

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

## RESUMO

Em outubro de 2010, o SAD detectou 153 quilômetros quadrados de desmatamento na Amazônia Legal. Isso representou uma redução de 21% em relação a outubro de 2009 quando o desmatamento somou 194 quilômetros quadrados.

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2010 a outubro de 2010 totalizou 534 quilômetros quadrados. Em comparação com o período anterior (agosto 2009-outubro 2009) quando o desmatamento somou 682 quilômetros quadrados houve redução de 22%.

Em outubro de 2010 os estados com maior área desmatada foram Rondônia (34%) seguido do Amazonas com 30%. O restante do desmatamento ocorreu em Mato Grosso (16%), Pará (10%) e Acre (10%).

Foi possível monitorar com o SAD 60% da área florestal na Amazônia Legal em outubro de 2010. Os outros 40% estavam cobertos por nuvem o que dificultou o monitoramento na região principalmente no Pará que teve 56% da sua área de floresta coberta por nuvens. Isso pode ter afetado o ranking do desmatamento entre os Estados.

Em outubro de 2010, os 153 quilômetros quadrados de desmatamento detectados pelo SAD na Amazônia Legal comprometeram 9,5 milhões de

toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente o que representa uma queda de 20% em relação a outubro de 2009.

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2010 a outubro de 2010 resultou no comprometimento de 31,6 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes. Isso representa uma redução de 24% em relação ao período anterior (agosto de 2009 a outubro de 2009) quando o carbono florestal afetado pelo desmatamento foi cerca de 42 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

As florestas degradadas na Amazônia Legal somaram 562 quilômetros quadrados em outubro de 2010. Em comparação com o período anterior (outubro de 2009) houve um aumento extremamente expressivo de 446% quando a degradação florestal somou 103 quilômetros quadrados. A maioria (59%) da degradação florestal ocorreu em Mato Grosso (59%).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2010 a outubro de 2010 totalizou 2.617 quilômetros quadrados. Isso representou um aumento expressivo (244%) em comparação com o período anterior (agosto de 2009 a outubro de 2009) quando a degradação florestal somou 760 quilômetros quadrados.

## 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 outubro de 2010 na Amazônia Legal atingiu 153 quilômetros quadrados (Figura 1 e Figura 2). Isso

representou uma redução de 21% no desmatamento de outubro de 2010 em relação ao desmatamento detectado em outubro de 2009 quando o desmatamento atingiu 194 quilômetros quadrados.

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

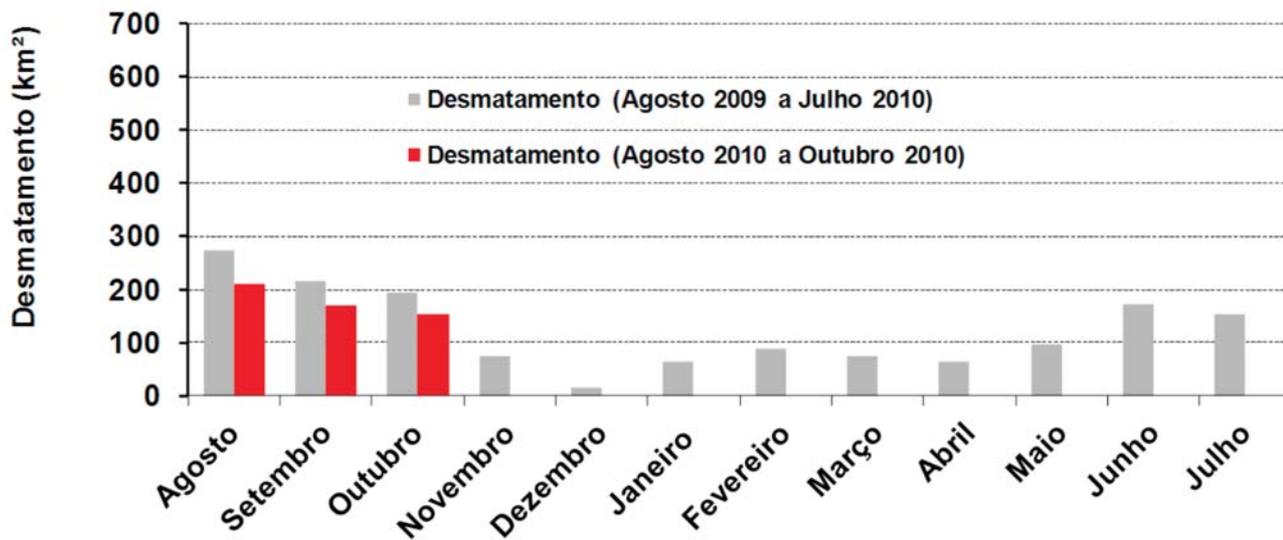


Figura 1. Desmatamento de agosto de 2009 a outubro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

