

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

## RESUMO

Em fevereiro de 2011, o SAD detectou 63 quilômetros quadrados de desmatamento na Amazônia Legal. Isso representou uma redução de 28% em relação a fevereiro de 2010 quando o desmatamento somou 87 quilômetros quadrados.

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2010 a fevereiro de 2011 foi semelhante ao desmatamento acumulado no período anterior (agosto 2009-fevereiro 2010), 925 quilômetros quadrados e 924 quilômetros quadrados, respectivamente.

Em fevereiro de 2011 os estados com maior área desmatada foram Rondônia com 56%, seguido do Pará com 30%. O restante do desmatamento ocorreu no Mato Grosso (11%) e Roraima (3%).

As florestas degradadas na Amazônia Legal somaram 113 quilômetros quadrados em fevereiro de 2011. Em comparação com fevereiro de 2010, quando a degradação somou 99 quilômetros quadrados, houve um aumento de 14%. A maioria (74%) da degradação florestal ocorreu em Rondônia seguido de longe por Mato Grosso (15%), Pará (7%) e Amazonas (4%).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2010 a fevereiro de 2011

totalizou 3.836 quilômetros quadrados. Em relação ao período anterior (agosto de 2009 a fevereiro de 2010) houve aumento expressivo (304%) quando a degradação florestal somou 950 quilômetros quadrados.

Em fevereiro 2011, o desmatamento detectado pelo SAD comprometeram 4,7 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente o que representa uma queda de 18% em relação a fevereiro de 2010. No acumulado do período (agosto 2010 - fevereiro 2011) o desmatamento comprometeu 56 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes, ou seja, uma redução de 6,5% em relação ao período anterior (agosto de 2009 a fevereiro de 2010) quando o carbono florestal afetado pelo desmatamento foi cerca de 60 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Foi possível monitorar com o SAD somente 12% da área florestal na Amazônia Legal em fevereiro de 2011. Os outros 88% estavam cobertos por nuvem o que dificultou o monitoramento na região principalmente no Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, e Pará, os quais tiveram mais de 90% da área florestal coberto por nuvens. Em virtude disso, os dados de desmatamento e degradação em fevereiro 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 fevereiro de 2011 na Amazônia Legal atingiu 63 quilômetros quadrados (Figura 1 e Figura 2). Isso

representou uma redução de 28% no desmatamento de fevereiro de 2011 em relação ao desmatamento detectado em fevereiro de 2010 quando o desmatamento atingiu 87 quilômetros quadrados.

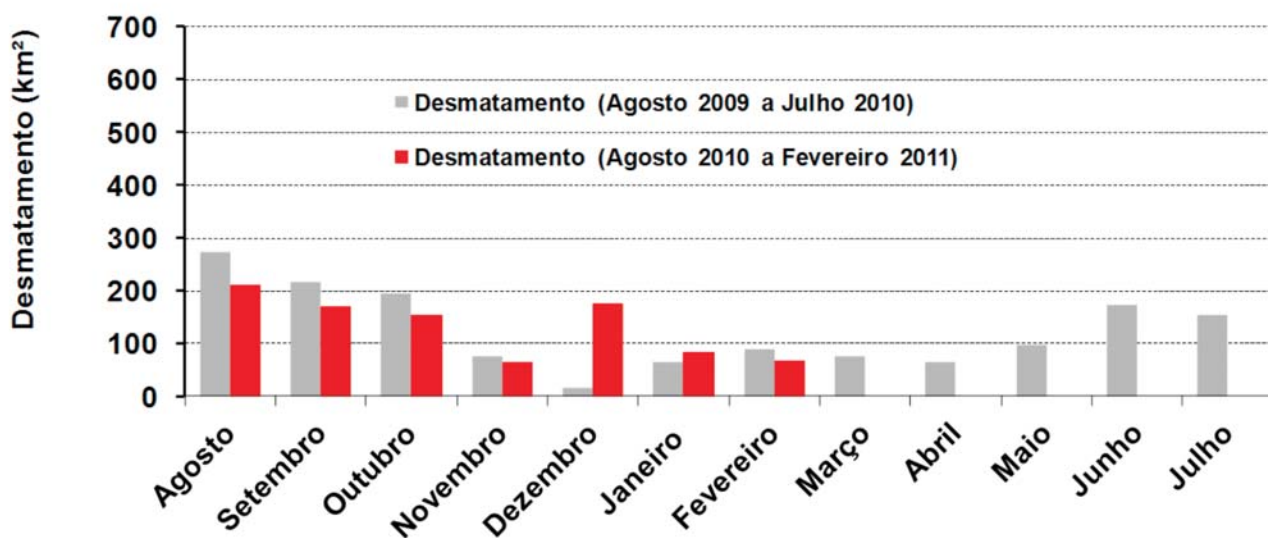


Figura 1. Desmatamento de agosto de 2009 a fevereiro de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/SAD).

