

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

## RESUMO

Em novembro de 2010, o SAD detectou 65 quilômetros quadrados de desmatamento na Amazônia Legal. Isso representou uma redução de 13% em relação a novembro de 2009 quando o desmatamento somou 75 quilômetros quadrados.

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2010 a novembro de 2010 somou 598 quilômetros quadrados. Em comparação com o período anterior (agosto 2009-novembro 2009), quando o desmatamento somou 757 quilômetros quadrados, houve redução de 21%.

Em novembro de 2010 os estados com maior área desmatada foram Mato Grosso (38%) seguido do Pará (29%) e Rondônia (20%). O restante do desmatamento ocorreu em Roraima (5%), Amazonas (5%) e Acre (3%).

As florestas degradadas na Amazônia Legal somaram 188 quilômetros quadrados em novembro de 2010. Em comparação novembro de 2009, quando a degradação somou 29 quilômetros quadrados, houve um aumento extremamente expressivo de 548%. A maioria (51%) da degradação florestal ocorreu no Pará seguido por Mato Grosso (39%).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2010 a novembro de 2010

totalizou 2.805 quilômetros quadrados. Isso representou um aumento expressivo (256%) em relação ao período anterior (agosto de 2009 a novembro de 2009) quando a degradação florestal somou 789 quilômetros quadrados.

Em novembro de 2010, o desmatamento detectado pelo SAD comprometeram 4 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente o que representa uma queda de 21% em relação a novembro de 2009. No acumulado do período (agosto – novembro 2010) o desmatamento comprometeu 36 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes. Isso representa uma redução de 23% em relação ao período anterior (agosto de 2009 a novembro de 2009) quando o carbono florestal afetado pelo desmatamento foi cerca de 47 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Foi possível monitorar com o SAD somente 30% da área florestal na Amazônia Legal em novembro de 2010. Os outros 70% estavam cobertos por nuvem o que dificultou o monitoramento na região principalmente no Amapá, Rondônia, Pará e Mato Grosso, os quais tiveram mais de 70% da área florestal coberto por nuvens. Em virtude disso, os dados de desmatamento e degradação em novembro podem estar subestimados.

## Estatísticas do Desmatamento

De acordo com o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) do Imazon, o desmatamento (isto é, supressão total da floresta com exposição do solo) em novembro de 2010 na Amazônia Legal atingiu 65 quilômetros quadrados (Figura 1 e Figura 2).

Isso representou uma redução de 13% no desmatamento de novembro de 2010 em relação ao desmatamento detectado em novembro de 2009 quando o desmatamento atingiu 75 quilômetros quadrados.

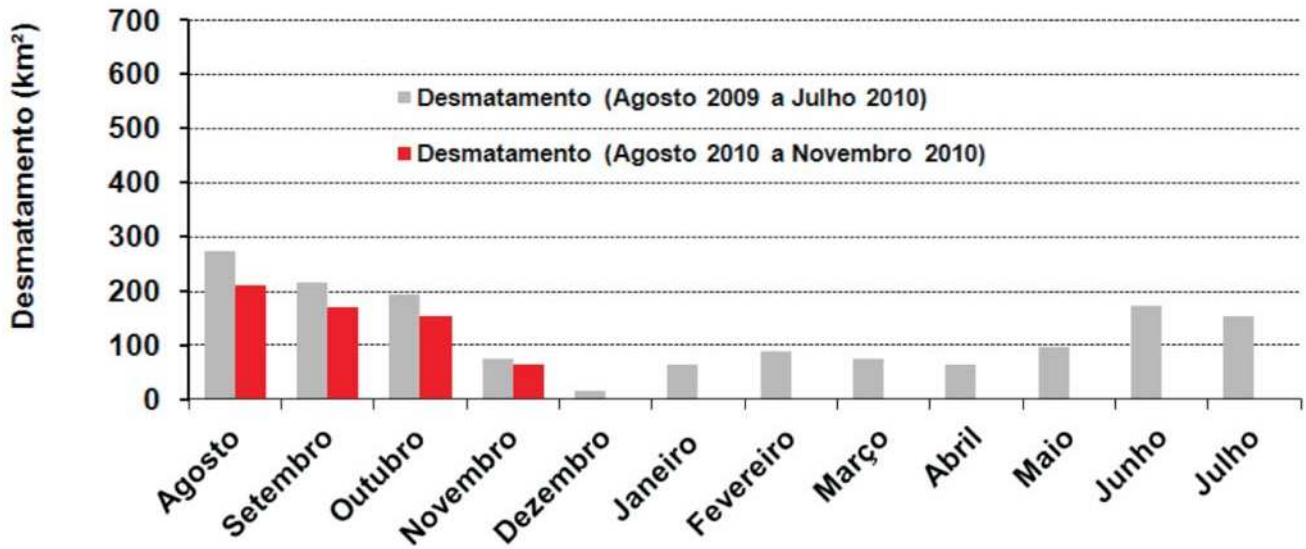


Figura 1. Desmatamento de agosto de 2009 a novembro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

