

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

### RESUMO

Em março de 2011, o SAD detectou 46 quilômetros quadrados de desmatamento na Amazônia Legal. Isso representou uma redução de 39% em relação a março de 2010 quando o desmatamento somou 76 quilômetros quadrados.

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2010 a março de 2011, correspondendo aos oito primeiros meses do calendário atual de desmatamento, totalizou 972 quilômetros quadrados. Houve uma ligeira redução de 3% em relação ao mesmo período anterior (agosto de 2009 a março de 2010) quando o desmatamento somou 1.000 quilômetros quadrados.

Em março de 2011 os estados com maior área desmatada foram Rondônia com 69%, seguido por Mato Grosso 23%. O restante do desmatamento ocorreu no Acre (4%), Pará (2%) e Roraima (2%).

As florestas degradadas na Amazônia Legal somaram 299 quilômetros quadrados em março de 2011. Em comparação com março de 2010, quando a degradação somou 220 quilômetros quadrados, houve aumento de 35%. A maioria (73%) dessa degradação ocorreu em Mato Grosso seguido de longe por Rondônia (27%).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2010 a março de 2011 totalizou 4.056 quilômetros quadrados. Em relação ao período anterior (agosto de 2009 a março de 2010) houve aumento expressivo (225%) quando a degradação florestal somou 1.248 quilômetros quadrados.

Em março de 2011, o desmatamento detectado pelo SAD comprometeram 1 milhão de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente o que representa uma queda de 23% em relação a março de 2010. No acumulado do período (agosto 2010 - março 2011) o desmatamento comprometeu 60 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes e representou uma redução de 8% em relação ao período anterior (agosto de 2009 a março de 2010).

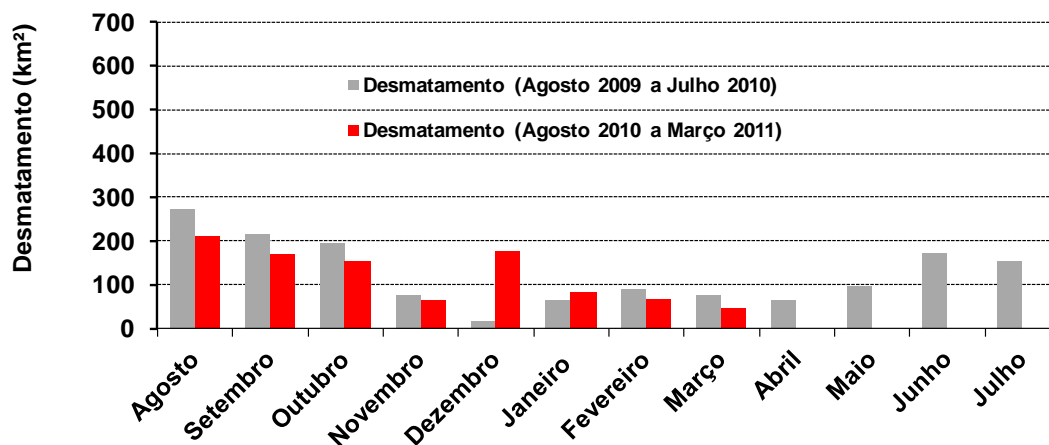
Foi possível monitorar com o SAD somente 19% da área florestal na Amazônia Legal em março de 2011. Os outros 81% estavam cobertos por nuvem o que dificultou o monitoramento na região principalmente no Pará e Mato Grosso, que tiveram 93% e 80% da área florestal coberto por nuvens, respectivamente. Esses Estados sempre foram responsáveis pelos maiores desmatamento da região amazônica.