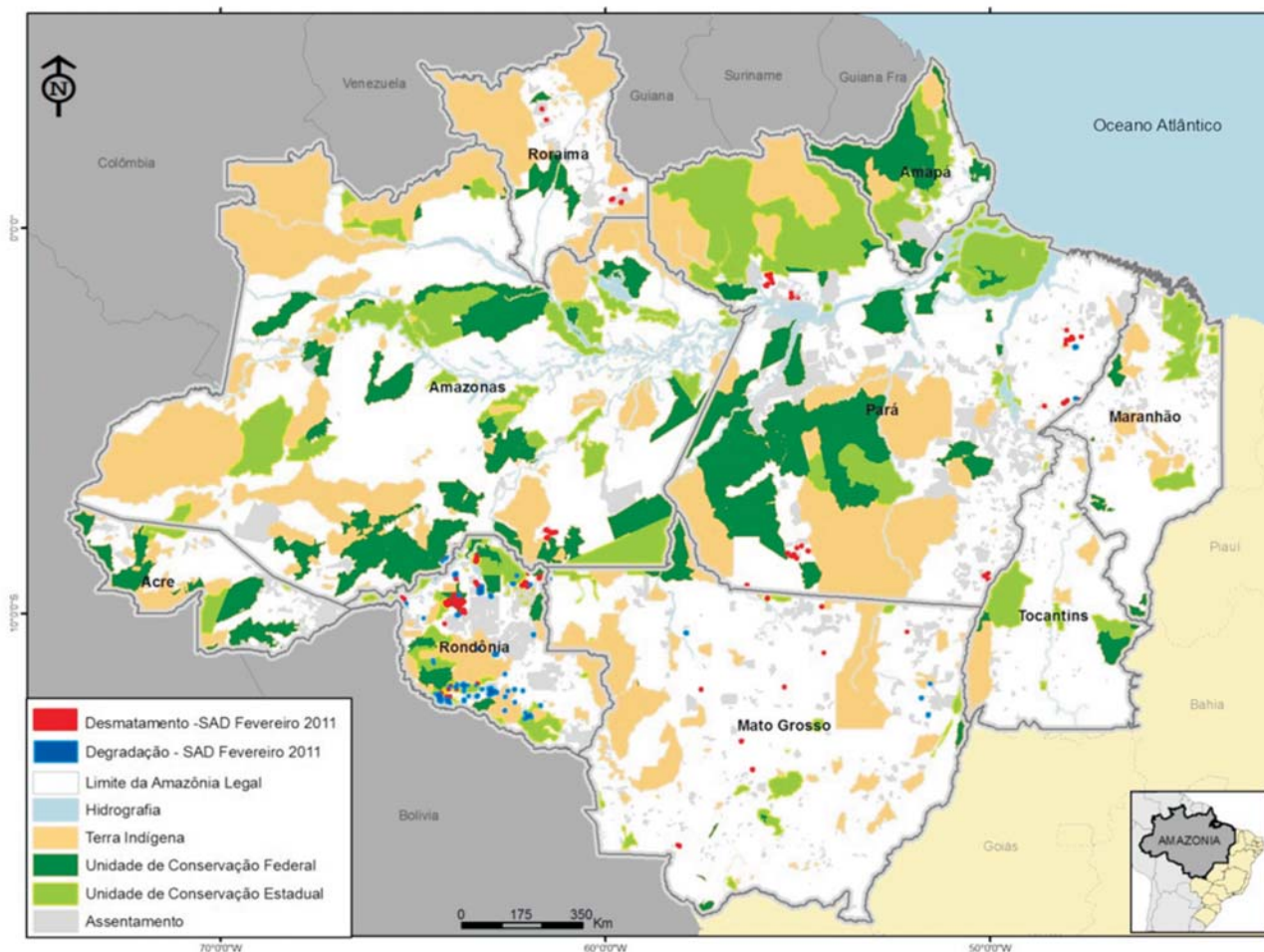
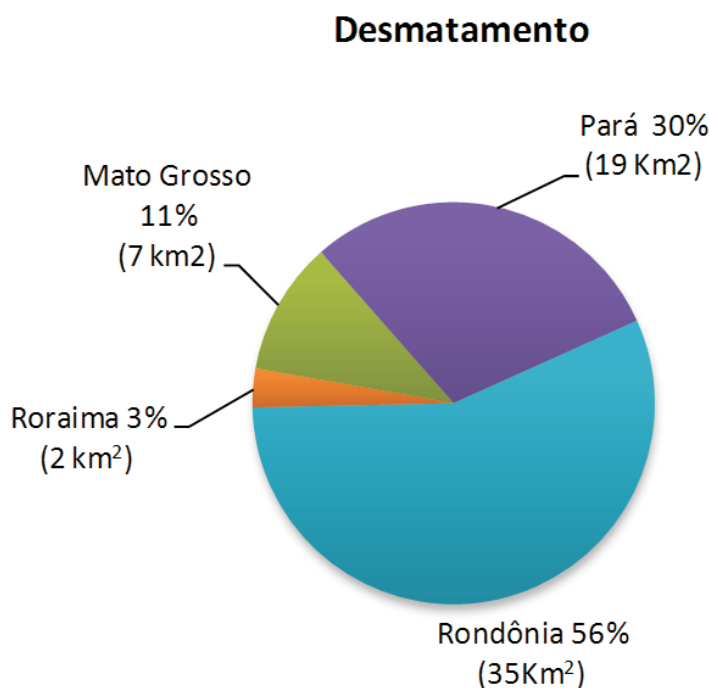