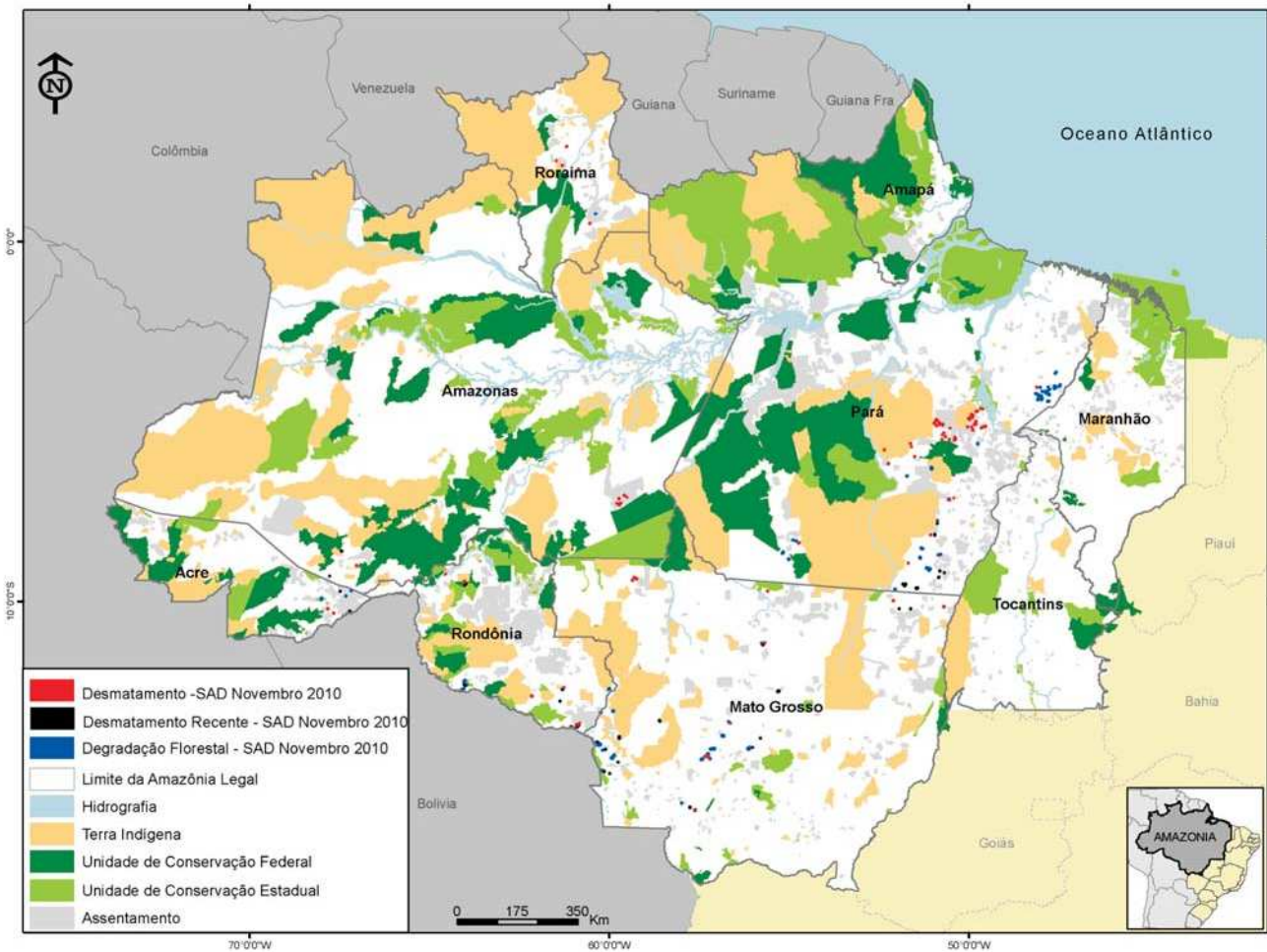
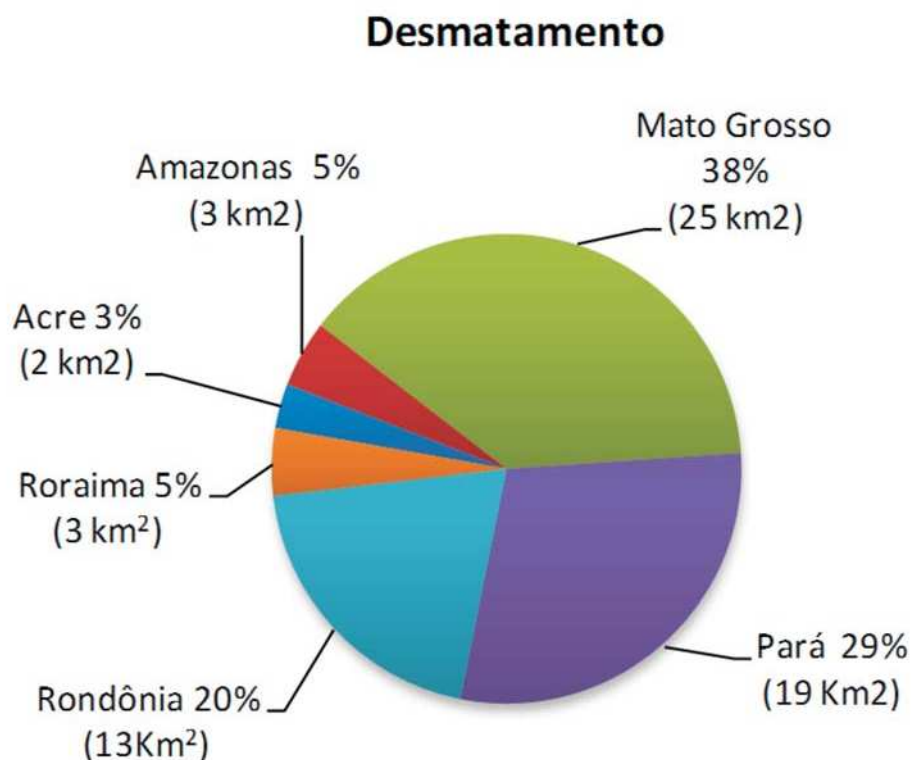


Figura2. Desmatamento e Degradação Florestal em novembro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2010 a novembro de 2010, correspondendo aos quatro primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento, atingiu 598 quilômetros quadrados. Isso representa uma queda de 21% no desmatamento acumulado nesse período (agosto de 2010 a novembro de 2010) em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a novembro de 2009) quando o

desmatamento atingiu 757 quilômetros quadrados.