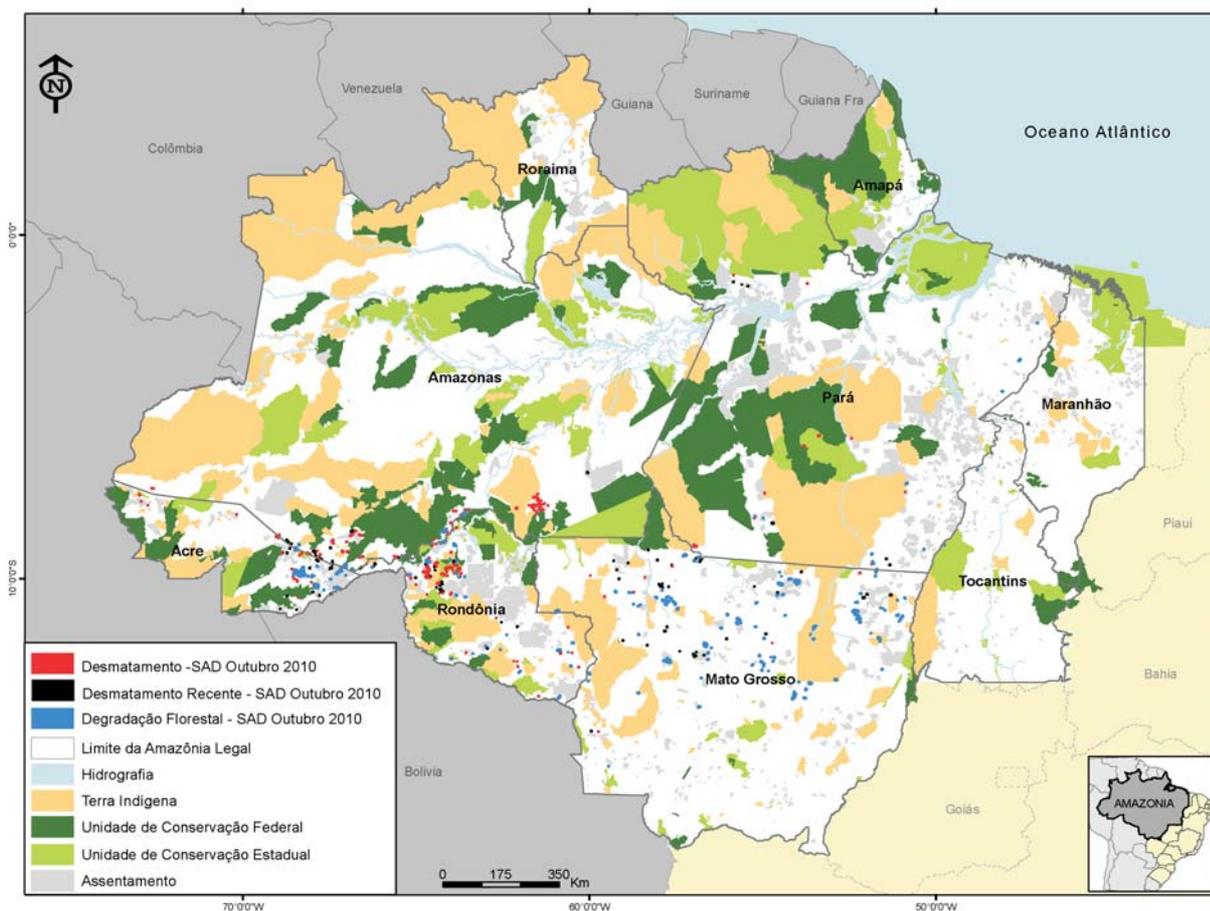
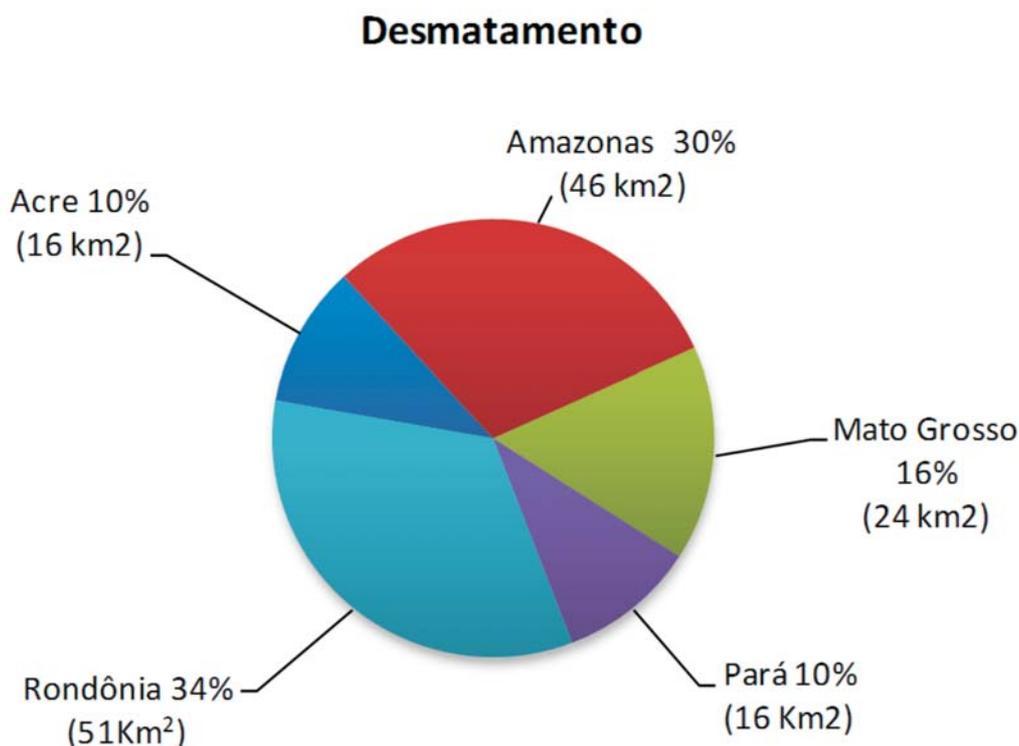


Figura 2. Desmatamento e Degradação Florestal em outubro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

\*O Desmatamento recente pode ter ocorrido em outubro 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 2010 a outubro de 2010, correspondendo aos três primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento, atingiu 534 quilômetros quadrados. Isso representa uma queda de 22% no desmatamento acumulado nesse período (agosto de 2010 a outubro de 2010) em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a outubro de 2009) quando o desmatamento atingiu 682 quilômetros quadrados.