Figura 2. Desmatamento e Degradação Florestal em fevereiro de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

O desmatamento acumulado no período de agosto de 2010 a fevereiro de 2011<sup>1</sup>, correspondendo aos sete primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento, atingiu 925 quilômetros quadrados. Este resultado foi semelhante ao desmatamento acumulado no

período anterior (agosto de 2009 a fevereiro de 2011) quando atingiu 924 quilômetros quadrados.

Em fevereiro de 2011, Rondônia contribuiu com 56% da área total desmatada na Amazônia Legal (Figura 3). Em seguida aparece Pará com 30%, Mato Grosso com 11% e Roraima com 3%.



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

Considerando os sete primeiros meses do calendário atual de desmatamento (agosto de 2010 a fevereiro de 2011), Mato Grosso lidera o ranking com 28% do total desmatado no período. Em seguida aparece o Pará com 27%, Rondônia com 24% e Amazonas com 13%. Esses quatro estados foram responsáveis por 93% do desmatamento ocorrido na Amazônia Legal nesse período. O restante (7%) do desmatamento ocorreu no Acre, Roraima, e Tocantins.

O desmatamento ocorrido em agosto de 2010 a fevereiro de 2011 foi semelhante ao desmatamento do período anterior (agosto de 2009 a fevereiro de 2010)

(Tabela 1). Em termos relativos, houve aumento no Tocantins (+2.642%), Rondônia (+122%), Acre (+66%), Mato Grosso (35%), e Amazonas (33%). Por outro lado, houve redução de 86% em Roraima, e de 43% no Pará.

Em termos absolutos, Mato Grosso lidera o ranking do desmatamento acumulado com 263 quilômetros quadrados, seguido de perto pelo Pará (253 quilômetros quadrados), Rondônia (225 quilômetros quadrados) e Amazonas (120 quilômetros quadrados).

<sup>1</sup> 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 2009 a fevereiro de 2010 e de agosto de 2010 a fevereiro de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