Em novembro de 2010, Mato Grosso contribuiu com 38% da área total desmatada na Amazônia Legal (Figura 3). Em seguida aparece Pará com 29% e Rondônia com 20%. Nos outros Estados o desmatamento foi proporcionalmente menor, com o Amazonas contribuindo com 5%, Roraima com 5% e Acre com 3%.



**Figura 3.** Desmatamento (%) nos Estados da Amazônia Legal em novembro de 2010 (Fonte: Imazon/SAD).

Considerando os quatro primeiros meses do calendário atual de desmatamento (agosto de 2010 a novembro de 2010), o Pará lidera o ranking com 35% do total desmatado no período. Em seguida aparece Mato Grosso com 26%, Rondônia com 16% e Amazonas com 15%. Esses quatro estados foram responsáveis por 92% do desmatamento ocorrido na Amazônia Legal nesse período. O restante (8%) do desmatamento ocorreu no Acre, Roraima, e Tocantins.

Comparando o desmatamento ocorrido em agosto de 2010 a novembro de 2010 com o mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a novembro de

2009), houve uma redução de 21% no desmatamento na Amazônia Legal (Tabela 1). Em termos relativos, essa redução foi mais expressiva em Roraima (-82%), seguido por Pará (-49%) e Amazonas (-1%). Por outro lado, houve aumento de 53% no Mato Grosso, Acre (50%) e Rondônia (5%).

Em termos absolutos, o Pará lidera o ranking do desmatamento acumulado com 208 quilômetros quadrados, seguido por Mato Grosso (155 quilômetros quadrados), Rondônia (98 quilômetros quadrados) e Amazonas (89 quilômetros quadrados).

**Tabela 1.** Evolução do desmatamento entre os Estados da Amazônia Legal de agosto de 2009 a novembro de 2009 e de agosto de 2010 a novembro de 2010 (Fonte: Imazon/SAD).

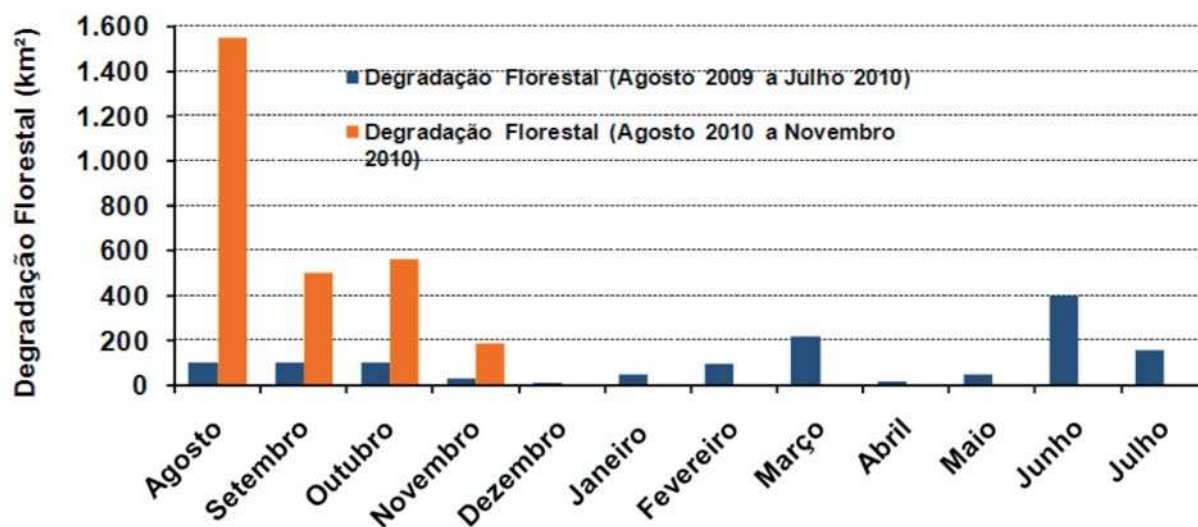
Estado	Agosto 2009 a Novembro 2010	Agosto 2010 a Novembro 2010	Varição (%)
Acre	28	42	+ 50
Amazonas	90	89	- 1
Mato Grosso	101	155	+ 53
Pará	408	208	- 49
Rondônia	93	98	+ 5
Roraima	22	4	- 82
Tocantins	-	2	-
Amapá	15	-	-
<b>Total</b>	<b>757</b>	<b>598</b>	<b>- 21</b>

\* Os dados do Maranhão não foram analisados.

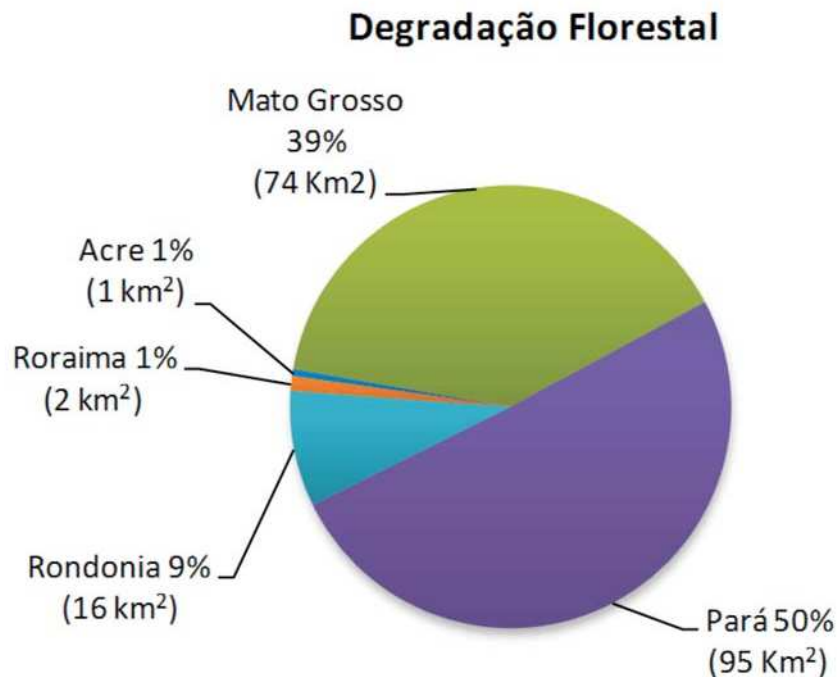
## Estatística da Degradação Florestal

Em novembro de 2010, o SAD registrou 188 quilômetros quadrados de florestas degradadas (florestas intensamente exploradas pela atividade madeireira e/ou queimadas) (Figuras 2 e 4). Isso corresponde ao aumento extremamente significativo de 548% em relação ao mesmo período do ano anterior