Em outubro de 2010 foi possível monitorar com o SAD 60% da área florestal na Amazônia Legal. Os outros 40% estavam cobertos por nuvem o que dificultou o monitoramento na região principalmente no Pará que teve 56% da sua área de floresta coberta por nuvens. Isso pode ter afetado o ranking do desmatamento entre os Estados nesse mês. De fato, nesse mês Rondônia (34%) e Amazonas (30%) ficaram a frente de Mato Grosso (16%) e Pará (10%) (Figura 3). O restante do desmatamento ocorreu no Acre (10%).



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

Considerando os três primeiros meses do calendário atual de desmatamento (agosto de 2010 a outubro de 2010), o Pará lidera o ranking com 34% do total desmatado no período. Em seguida aparece Mato Grosso com 24%, Amazonas com 16% e Rondônia com 16%. 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 outubro de 2010 com o mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a outubro de 2009), houve uma redução de 22% no desmatamento na Amazônia Legal (Tabela 1). Em termos relativos, essa redução foi mais expressiva em Roraima (-91%),

seguido por Pará (-47%) e Rondônia (-4%). Por outro lado, houve aumento de 65% no Acre, Mato Grosso (+35%) e Amazonas (+6%). A considerável redução de 47% do desmatamento no Pará pode ter sido influenciada pela grande cobertura de nuvens já que em outubro de 2010 56% na área florestal do Estado estava coberta por nuvem prejudicando o monitoramento do desmatamento na região.

Em termos absolutos, o Pará lidera o ranking do desmatamento acumulado com 189 quilômetros quadrados, seguido por Mato Grosso (130 quilômetros quadrados), Amazonas (86 quilômetros quadrados), Rondônia (85 quilômetros quadrados) e Acre (40 quilômetros quadrados).

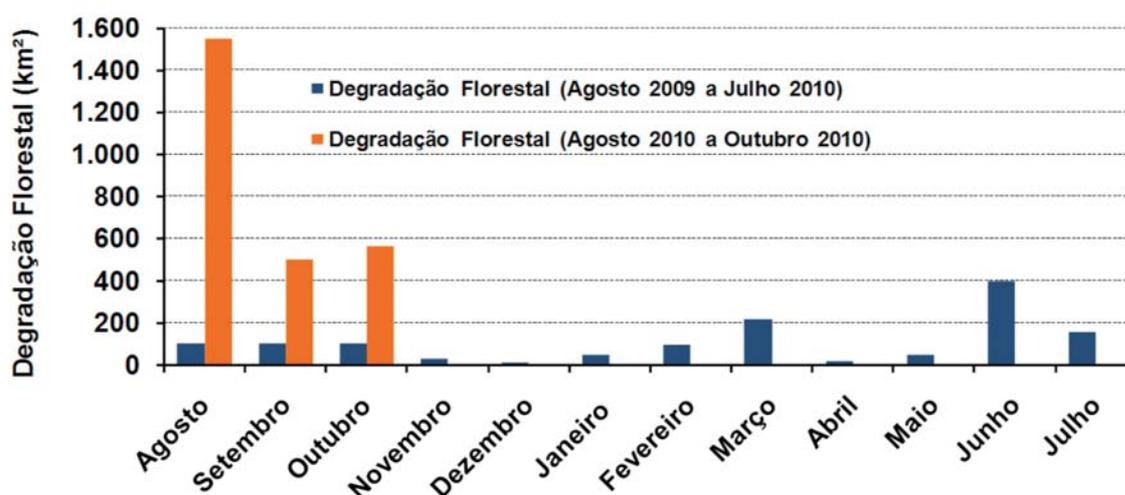
**Tabela 1.** Evolução do desmatamento entre os Estados da Amazônia Legal de agosto de 2009 a outubro de 2009 e de agosto de 2010 a outubro de 2010 (Fonte: Imazon/SAD).

| Estado       | Agosto 2009 a Outubro 2010 | Agosto 2010 a Outubro 2010 | Variação (%) |
|--------------|----------------------------|----------------------------|--------------|
| Acre         | 24                         | 40                         | + 67         |
| Amazonas     | 81                         | 86                         | + 6          |
| Mato Grosso  | 96                         | 130                        | + 35         |
| Pará         | 357                        | 189                        | - 47         |
| Rondônia     | 89                         | 85                         | - 4          |
| Roraima      | 19                         | 2                          | - 89         |
| Tocantins    | -                          | 2                          | -            |
| Amapá        | 15                         | -                          | -            |
| <b>Total</b> | <b>682</b>                 | <b>534</b>                 | <b>- 22</b>  |