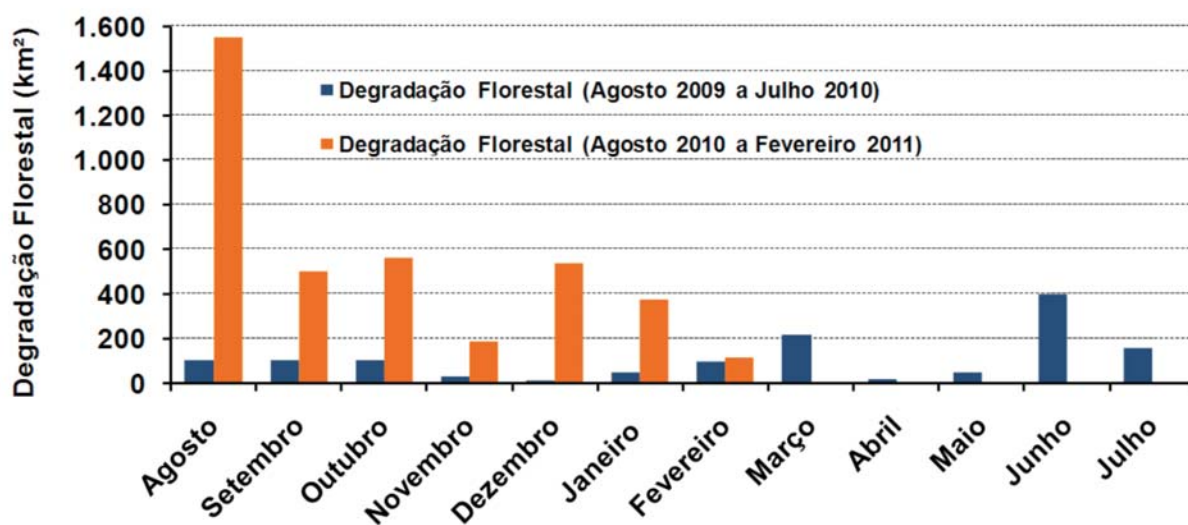
Estado	Agosto 2009 a Fevereiro 2010	Agosto 2010 a Fevereiro 2010	Varição (%)
Acre	33	54	+ 64
Amazonas	90	120	+ 33
Mato Grosso	195	263	+ 35
Pará	442	253	- 43
Rondônia	101	225	+ 123
Roraima	47	7	- 85
Tocantins	-	4	-
Amapá	15	-	-
<b>Total</b>	<b>924</b>	<b>925</b>	<b>0</b>

\* Os dados do Maranhão não foram analisados.

## Degradação Florestal

Em fevereiro de 2011, o SAD registrou 113 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 (fevereiro de 2010

houve aumento de 14% quando a degradação florestal atingiu 99 quilômetros quadrados. Do total, a maioria (74%) dessa degradação ocorreu em Rondônia, seguido por Mato Grosso (15%), Pará (7%) e Amazonas (4%).



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

## Degradação Florestal

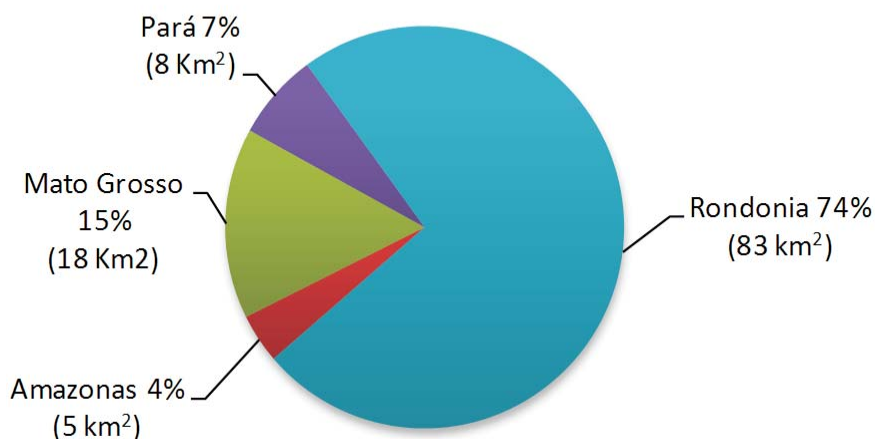


Figura 5. Degradação florestal (%) dos Estados da Amazônia Legal em fevereiro de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

A degradação florestal acumulada no período de agosto de 2010 a fevereiro de 2011<sup>2</sup> (sete primeiros meses do calendário oficial de medição do desmatamento), atingiu 3.836 quilômetros quadrados. Isso representa um aumento extremamente expressivo de 304% na degradação florestal acumulada nesse período (agosto de 2010 a fevereiro de 2011) em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a fevereiro de 2010) quando a degradação florestal somou 950 quilômetros quadrados (Tabela 2).

Tocantins apresentou em termos relativos um aumento expressivo de 2.500%, 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 26 quilômetros quadrados de agosto de 2010 a fevereiro de 2011. Outros estados também contribuíram para o aumento da degradação florestal: Amazonas (+576%), Acre (+504%), Rondônia (+370%), Mato Grosso (+364%), e

Pará (+150%). Por outro lado, Roraima apresentou redução de 75% na degradação florestal.