(novembro de 2009) quando a degradação florestal atingiu 29 quilômetros quadrados. Do total, a maioria (51%) dessa degradação ocorreu no Pará, seguido por Mato Grosso (39%), Rondônia (9%), Acre (1%), e Roraima (1%).



**Figura 4.** Degradação Florestal de agosto de 2009 a novembro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).



**Figura 5.** Degradação florestal (%) dos Estados da Amazônia Legal em novembro de 2010 (Fonte: Imazon/SAD).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2010 a novembro de 2010 (quatro primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento), atingiu 2.805 quilômetros quadrados. Isso representa um aumento extremamente expressivo de 256% na degradação florestal acumulada nesse período (agosto de 2010 a novembro de 2010) em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a novembro de 2009) quando a degradação florestal somou 789 quilômetros quadrados (Tabela 2).

Tocantins apresentou em termos relativos um aumento expressivo de 2.300%, entretanto em termos absolutos o aumento foi ainda muito reduzido passando de apenas 1 quilômetro quadrado entre agosto de 2009 a novembro de 2009 para 24 quilômetros quadrados de agosto de 2010 a novembro de 2010. Outros estados também contribuíram para o aumento da degradação florestal: Acre (+ 417%), Mato

Grosso (+ 378%), Amazonas (+295%), Rondônia (+154%) e Pará (+146%).

Mato Grosso lidera o ranking com 55% do total das áreas florestais degradadas acumuladas no período de agosto de 2010 a novembro de 2010. Em seguida aparece Pará com 26% e Rondônia com 11%. Esses três estados foram responsáveis por 92% da degradação florestal na Amazônia Legal durante esse período. Os outros 8% ocorreu no Amazonas, Acre, Tocantins e Roraima.

Em termos absolutos, o Mato Grosso lidera o ranking da degradação florestal acumulada com 1.538 quilômetros quadrados, seguido pelo Pará (732 quilômetros quadrados), Rondônia (302 quilômetros quadrados), Acre (124 quilômetros quadrados), Amazonas (83 quilômetros quadrados), Tocantins (24 quilômetros quadrados) e Roraima (2 quilômetros quadrados).

**Tabela 2.** Evolução da degradação florestal entre os Estados da Amazônia Legal de agosto de 2009 a novembro de 2009 e de agosto de 2010 a novembro de 2010 (Fonte: Imazon/SAD).

Estado	Agosto 2009 a Novembro 2010	Agosto 2010 a Novembro 2010	Variação (%)
Acre	24	124	+ 417
Amazonas	21	83	+ 295
Mato Grosso	322	1538	+ 378
Pará	297	732	+ 146
Rondônia	119	302	+ 154
Roraima	4	2	- 50
Tocantins	1	24	+ 2.300
Amapá	1	-	-
<b>Total</b>	<b>789</b>	<b>2.805</b>	<b>+ 256</b>

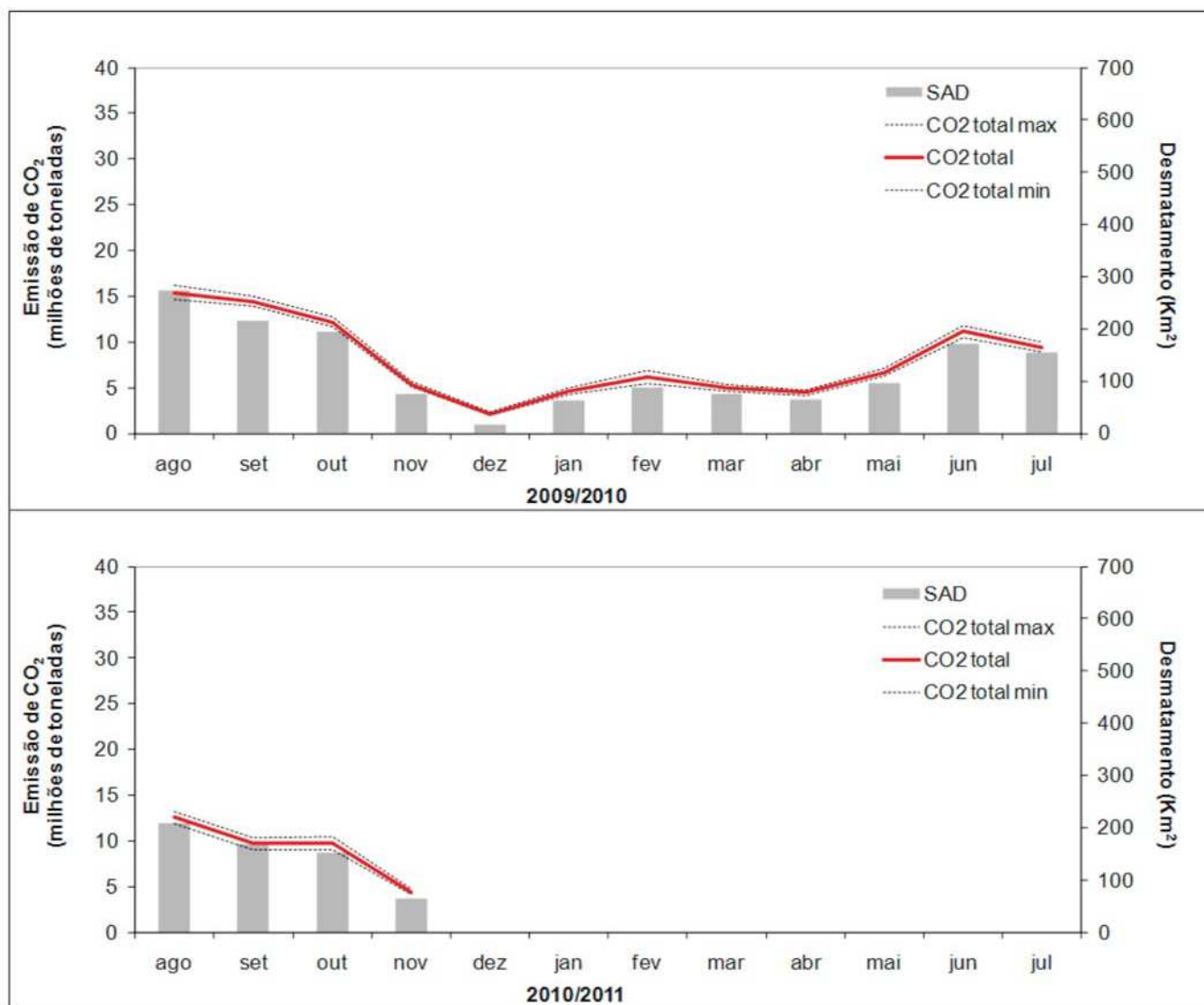
\* Os dados do Maranhão não foram analisados.