### Estatística de Desmatamento

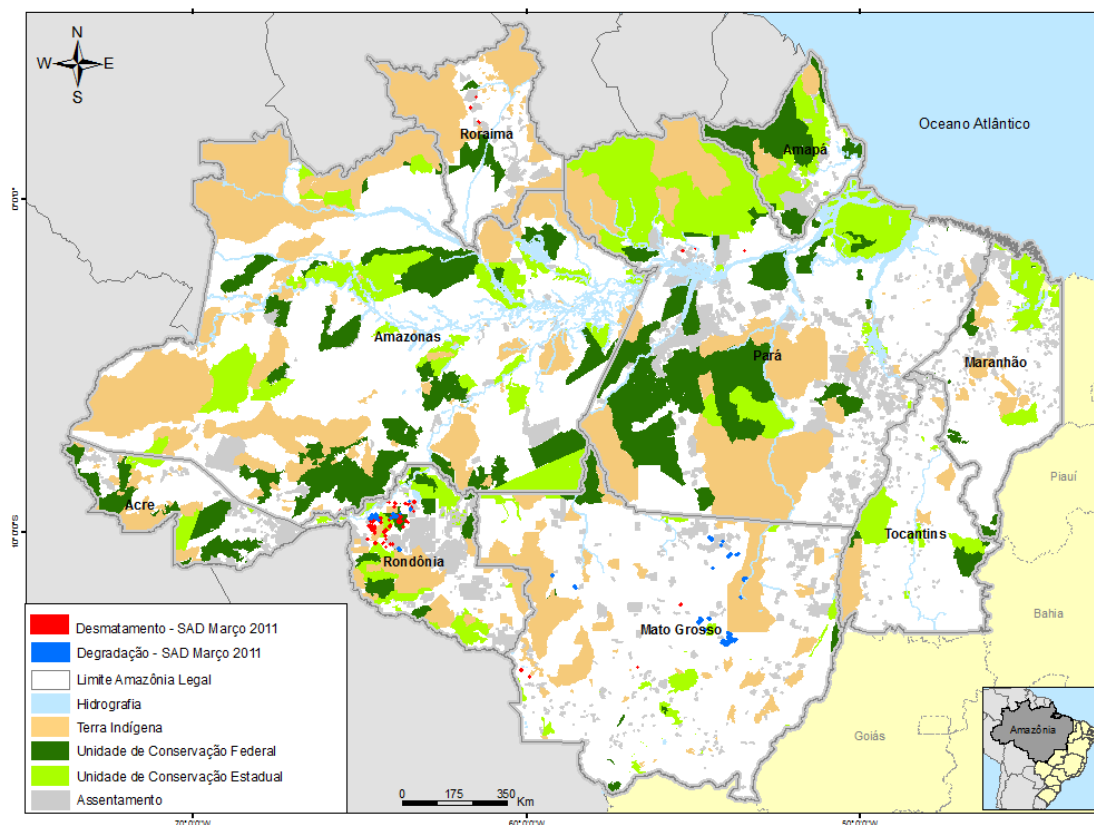
De acordo com o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) do Imazon, o desmatamento (isto é, supressão total da floresta com exposição do solo) em março de 2011 na Amazônia Legal atingiu 46 quilômetros quadrados (Figura 1 e Figura 2). Isso

## Amazônia Legal

representou uma redução de 39% no desmatamento de março de 2011 em relação ao desmatamento detectado em março de 2010 quando o desmatamento atingiu 76 quilômetros quadrados.



**Figura 1.** Desmatamento de agosto de 2009 a março de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).



**Figura2.** Desmatamento e Degradação Florestal em março de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2010 a março de 2011<sup>1</sup>, correspondendo aos oito primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento, atingiu 972 quilômetros quadrados. Houve redução de 3% do

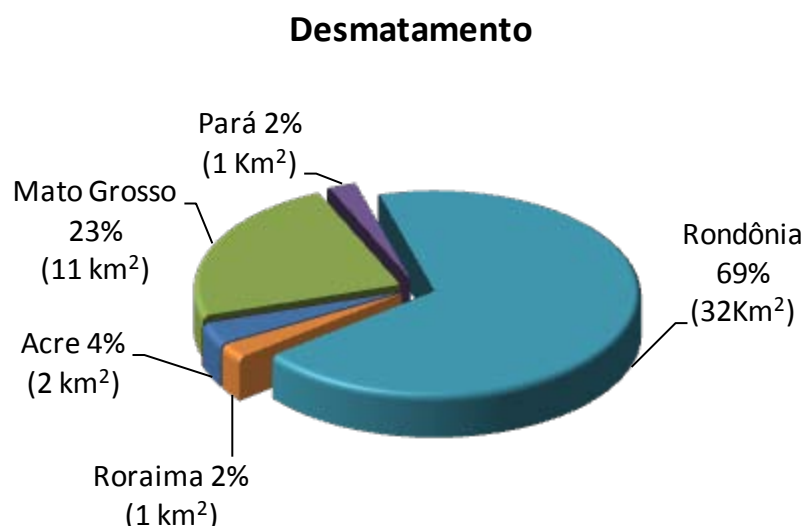
<sup>1</sup> O calendário oficial de medição do desmatamento tem início no mês de agosto e término no mês de julho.

## Amazônia Legal

desmatamento em relação período anterior (agosto de 2009 a março de 2011) quando atingiu 1000 quilômetros quadrados.

Em março de 2011 os estados com maior área desmatada foram Rondônia com 69%, seguido por Mato Grosso 23%. O restante do desmatamento ocorreu no Acre (4%), Pará (2%) e Roraima (2%). O desmatamento no Pará foi menor em março de 2011 provavelmente em virtude da cobertura de nuvens intensa nesse Estado (93% de cobertura de nuvens na área florestal).

Em março de 2011, Rondônia contribuiu com 69% da área total desmatada na Amazônia Legal (Figura 3). Em seguida aparece Mato Grosso com 23%, Acre com 4%, Pará com 1% e Roraima com 1%.



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

Considerando os oito primeiros meses do calendário atual de desmatamento (agosto de 2010 a março de 2011), Mato Grosso lidera o ranking com 28% do total desmatado no período. Em seguida aparece Rondônia com 26%, Pará com 26% e Amazonas com 12%. Esses quatro estados foram responsáveis por 93% do desmatamento ocorrido na Amazônia Legal nesse período. O restante (7%) do desmatamento ocorreu no Acre e Roraima.