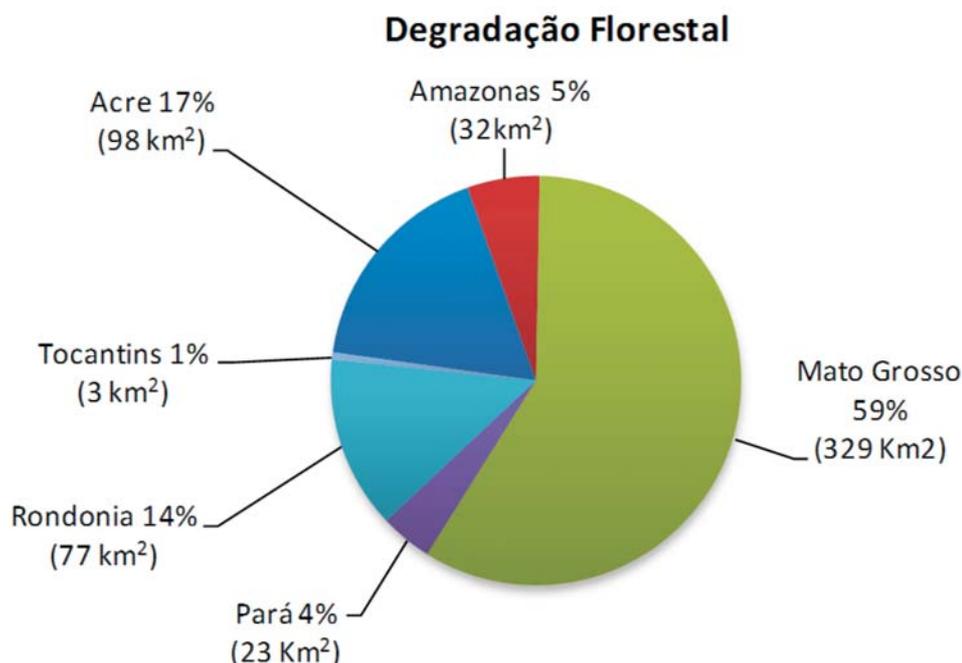
## Estatística da Degradação Florestal

Em outubro de 2010, o SAD registrou 562 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 446% em relação ao mesmo

período do ano anterior (outubro de 2009) quando a degradação florestal atingiu 103 quilômetros quadrados. Do total, a grande maioria (59%) dessa degradação ocorreu no Mato Grosso, seguido de longe pelo Acre (17%), Rondônia (14%), Amazonas (5%) e Pará (4%) (Figura 5).



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



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

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2010 a outubro de 2010 (três primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento), atingiu 2.617 quilômetros quadrados. Isso representa um aumento extremamente expressivo de 244% na degradação florestal acumulada nesse período (agosto de 2010 a outubro de 2010) em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a outubro de 2009) quando a degradação florestal somou 760 quilômetros quadrados (Tabela 2).

Tocantins apresentou em termos relativos um aumento expressivo de 2.840%, entretanto em termos absolutos o aumento foi ainda muito reduzindo passando de apenas 1 quilômetro quadrado entre agosto de 2009 a outubro de 2009 para 24 quilômetros quadrados de agosto de 2010 a outubro de 2010. Outros estados também contribuíram para o aumento da degradação

florestal: Mato Grosso (+ 364%), Amazonas (+292%), Pará (+126%), e Rondônia (146%).

Mato Grosso lidera o ranking com 56% do total das áreas florestais degradadas acumuladas no período de agosto de 2010 a outubro de 2010. Em seguida aparece Pará com 24% e Rondônia com 11%. Esses três estados foram responsáveis por 91% da degradação florestal na Amazônia Legal durante esse período. Os outros 9% ocorreu no Amazonas, Acre e Tocantins.

Em termos absolutos, o Mato Grosso lidera o ranking da degradação florestal acumulada com 1.464 quilômetros quadrados, seguido pelo Pará (637 quilômetros quadrados), Rondônia (286 quilômetros quadrados), Acre (123 quilômetros quadrados), Amazonas (83 quilômetros quadrados) e Tocantins (24 quilômetros quadrados).

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

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

| Estado       | Agosto 2009 a Outubro 2010 | Agosto 2010 a Outubro 2010 | Variação (%) |
|--------------|----------------------------|----------------------------|--------------|
| Acre         | 20                         | 123                        | + 515        |
| Amazonas     | 21                         | 83                         | + 295        |
| Mato Grosso  | 315                        | 1.464                      | + 365        |
| Pará         | 282                        | 637                        | + 126        |
| Rondônia     | 116                        | 286                        | + 147        |
| Roraima      | 4                          | -                          | -            |
| Tocantins    | 1                          | 24                         | + 2.300      |
| Amapá        | 1                          | -                          | -            |
| <b>Total</b> | <b>760</b>                 | <b>2.617</b>               | <b>+ 244</b> |

\* Os dados do Maranhão não foram analisados.

## Carbono Afetado pelo Desmatamento

Em outubro de 2010, os 153 quilômetros quadrados de desmatamento detectado pelo SAD na Amazônia Legal comprometeram 2,6 milhões de toneladas (com margem de erro de 385 mil toneladas) de carbono. Essa quantidade de carbono afetada resulta em 9,5 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente (Figura 6). Isso representa uma queda de 20% em relação a outubro de 2009 quando o carbono florestal afetado foi de 3,2 milhões de toneladas.

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

outubro de 2010 (três primeiros meses do atual calendário de desmatamento) foi de 8,6 milhões de toneladas (com margem de erro de 190 mil toneladas), o que representou cerca de 31,6 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente (Figura 6). Em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a outubro de 2009) houve uma redução de 24% na quantidade de carbono comprometido pelo desmatamento. O mesmo ocorreu na redução relativa do desmatamento que foi de 22% na comparação dos dois períodos.