## Carbono Afetado pelo Desmatamento

Em novembro de 2010, os 65 quilômetros quadrados de desmatamento detectado pelo SAD na Amazônia Legal comprometeram 1,1 milhões de toneladas (com margem de erro de 205 mil toneladas) de carbono. Essa quantidade de carbono afetada resulta em 4 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente (Figura 6). Isso representa uma queda de 21% em relação a novembro de 2009 quando o carbono florestal afetado foi de 1,4 milhões de toneladas.

O carbono florestal comprometido pelo desmatamento no período de agosto de 2010 a

novembro de 2010 (quatro primeiros meses do atual calendário de desmatamento) foi de 9,8 milhões de toneladas (com margem de erro de 215 mil toneladas), o que representou cerca de 36 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente (Figura 6). Em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a novembro de 2009) houve uma redução de 23% na quantidade de carbono comprometido pelo desmatamento. O mesmo ocorreu na redução relativa do desmatamento que foi de 21% na comparação dos dois períodos.



**Figura 6.** Desmatamento e emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente total de agosto de 2009 a novembro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon).

## Geografia do Desmatamento

Em relação a situação fundiária, em novembro de 2010, a maioria (82%) do desmatamento ocorreu em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse. O restante do

desmatamento foi registrado em Assentamentos de Reforma Agrária (14%), seguido de Unidades de Conservação (3%) e Terras Indígenas (2%) (Tabela 3).

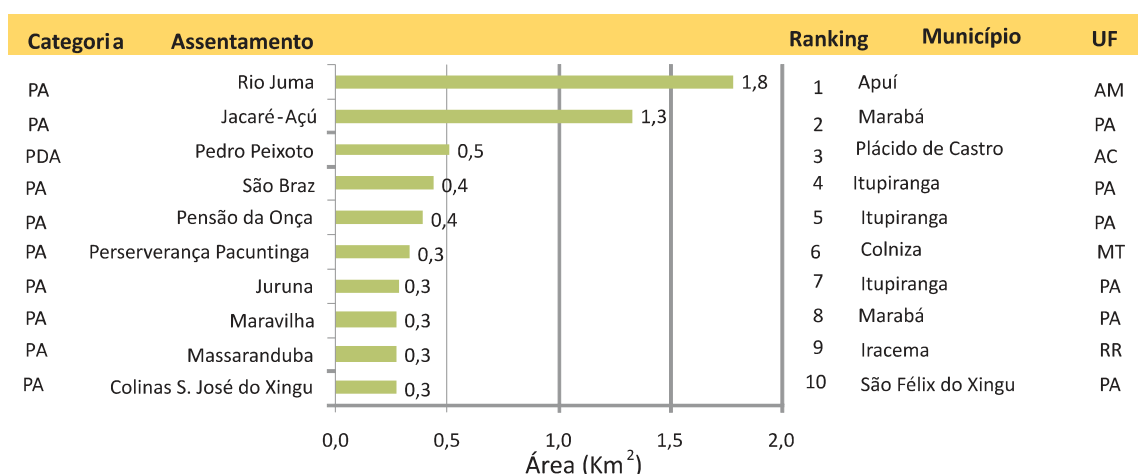
**Tabela 3.** Desmatamento por categoria fundiária em novembro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

Categoria	Novembro de 2010	
	Km <sup>2</sup>	%
Assentamento de Reforma Agrária	9	14
Unidades de Conservação	1,7	3
Terras Indígenas	1,2	2
Privadas, Posse & Devolutas <sup>3</sup>	53	82
<b>Total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>65</b>	<b>100</b>

## Assentamentos de Reforma Agrária

O SAD registrou 9 quilômetros quadrados nos Assentamentos de Reforma Agrária durante novembro de 2010. Os Assentamentos mais afetados pelo

desmatamento foram Rio Juma (Apuí; Amazonas), Jacaré-Açú (Marabá; Pará), e Pedro Peixoto (Plácido de Castro; Acre) (Figura 7).