O desmatamento ocorrido em agosto de 2010 a março de 2011 foi 3% menor do que o desmatamento do período anterior (agosto de 2009 a março de 2010) (Tabela 1). Em termos relativos, houve redução de 84% em Roraima e de 47% no Pará. Por outro lado, houve aumento de 671% em Tocantins, 300% em Tocantins, 142% em Rondônia, 54% no Acre, 31% no Amazonas e 22% no Mato Grosso.

Em termos absolutos, Mato Grosso lidera o ranking do desmatamento acumulado com 263 quilômetros quadrados, seguido de perto por Rondônia (274 quilômetros quadrados), Pará (257 quilômetros quadrados), e Amazonas (120 quilômetros quadrados).

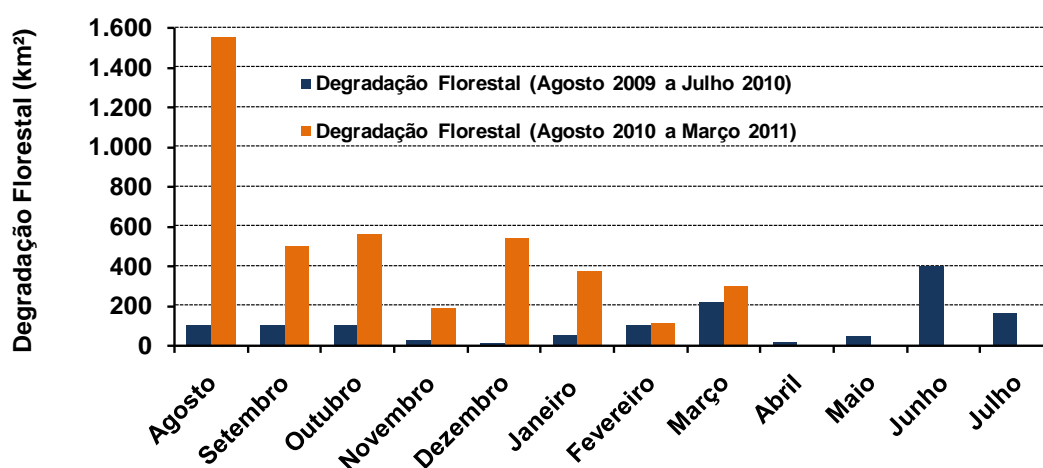
**Tabela 1.** Evolução do desmatamento entre os Estados da Amazônia Legal de agosto de 2009 a março de 2010 e de agosto de 2010 a março de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

Estado	Agosto 2009 a Março 2010	Agosto 2010 a Março 2010	Variação (%)
Acre	36	55	+ 53
Amazonas	91	120	+ 32
Mato Grosso	225	274	+ 22
Pará	476	254	- 47
Rondônia	106	257	+ 142
Roraima	50	8	- 84
Tocantins	1	4	+ 300
Amapá	15	-	-
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>972</b>	<b>- 3</b>

\*Os dados do Maranhão não foram analisados.

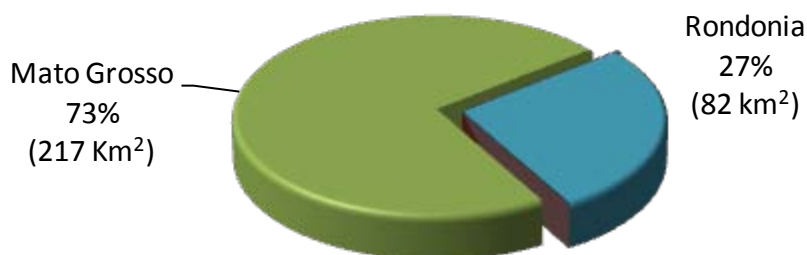
### Degradação Florestal

Em março de 2011, o SAD registrou 299 quilômetros quadrados de florestas degradadas (florestas intensamente exploradas pela atividade madeireira e/ou queimadas) (Figuras 2 e 4). Em relação ao mesmo período do ano anterior (março de 2010 houve aumento de 35% quando a degradação florestal atingiu 220 quilômetros quadrados. Do total, a maioria (73%) dessa degradação ocorreu no Mato Grosso, seguido por Rondônia (27%).



**Figura 4.** Degradação Florestal de agosto de 2009 a março de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

### Degradação



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

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2010 a março de 2011<sup>2</sup> (oito primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento), atingiu 4.056 quilômetros quadrados. Isso representa um aumento extremamente expressivo de 225% na degradação florestal acumulada nesse período (agosto de 2010 a março de 2011) em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a março de 2010) quando a degradação florestal somou 1.248 quilômetros quadrados (Tabela 2).

Tocantins apresentou em termos relativos um aumento expressivo de 2.600%, entretanto em termos absolutos o aumento foi ainda muito reduzindo passando de apenas 1 quilômetro quadrado entre agosto de 2009 a fevereiro de 2010 para 27 quilômetros quadrados de agosto de 2010 a março de 2011. Outros estados também contribuíram para o aumento da degradação florestal: Amazonas (+576%), Acre (+ 504%), Mato Grosso (+222), Pará (+214) e Rondônia (+183). Por outro lado, Roraima apresentou redução de 75% na degradação florestal.