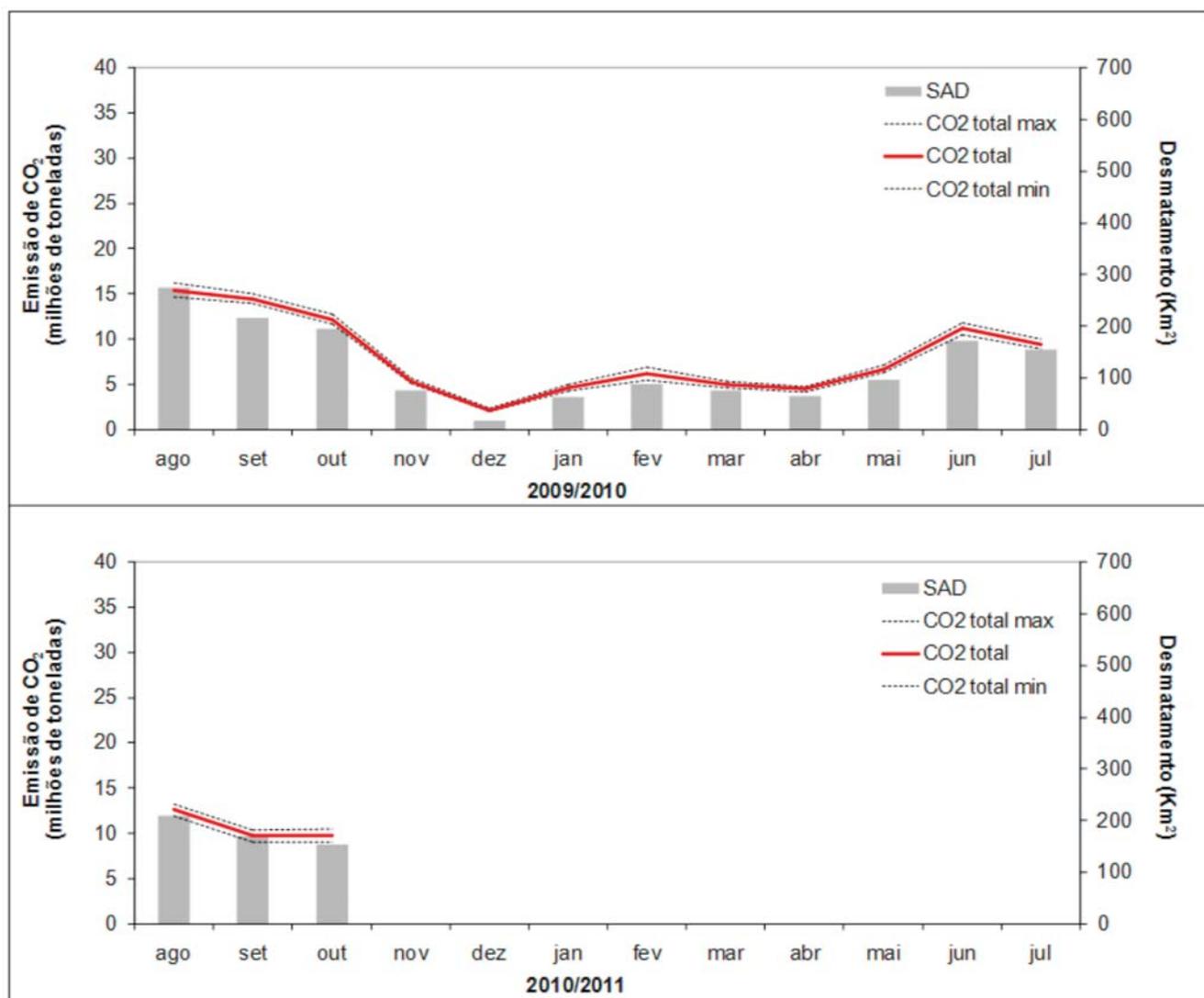


Figura 6. Desmatamento e emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente total de agosto de 2009 a outubro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon).

## Geografia do Desmatamento

Em relação à situação fundiária, em outubro de 2010, a maioria (65%) do desmatamento ocorreu em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse. O restante do

desmatamento foi registrado em Assentamentos de Reforma Agrária (13%), seguido de Unidades de Conservação (14%) e Terras Indígenas (8%) (Tabela 3).

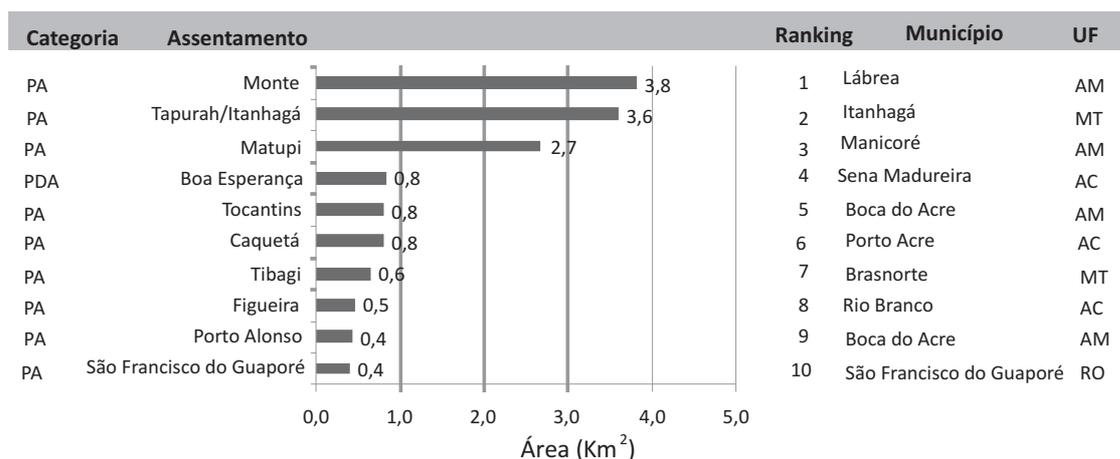
**Tabela 3.** Desmatamento por categoria fundiária em outubro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

| Categoria                                | Outubro de 2010 |            |
|--|-----------------|------------|
|  | Km <sup>2</sup> | %          |
| Assentamento de Reforma Agrária          | 20              | 13         |
| Unidades de Conservação                  | 21              | 14         |
| Terras Indígenas                         | 13              | 8          |
| Privadas, Posse & Devolutas <sup>3</sup> | 99              | 65         |
| <b>Total (km<sup>2</sup>)</b>            | <b>153</b>      | <b>100</b> |

## Assentamentos de Reforma Agrária

O SAD registrou 20 quilômetros quadrados nos Assentamentos de Reforma Agrária durante outubro de 2010. Os Assentamentos mais afetados pelo

desmatamento foram Monte (Lábrea; Amazonas), Tapurah/Itanhagá (Itanhagá; Mato Grosso), e Matupi (Manicoré; Amazonas) (Figura 7).