Mato Grosso lidera o ranking com 57% do total das áreas florestais degradadas acumuladas no período de agosto de 2010 a fevereiro de 2011. Em seguida aparece Pará com 20% e Rondônia com 15%. 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 2.198 quilômetros quadrados, seguido pelo Pará (749 quilômetros quadrados), Rondônia (574 quilômetros quadrados), Acre (145 quilômetros quadrados), Amazonas (142 quilômetros quadrados), (Tocantins (26 quilômetros quadrados) e Roraima (2 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 fevereiro de 2010 e de agosto de 2010 a fevereiro de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

Estado	Agosto 2009 a Fevereiro 2010	Agosto 2010 a Fevereiro 2011	Varição (%)
Acre	24	145	+ 504
Amazonas	21	142	+ 576
Mato Grosso	474	2198	+ 364
Pará	300	749	+ 150
Rondônia	122	491	+ 302
Roraima	8	85	+ 963
Tocantins	1	26	+ 2.500
Amapá	1	-	-
<b>Total</b>	<b>950</b>	<b>3.836</b>	<b>+ 304</b>

\* Os dados do Maranhão não foram analisados.

## Carbono Afetado pelo Desmatamento

Em fevereiro de 2011, os 63 quilômetros quadrados de desmatamento detectado pelo SAD na Amazônia Legal comprometeram 1,3 milhões de toneladas (com margem de erro de 194 mil toneladas) de carbono. Essa quantidade de carbono afetada resulta em 4,7 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente (Figura 6). Isso representa uma queda de 18% em relação a fevereiro de 2010 quando o carbono florestal afetado foi de 1,6 milhões de toneladas. Essa redução do carbono afetado pelo desmatamento foi proporcional a redução de 28% do desmatamento

detectado pelo SAD nesse mês.

O carbono florestal comprometido pelo desmatamento no período de agosto de 2010 a fevereiro de 2011 (sete primeiros meses do atual calendário de desmatamento) foi de 15,3 milhões de toneladas (com margem de erro de 364 mil toneladas), o que representou cerca de 56 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente (Figura 6). Em relação ao mesmo período do ano anterior (agosto de 2009 a fevereiro de 2010) houve uma redução de 6,5% na quantidade de carbono comprometido pelo desmatamento.

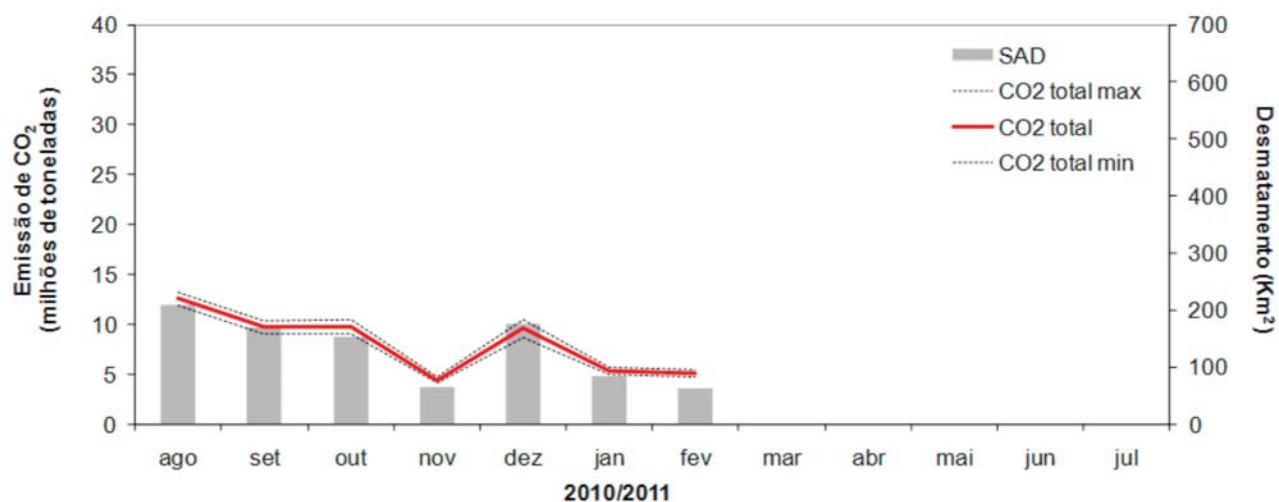
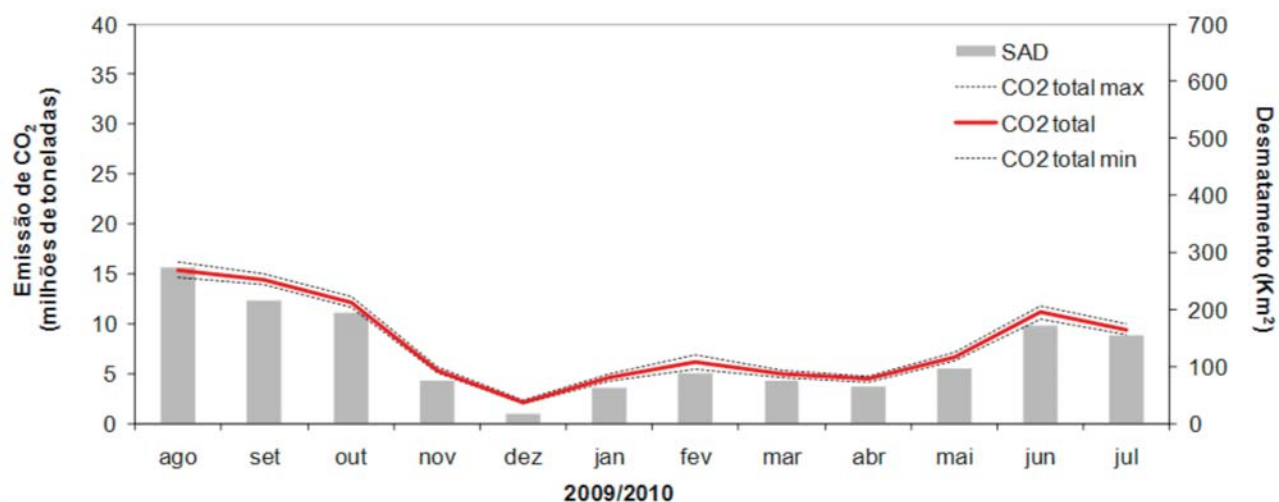