Mato Grosso lidera o ranking com 55% do total das áreas florestais degradadas acumuladas no período de agosto de 2010 a março de 2011. Em seguida aparece Pará com 23% e Rondônia com 14%. 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 2.224 quilômetros quadrados, seguido pelo Pará (941 quilômetros

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

## Amazônia Legal

quadrados), Rondônia (575 quilômetros quadrados), Acre (145 quilômetros quadrados), Amazonas (142 quilômetros quadrados), (Tocantins 27 quilômetros quadrados) e Roraima (2 quilômetros quadrados).

**Tabela 2.** Evolução da degradação florestal entre os Estados da Amazônia Legal de agosto de 2009 a março de 2010 e de agosto de 2010 a março de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

Estado	Agosto 2009 a Março 2010	Agosto 2010 a Março 2011	Variação (%)
Acre	24	145	+ 504
Amazonas	21	142	+ 576
Mato Grosso	690	2224	+ 222
Pará	300	941	+ 214
Rondônia	203	575	+ 183
Roraima	8	2	- 75
Tocantins	1	27	+ 2.600
Amapá	1	-	- 100
<b>Total</b>	<b>1.248</b>	<b>4.056</b>	<b>+225</b>

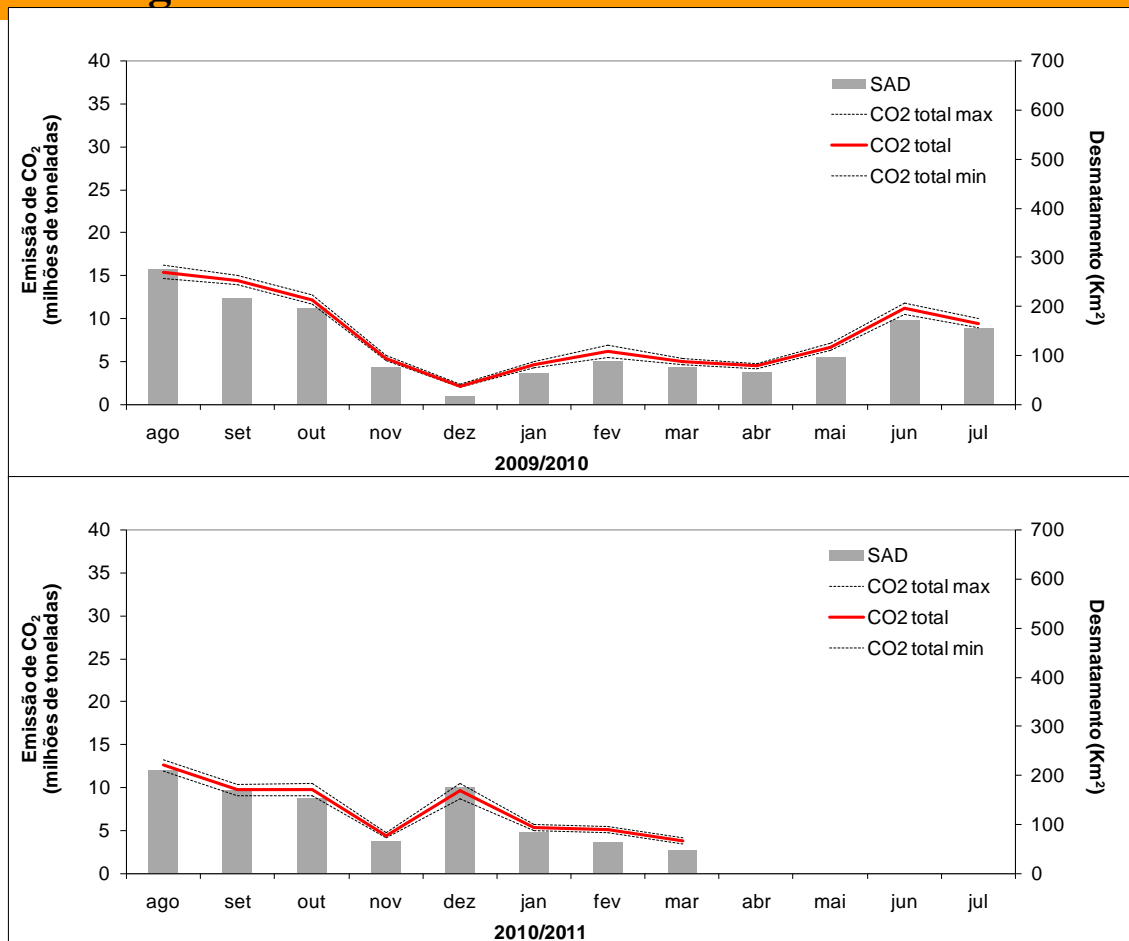
\*Os dados do Maranhão não foram analisados.