**Figura 7.** Assentamentos de Reforma Agrária mais desmatados em novembro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

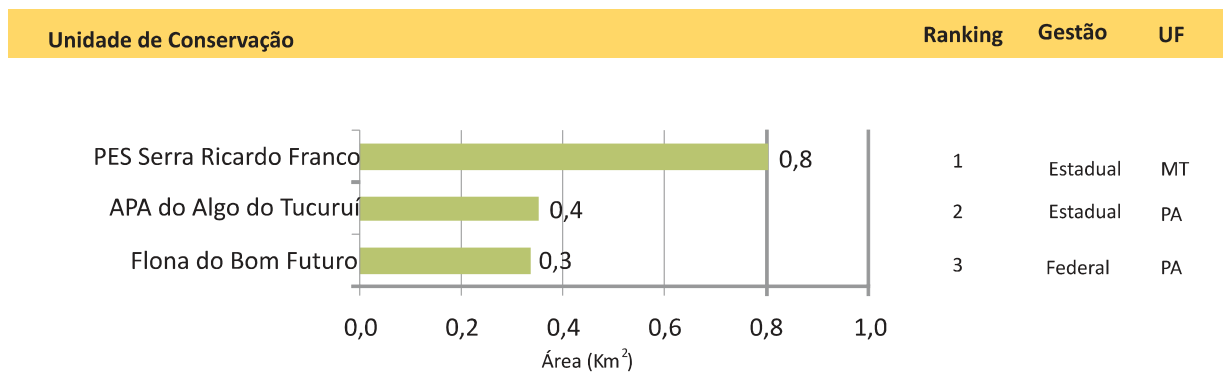


## Áreas Protegidas

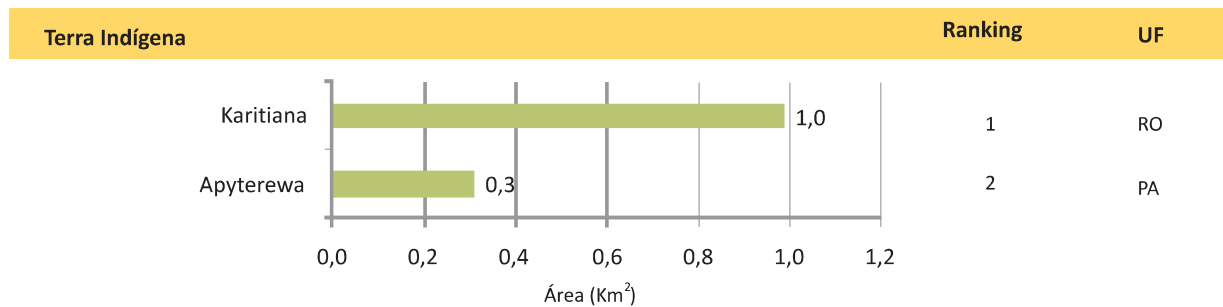
O SAD detectou apenas 1,7 quilômetros quadrados de desmatamento em Unidade de Conservação (Figura 8). As Unidades de Conservação que sofreram desmatamento foram: PES Serra Ricardo Franco (Mato Grosso), APA do Lago do Tucuruí (Pará),

e Flona do Bom Futuro (Rondônia).

No caso das Terras Indígenas em novembro de 2010 foram detectados somente 1,2 quilômetros quadrados. As duas Terras Indígenas desmatadas foram Karitiana (Rondônia) e Apyterewa (Pará) (Figura 9).



**Figura 8.** Unidades de Conservação mais desmatadas na Amazônia Legal em novembro de 2010 (Fonte: Imazon /SAD).



**Figura 9.** Terras Indígenas mais desmatadas na Amazônia Legal em novembro de 2010 (Fonte: Imazon /SAD).

### Municípios Críticos

Em novembro de 2010, os municípios mais desmatados foram: Pimenteiras do Oeste (Rondônia),

Vera (Mato Grosso) e São Félix do Xingu (Pará) (Figura 10 e 11).

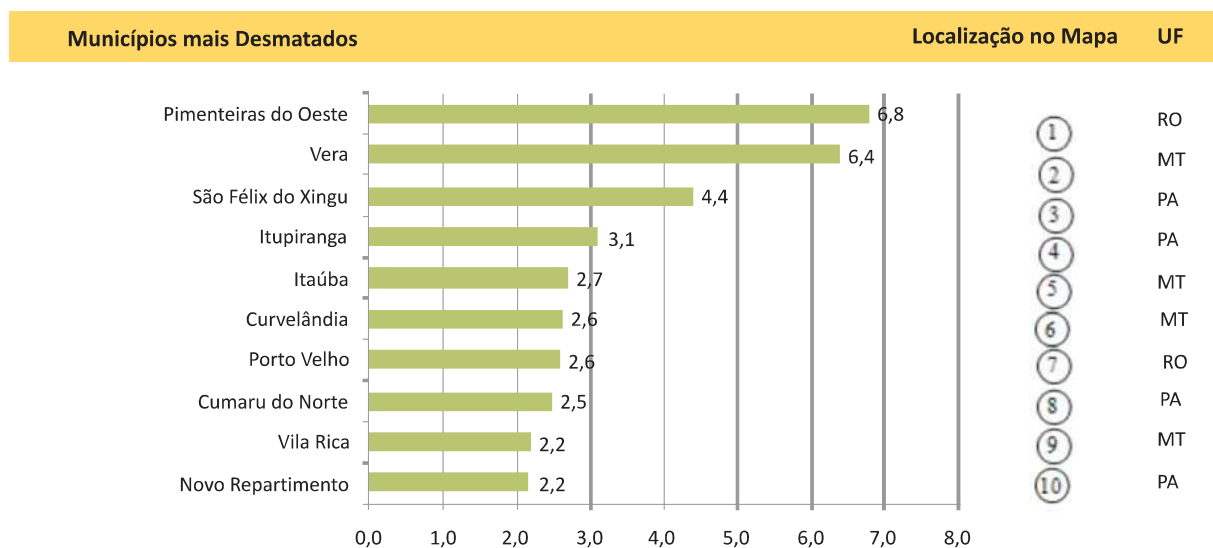


Figura 10. Municípios mais desmatados na Amazônia Legal em novembro de 2010 (Fonte: Imazon /SAD).