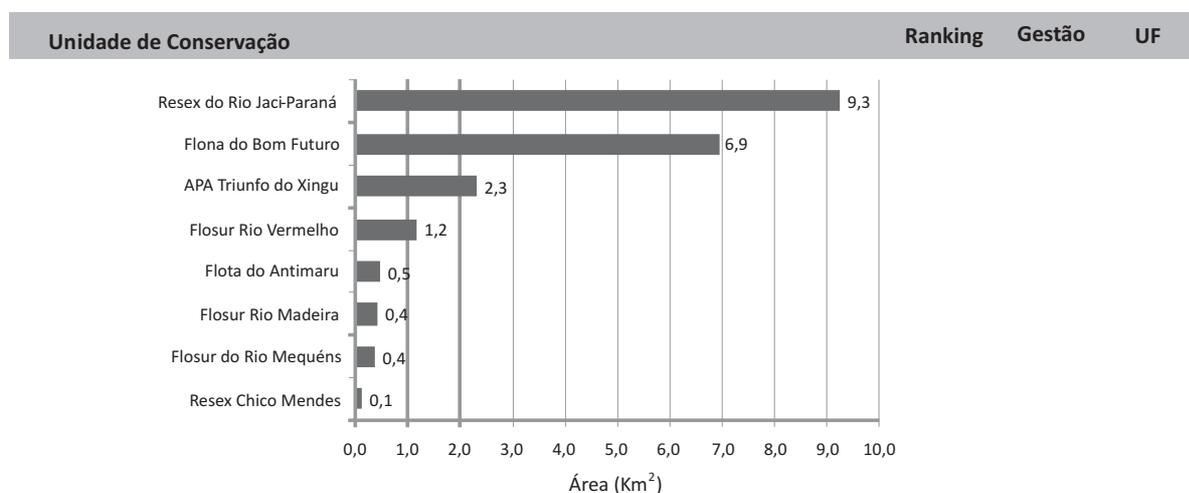
**Figura 7.** Assentamentos de Reforma Agrária mais desmatados em outubro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

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

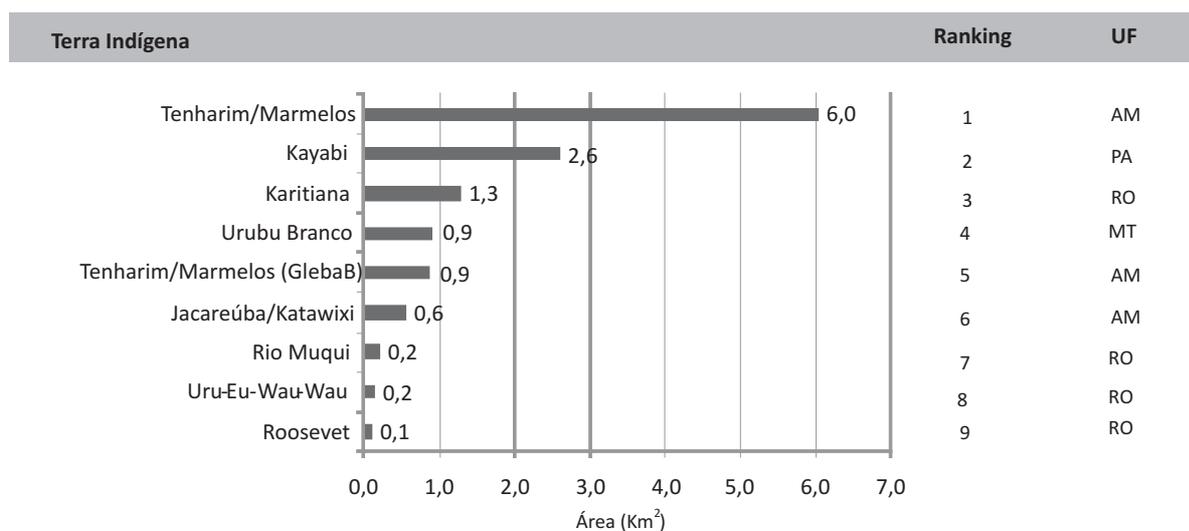
## Áreas Protegidas

O SAD detectou 14 quilômetros quadrados de desmatamento em Unidade de Conservação (Figura 8). As Unidades de Conservação que sofreram maior desmatamento foram: Resex do Rio Jaci-Paraná (Rondônia), Flona do Bom Futuro (Rondônia) e APA Triunfo do Xingu (Pará).

No caso das Terras Indígenas em outubro de 2010 foram detectados 8 quilômetros quadrados. As mais afetadas foram Tenharim/Marmelos (Amazonas), Kayabi (Pará) e Karitiana (Rondônia) (Figura 9).



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



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

### Municípios Críticos

Em outubro de 2010, os municípios mais desmatados foram: Porto Velho (Rondônia),

Lábrea (Amazonas) e Manicoré (Amazonas) (Figura 10 e 11).