### Carbono Afetado pelo Desmatamento

Em março de 2011, os 46 quilômetros quadrados de desmatamento detectado pelo SAD na Amazônia Legal comprometeram 1 milhão de toneladas (com margem de erro de 196mil toneladas) de carbono. Essa quantidade de carbono afetada resulta em 3,8 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente (Figura 6). Isso representa uma queda de 23% em relação a março de 2010 quando o carbono florestal afetado foi de 1,3 milhões de toneladas. Essa redução do carbono afetado pelo desmatamento foi menor que a redução de 39% do desmatamento detectado pelo SAD nesse mês.

O carbono florestal comprometido pelo desmatamento no período de agosto de 2010 a março de 2011 (oito primeiros meses do atual calendário de desmatamento) foi de 16,3 milhões de toneladas (com margem de erro de 398 mil toneladas), o que representou cerca de 60 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente (Figura 6). Em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a março de 2010) houve uma redução de 7,8% na quantidade de carbono comprometido pelo desmatamento.





**Figura 6.** Desmatamento e emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente total de agosto de 2009 a março de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon).

### Geografia do Desmatamento

Em relação a situação fundiária, em março de 2011, a maioria (71%) do desmatamento ocorreu em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse. O restante do desmatamento foi registrado em Unidades de Conservação (25%), seguido de longe por Assentamentos de Reforma Agrária (3%) e Terras Indígenas (1%) (Tabela 3).

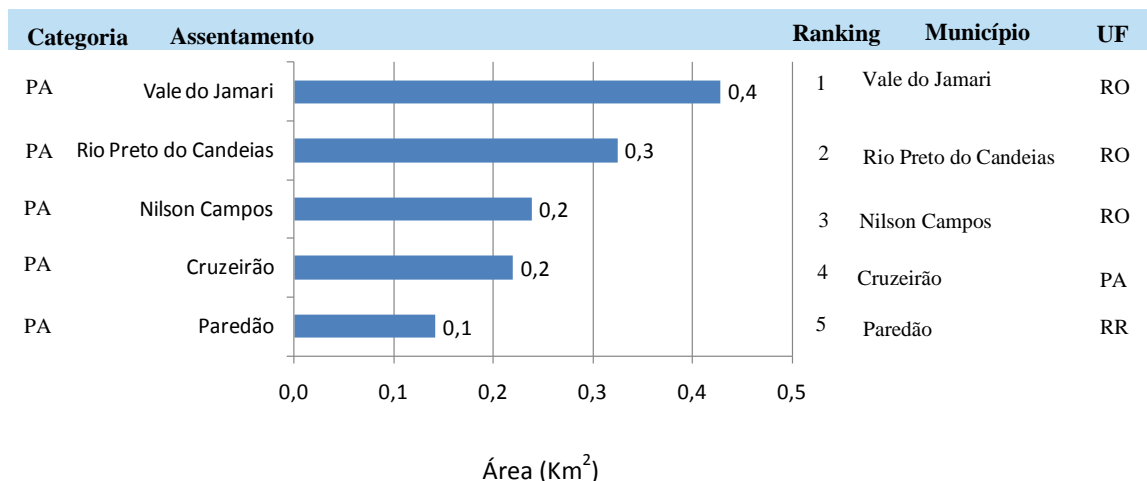
**Tabela 3.** Desmatamento por categoria fundiária em março de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

Categoria	Março de 2011	
	km <sup>2</sup>	%
Assentamento de Reforma Agrária	1,3	3
Unidades de Conservação	11,5	25
Terras Indígenas	0,3	1
Privadas, Posse & Devolutas <sup>3</sup>	33,0	71
<b>Total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

<sup>3</sup> Inclui áreas privadas (tituladas ou não) e florestas públicas não protegidas.

### Assentamentos de Reforma Agrária

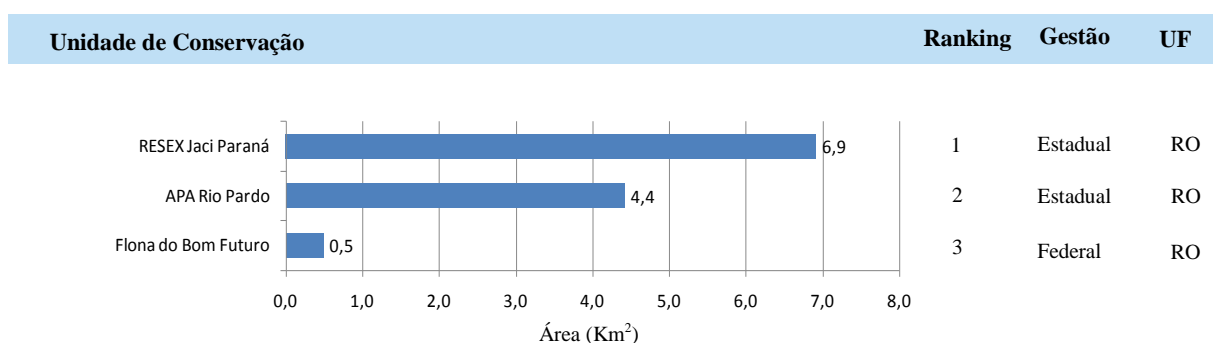
O SAD registrou somente 1,3 quilômetros quadrados nos Assentamentos de Reforma Agrária durante março de 2011. Os Assentamentos mais afetados pelo desmatamento foram Vale do Jamari (Candeias do Jamari, Rondônia), Rio Preto do Candeais (Candeias do Jamari, RO), Nilson Campos (Porto Velho, RO) (Figura 7).