Figura 6. Desmatamento e emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente total de agosto de 2009 a fevereiro de 2011 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon).

## Geografia do Desmatamento

Em relação a situação fundiária, em fevereiro de 2011, a maioria (60%) do desmatamento ocorreu em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse. O restante do desmatamento foi registrado em Unidades

de Conservação (24%), seguido de Assentamentos de Reforma Agrária (14%) e Terras Indígenas (2%) (Tabela 3).

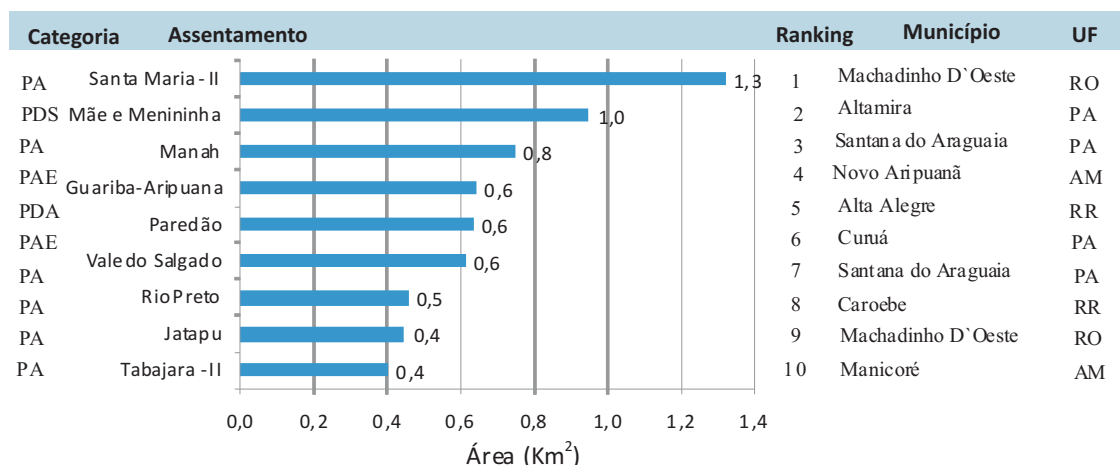
**Tabela 3.** Desmatamento por categoria fundiária em dezembro de 2010 na Amazônia Legal (Fonte: Imazon/ SAD).

Categoria	Fevereiro de 2011	
	km <sup>2</sup>	%
Assentamento de Reforma Agrária	9	14
Unidades de Conservação	15	24
Terras Indígenas	1	2
Privadas, Posse & Devolutas <sup>3</sup>	39	60
<b>Total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>63</b>	<b>100</b>

## Assentamentos de Reforma Agrária

O SAD registrou 9 quilômetros quadrados nos Assentamentos de Reforma Agrária durante fevereiro de 2011. Os Assentamentos mais afetados pelo

desmatamento foram Santa Maria - II (Machadinho D'Oeste; Amazonas), Mãe e Menininha (Altamira; Pará), e Manah (Santana do Araguaia; Pará) (Figura 7).



