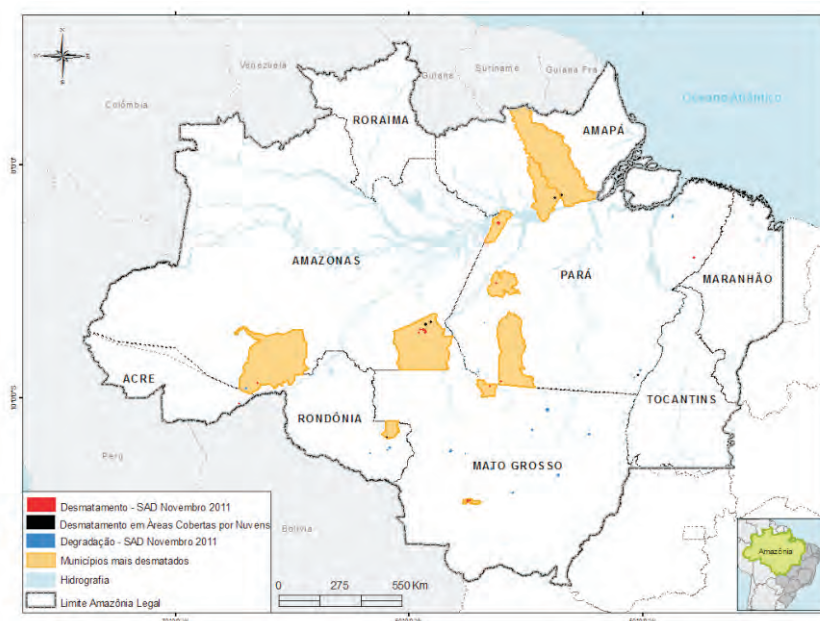


Figura 10. Municípios mais desmatados em novembro de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

Cobertura de Nuvem e Sombra

Em novembro de 2011, foi possível monitorar com o SAD somente 29% da área florestal na Amazônia Legal. Os outros 71% do território estavam cobertos por nuvens o que dificultou a detecção do desmatamento e da degradação florestal. A maioria dos Estados da Amazônia Legal tiveram

mais de 70% de suas áreas florestais cobertas por nuvens, são eles: Roraima (89%), Pará (73%), Amapá (73%), Amazonas (72%) e Mato Grosso (70%). Em virtude disso, os dados de desmatamento e degradação em novembro de 2011 podem estar subestimados.(Figura 11).

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

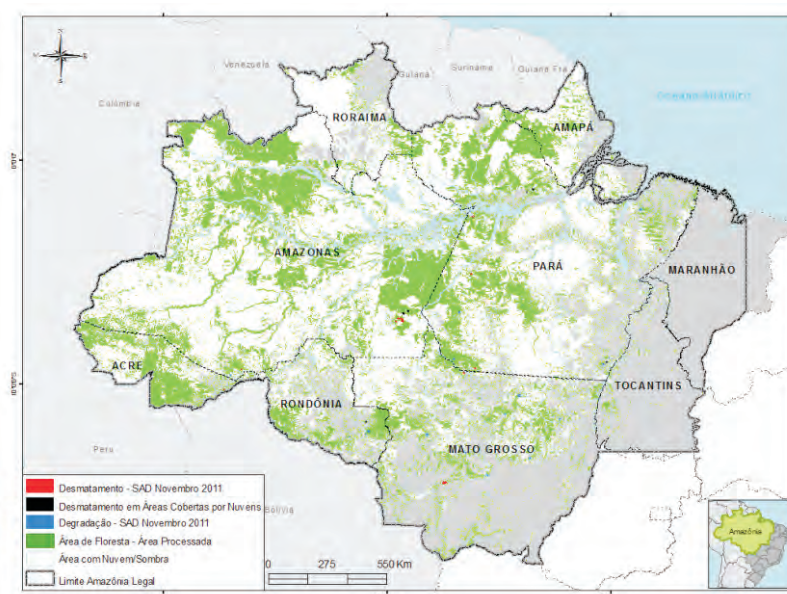


Figura 11. Área com nuvem e sombra em novembro de 2011 na Amazônia Legal.

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

Validação dos dados SAD utilizando Imagens Landsat e Cbers

Os dados do SAD são validados com imagens CBERS e Landsat (resolução espacial mais fina) disponíveis pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). São utilizadas as imagens disponíveis logo após o mês analisado pelo SAD. Em novembro de 2011, não foi possível confirmar com imagens Landsat o desmatamento detectado pelo devido a grande ocorrência de nuvens nas imagens Landsat e CBERS disponíveis no período.

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 novembro de 2010.

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%).

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 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. 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)

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)