**Figura 7.** Assentamentos de Reforma Agrária mais desmatados em março de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

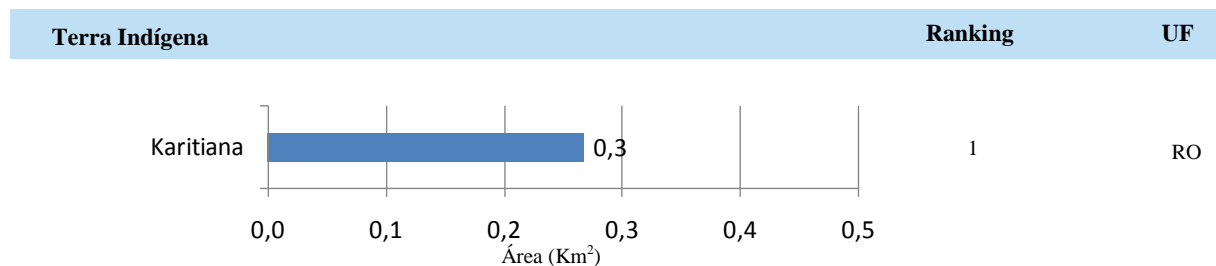
### Áreas Protegidas

O SAD detectou 11,5 quilômetros quadrados de desmatamento em Unidade de Conservação (Figura 8). As Unidades de Conservação que sofreram desmatamento foram em Rondônia: RESEX Jaci Paraná, APA Rio Pardo, e Flona do Bom Futuro. No caso das Terras Indígenas, em março de 2011 foram detectado desmatamento somente na Karitiana em Rondônia (Figura 9).