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

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



## Áreas Protegidas

O SAD detectou 15 quilômetros quadrados de desmatamento em Unidade de Conservação (Figura 8). As Unidades de Conservação que sofreram desmatamento foram em Rondônia: Florex Rio Preto-Jacundá, APA Rio Pardo, e Resex Jaci-Paraná.

No caso das Terras Indígenas, em fevereiro de 2011 foram detectado desmatamento somente na Uru-eu-Wau-Wau em Rondônia (Figura 9).

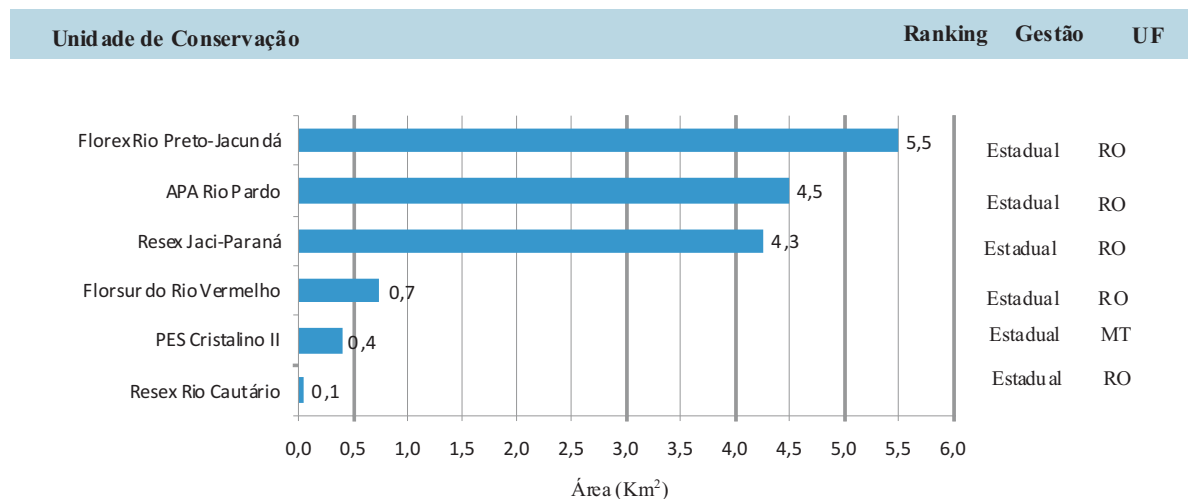


Figura 8. Unidades de Conservação mais desmatadas na Amazônia Legal em fevereiro de 2011 (Fonte: Imazon /SAD).

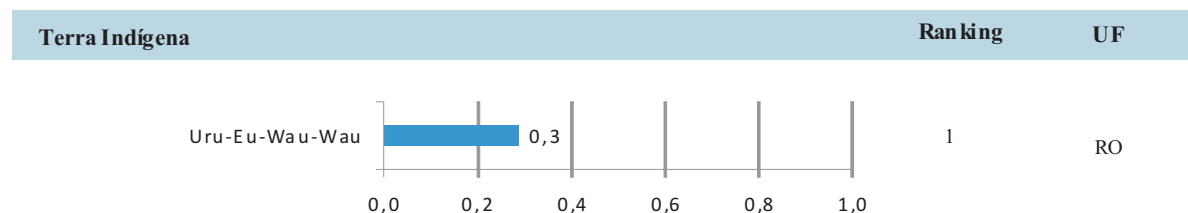


Figura 9. Terras Indígenas desmatadas na Amazônia Legal em fevereiro de 2011 (Fonte: Imazon /SAD).

### Municípios Críticos

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

do Pará (Pará) e Candeias do Jamari (Rondônia) (Figura 10 e 11).