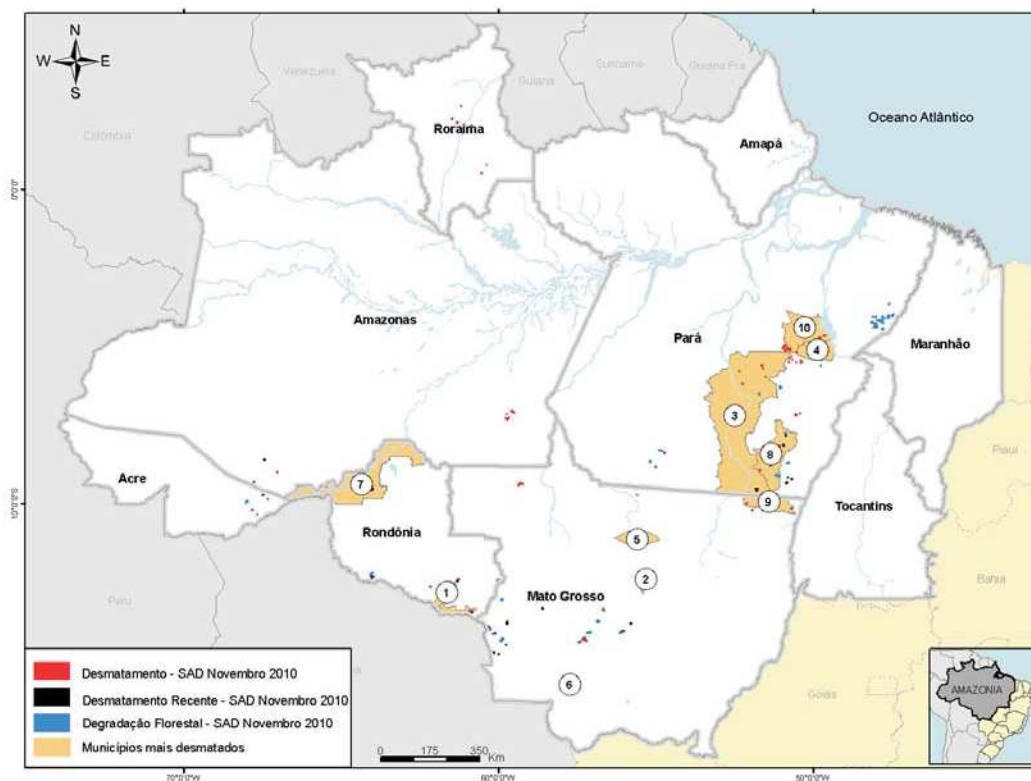


Figura 11. Municípios mais desmatados em novembro de 2010 (Fonte: Imazon/SAD).

## Cobertura de Nuvem e Sombra

Em novembro de 2010, foi possível monitorar com o SAD somente 30% da área florestal na Amazônia Legal. Os outros 70% do território estavam cobertos por nuvens o que dificultou o monitoramento principalmente no Amapá, Pará, Mato Grosso e

Rondônia (Figura 12). Esses estados tiveram mais de 70% do território florestal coberto por nuvens. Devido isso os dados de desmatamento para esses Estados podem estar subestimados em novembro de 2010.