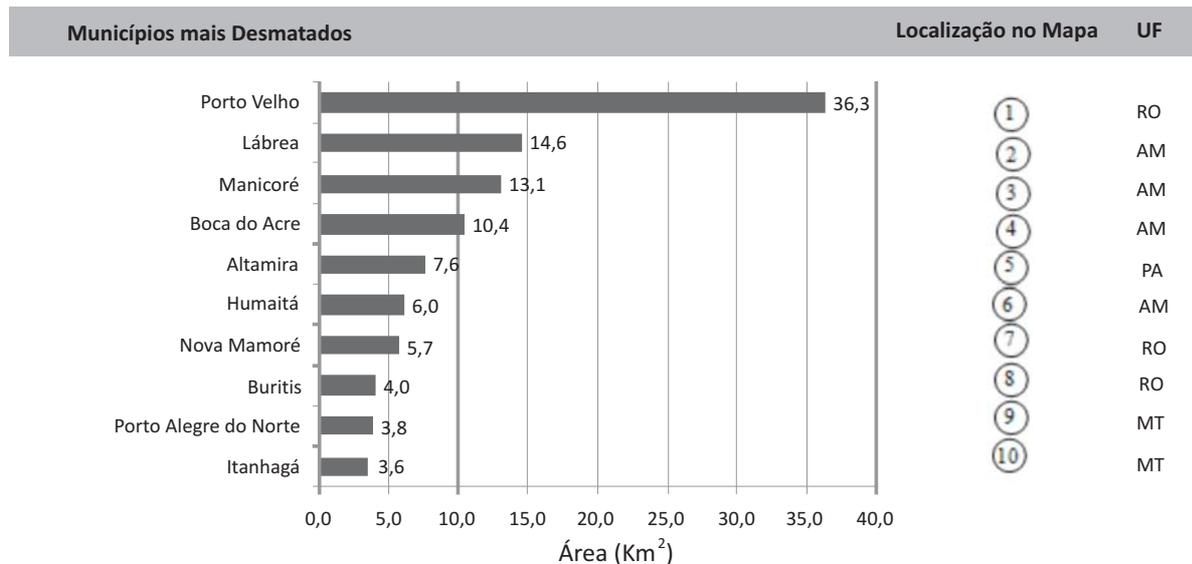


Figura 10. Municípios mais desmatados na Amazônia Legal em outubro de 2010 (Fonte: Imazon /SAD).

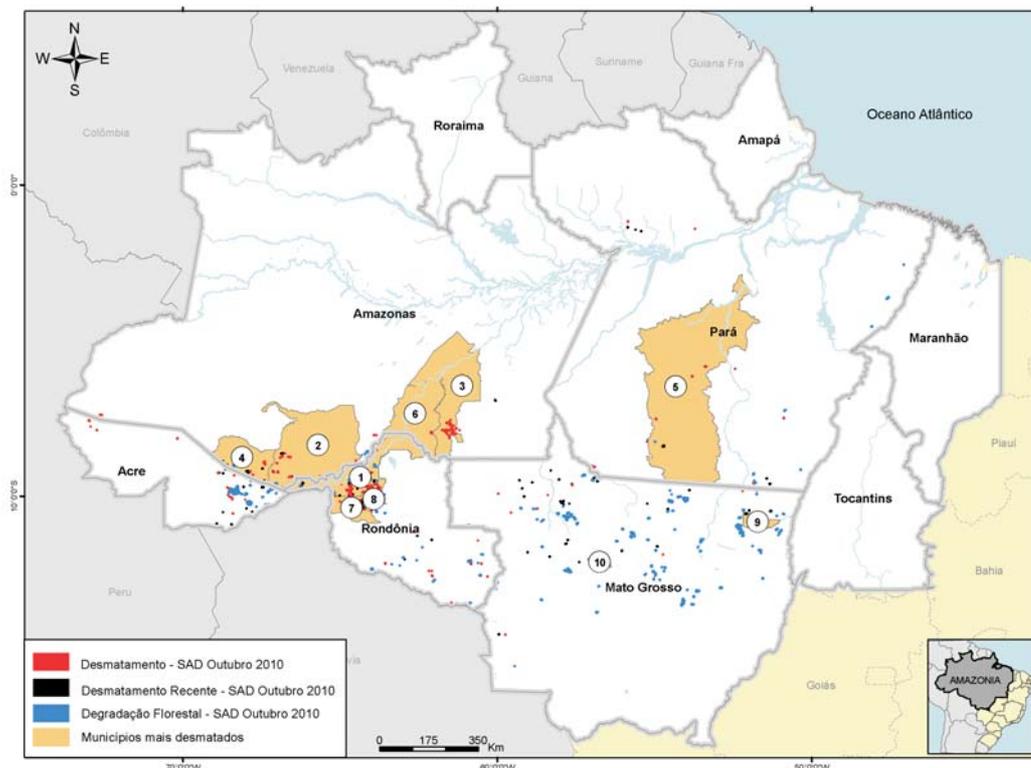


Figura 11. Municípios mais desmatados em outubro de 2010 (Fonte: Imazon/SAD).

\*O Desmatamento recente pode ter ocorrido em outubro ou em meses anteriores, todavia só foi possível detectá-lo agora, quando não havia nuvens sobre a região.

## Cobertura de Nuvem e Sombra

Em outubro de 2010, foi possível monitorar 60% da área com cobertura florestal na Amazônia Legal. Os outros 40% do território estavam cobertos

por nuvens (Figura 12). Pará e Amazonas foram os Estados com maior cobertura de nuvens sobre suas áreas florestais, 56% e 42% respectivamente.