**Figura 8.** Unidades de Conservação mais desmatadas na Amazônia Legal em março de 2011 (Fonte: Imazon /SAD).

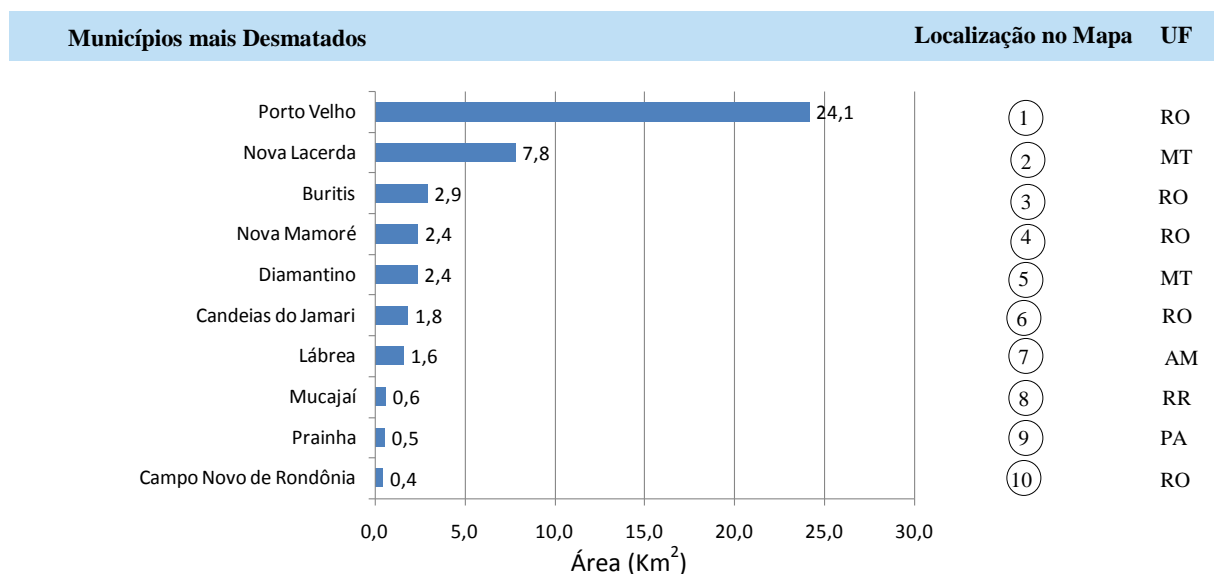




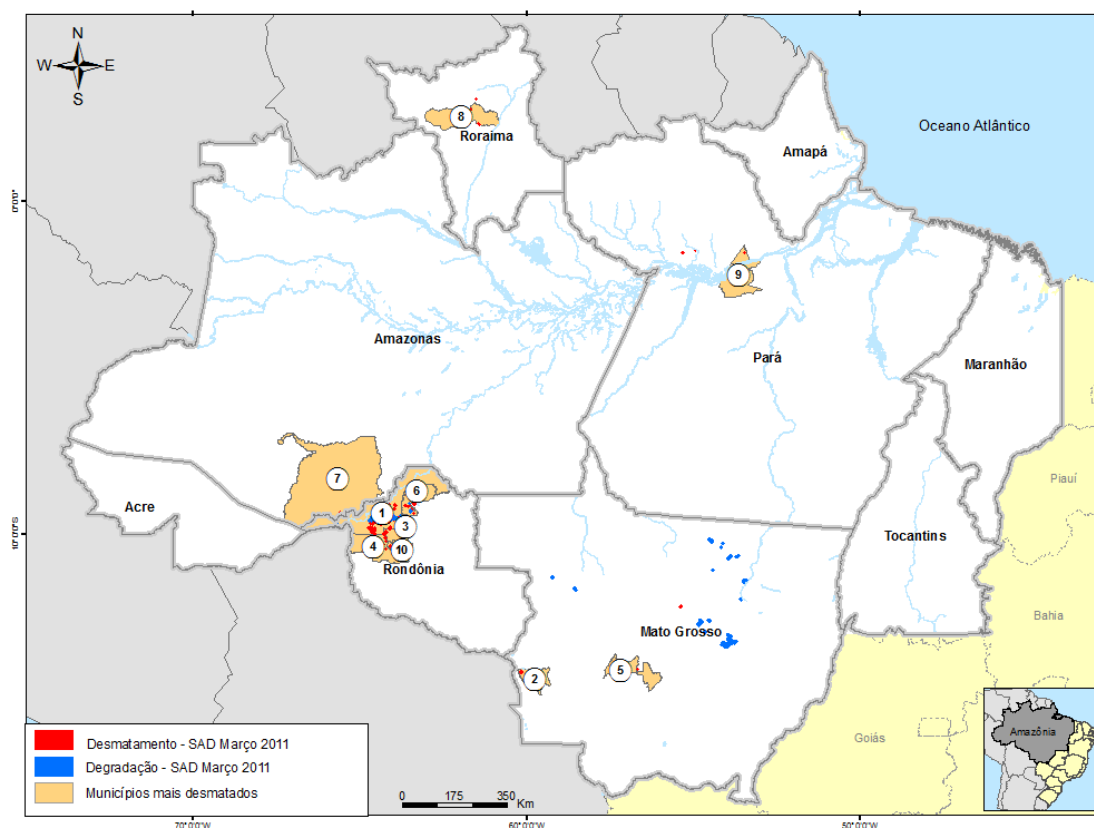
**Figura 9.** Terras Indígenas desmatadas na Amazônia Legal em março de 2011 (Fonte: Imazon /SAD).

### Municípios Críticos

Em março de 2010, os municípios mais desmatados foram: Porto Velho (Rondônia), Nova Lacerda (Mato Grosso) e Buritis (Rondônia) (Figura 10 e 11).