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

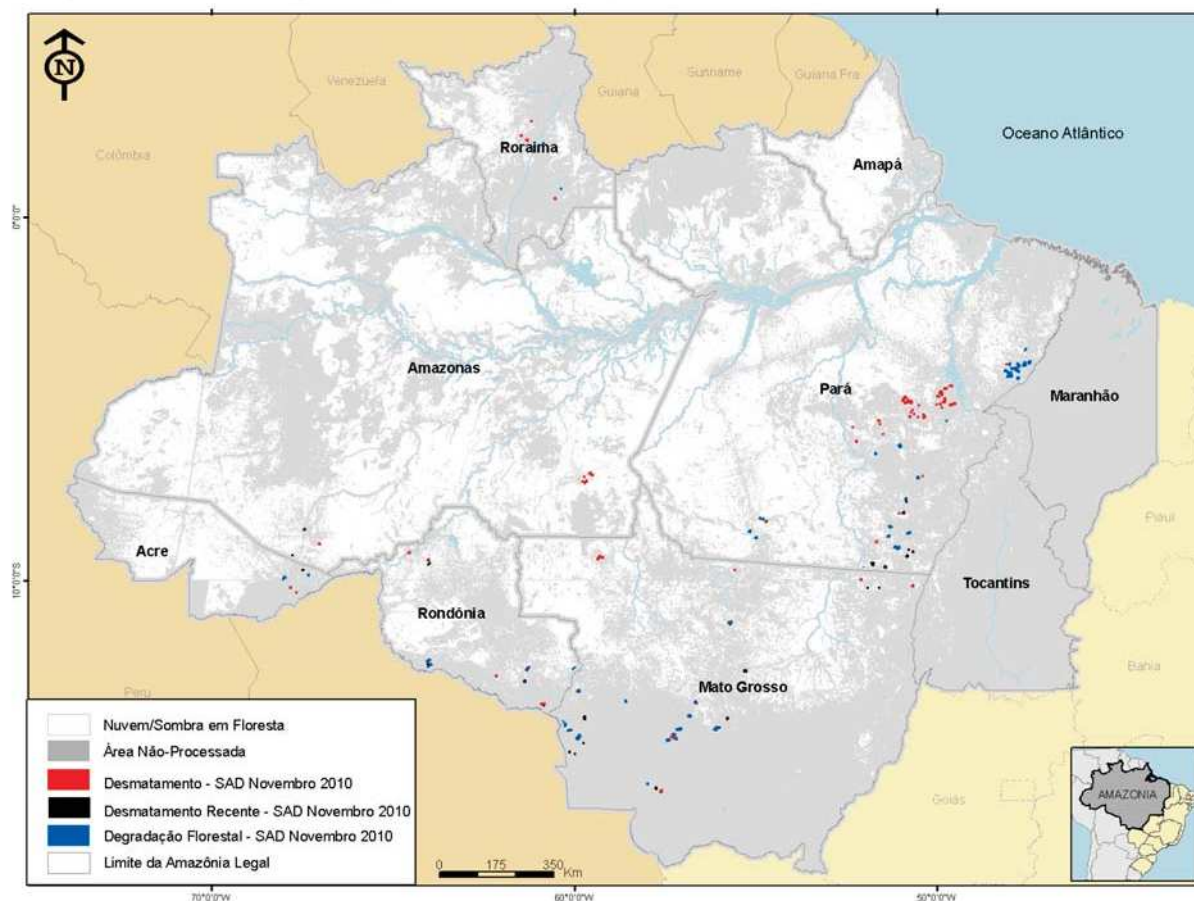
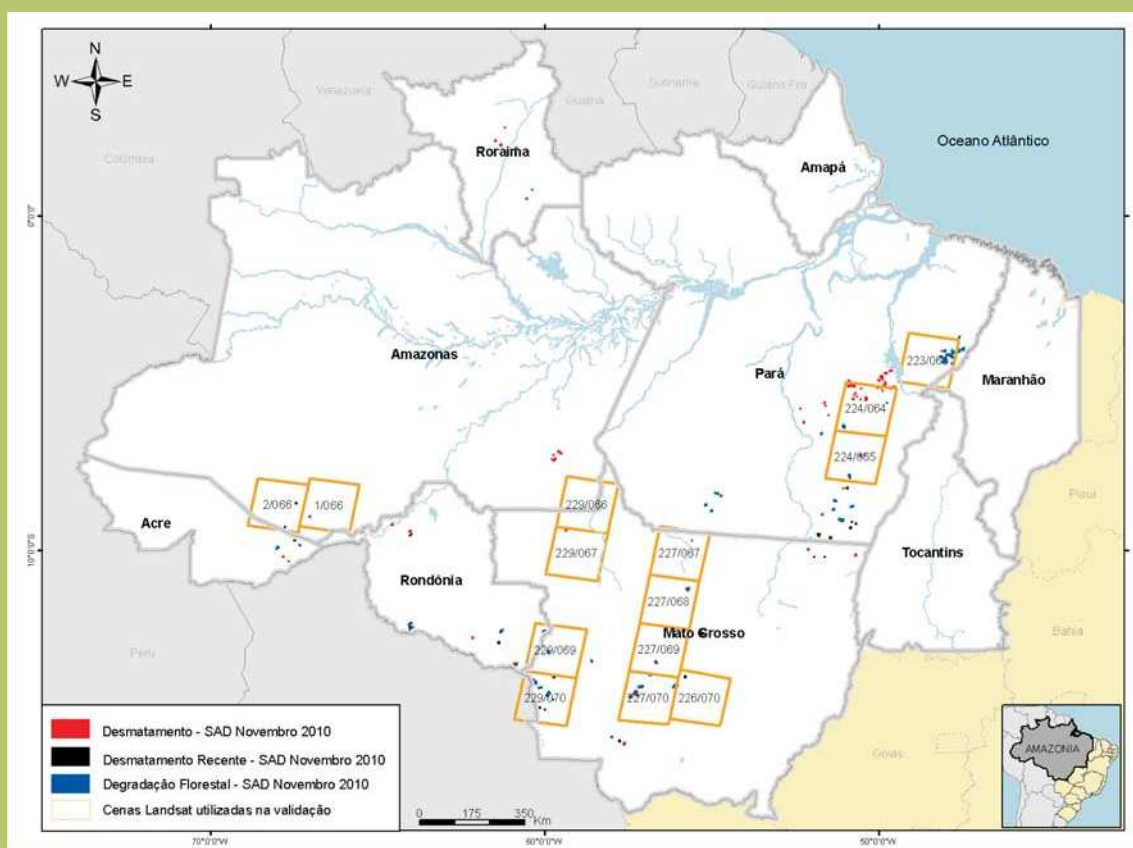


Figura 12. Área com nuvem e sombra em novembro de 2010 na Amazônia Legal.

## 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. Todos os polígonos de desmatamento detectados pelo SAD são verificados usando as imagens detalhadas. Desmatamentos menores que 6,25 hectares, ou seja, abaixo da capacidade de detecção do SAD, não são incluídos nas estatísticas, caso ocorram nas imagens com resolução mais detalhada. Porém, se forem confirmados falsos sinais de desmatamentos detectados pelo SAD, esses são removidos da estatística mensal.

Em novembro de 2010, somente 30% do desmatamento detectado pelo SAD foi confirmado com as imagens Landsat (Figura 13). Os outros 70% não foram confirmados devido grande ocorrência de nuvens nas imagens Landsat e CBERS disponíveis no período.



**Figura 13.** Cenas Landsat utilizadas na validação dos polígonos de desmatamento detectado pelo SAD em novembro de 2010.

## 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. A metodologia 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 Não Ativa (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 agosto 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<sub>t</sub>: Carbono emitido no mês t.

C<sub>t</sub>(S): Carbono emitido de um polígono desmatado no tempo t.

S<sub>D</sub>: Área desmatada.

BVAS: Biomassa acima do solo da região desmatada S<sub>D</sub>.

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

fc: fração de carvão (3 a 6%).

BAS<sub>0</sub>: 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 CO<sub>2</sub> equivalente aplicamos o valor de 3,68.

### Referências:

D.C. Morton<sup>1</sup>, M.H. Sales<sup>2</sup>, C.M. Souza, Jr.<sup>2</sup>, B. Griscom<sup>3</sup>. 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

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)