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

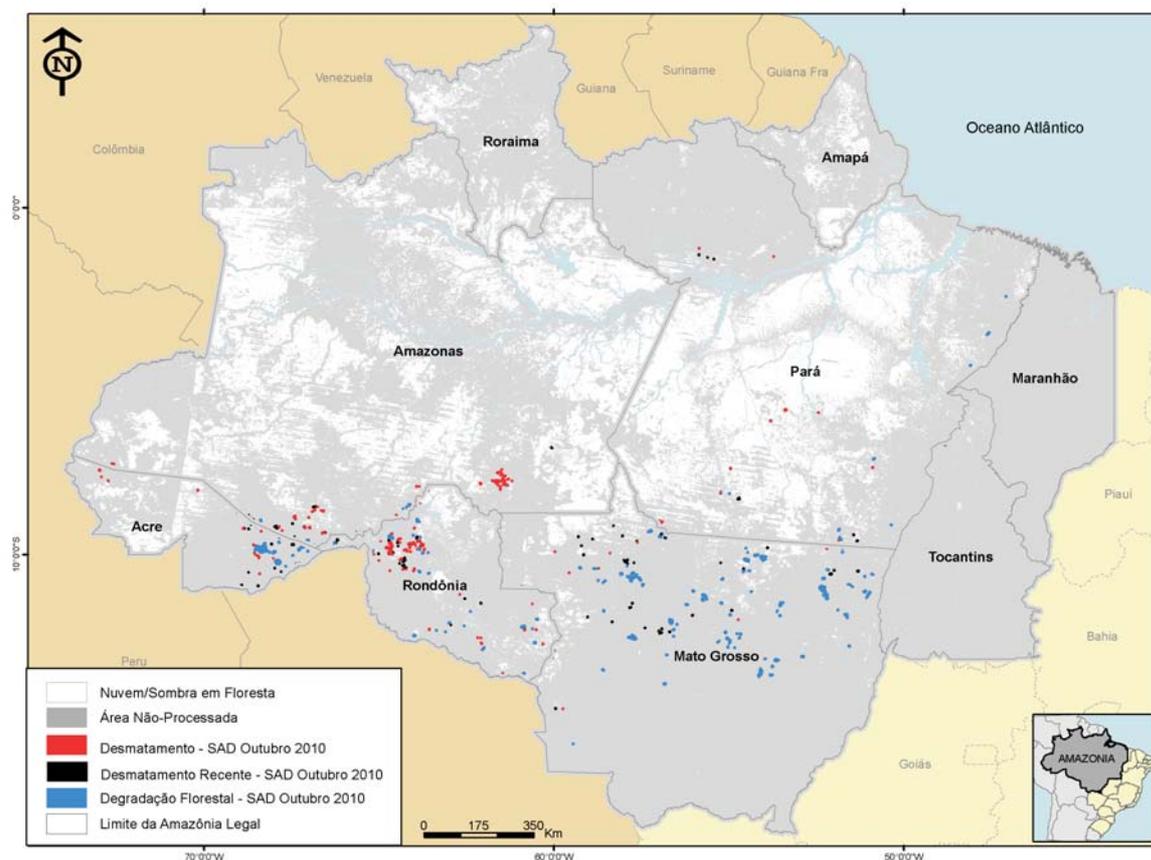


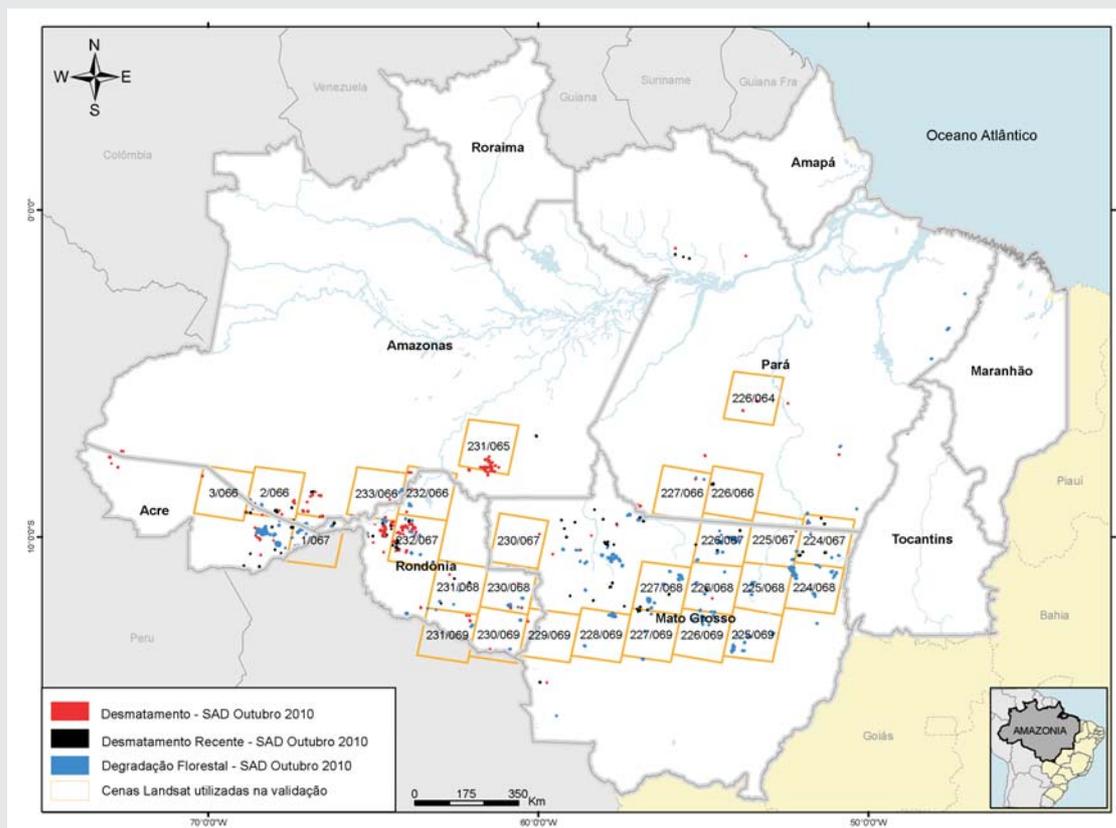
Figura 12. Área com nuvem e sombra em outubro de 2010 na Amazônia Legal.

\*O Desmatamento recente pode ter ocorrido em outubro 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. Todos os polígonos de desmatamento detectados pelo SAD são verificados usando as imagens detalhadas.

Em outubro de 2010, 55% do desmatamento detectados pelo SAD foi confirmado com as imagens Landsat (Figura 13). Os outros 45% 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 outubro de 2010.

\*O Desmatamento recente pode ter ocorrido em outubro 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. 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 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<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**

CLUA

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)