**Figura 10.** Municípios mais desmatados na Amazônia Legal em março de 2011 (Fonte: Imazon /SAD).

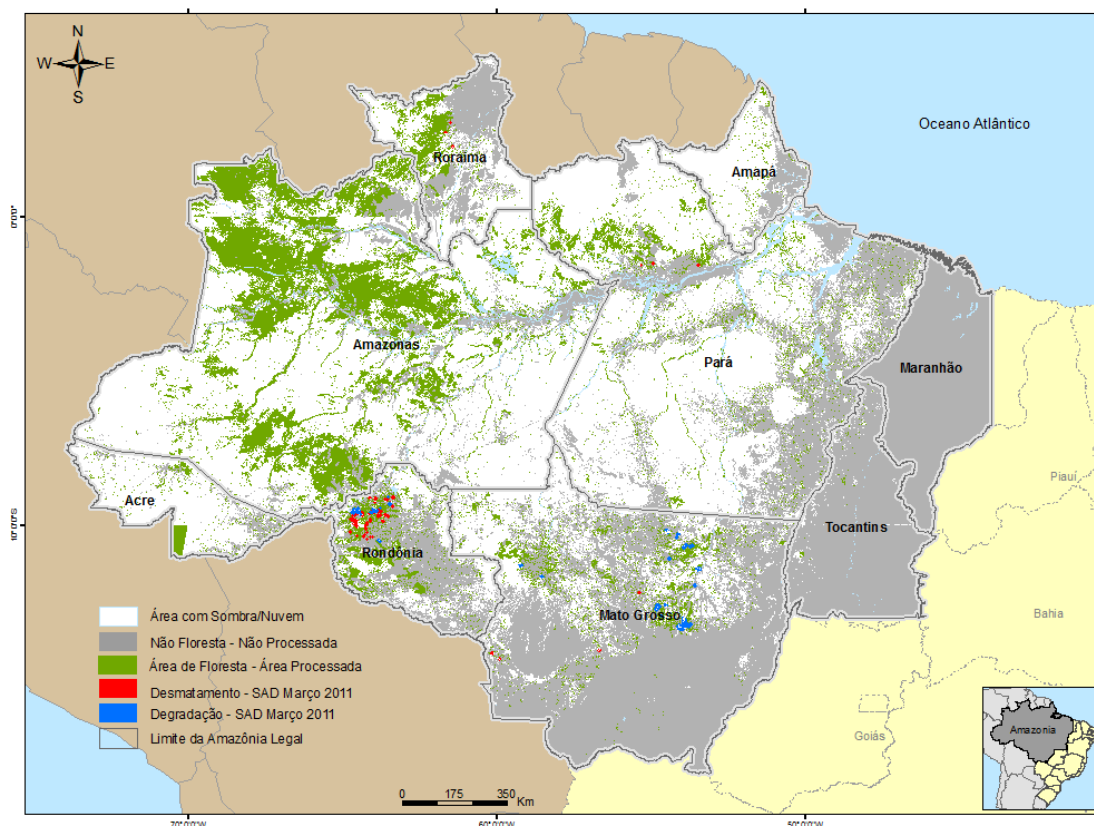


**Figura 11.** Municípios mais desmatados em março de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

### Cobertura de Nuvem e Sombra

Em março de 2011, foi possível monitorar com o SAD somente 19% da área florestal na Amazônia Legal. Os outros 81% do território estavam cobertos por nuvens o que dificultou o monitoramento principalmente no Pará, Mato Grosso, Amapá e Acre (Figura 12). Esses estados tiveram mais de 80% do território florestal coberto por nuvens. Devido isso os dados de desmatamento para esses Estados podem estar subestimados em março de 2011. O período de dezembro a março caracteriza como um período chuvoso na região amazônica, logo torna-se difícil o monitoramento do desmatamento através de imagens de satélite.

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

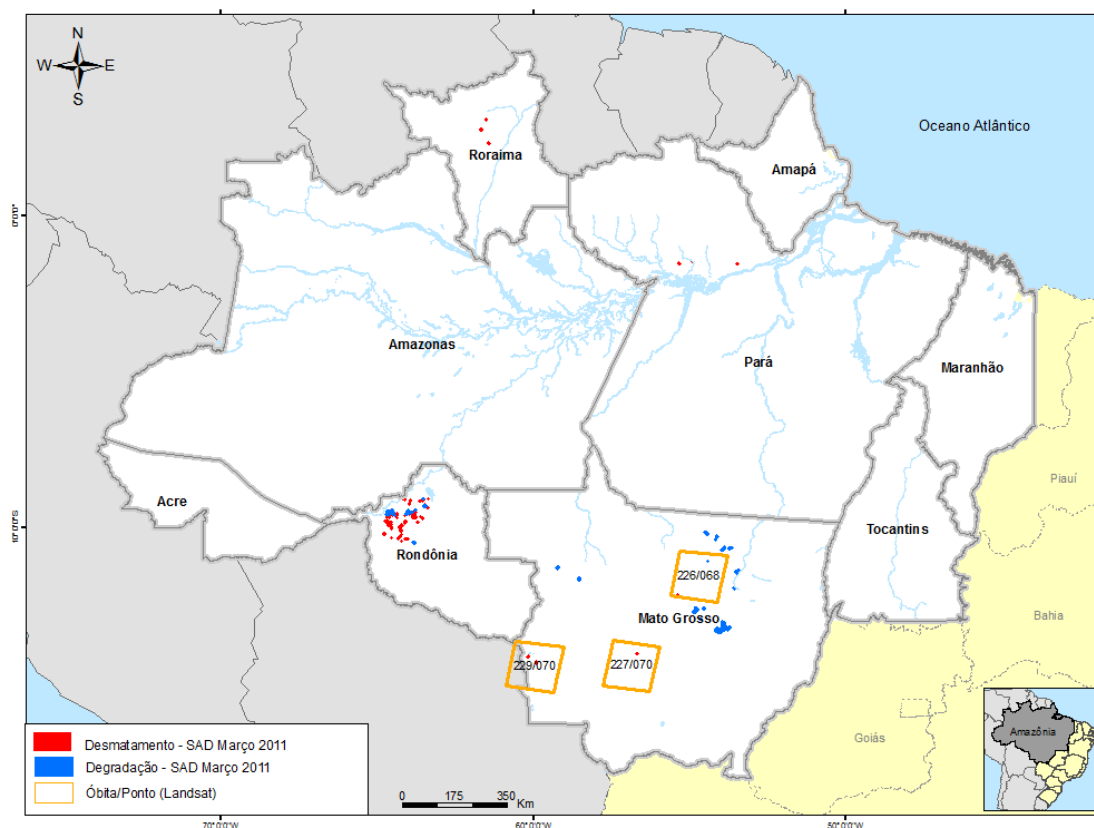


**Figura 12.** Área com nuvem e sombra em março de 2011 na Amazônia Legal.

### 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 fevereiro de 2010, somente 23% do desmatamento detectados pelo SAD foram confirmados com as imagens Landsat (Figura 13). Os outros 77% não foram confirmados devido a 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 março 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. 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 Não Ativa (NPV do inglês – Non-Photosynthetic components (Vegetação, Solo e Sombra) para calcular o NDFI, com a equação abaixo:

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

### Quadro II: Carbono afetado pelo desmatamento

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%).

$BAS_0$ : 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 CO<sub>2</sub> equivalente aplicação 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.



### Notas:

#### 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 BrunoOliveira (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)