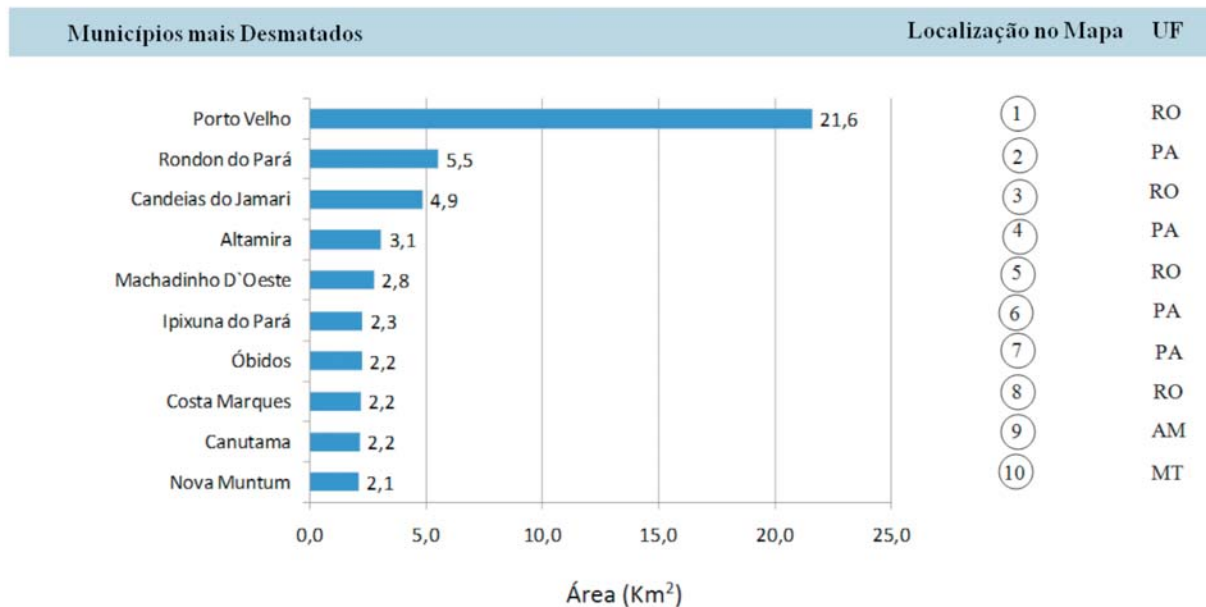


Figura 10. Municípios mais desmatados na Amazônia Legal em fevereiro de 2011 (Fonte: Imazon /SAD).

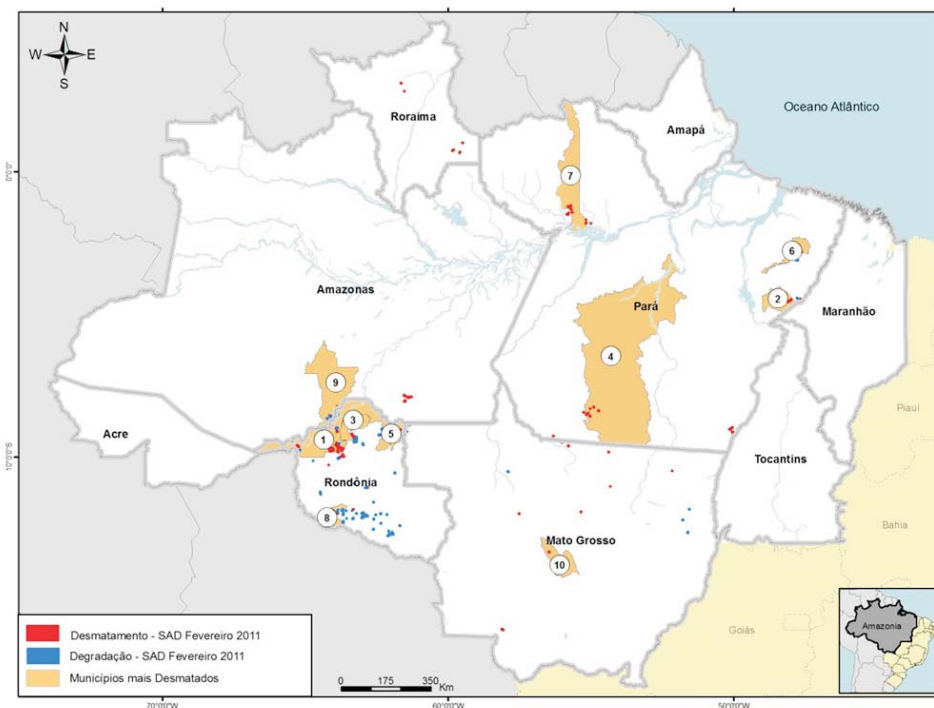


Figura 11. Municípios mais desmatados em fevereiro de 2011 (Fonte: Imazon/SAD).

## Cobertura de Nuvem e Sombra

Em fevereiro de 2011, 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 o monitoramento principalmente no Pará, Mato Grosso, Amapá, Amazonas e Acre (Figura 12). Esses estados tiveram mais de 90% do território florestal coberto por nuvens.

Devido isso os dados de desmatamento para esses Estados podem estar subestimados em fevereiro 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.

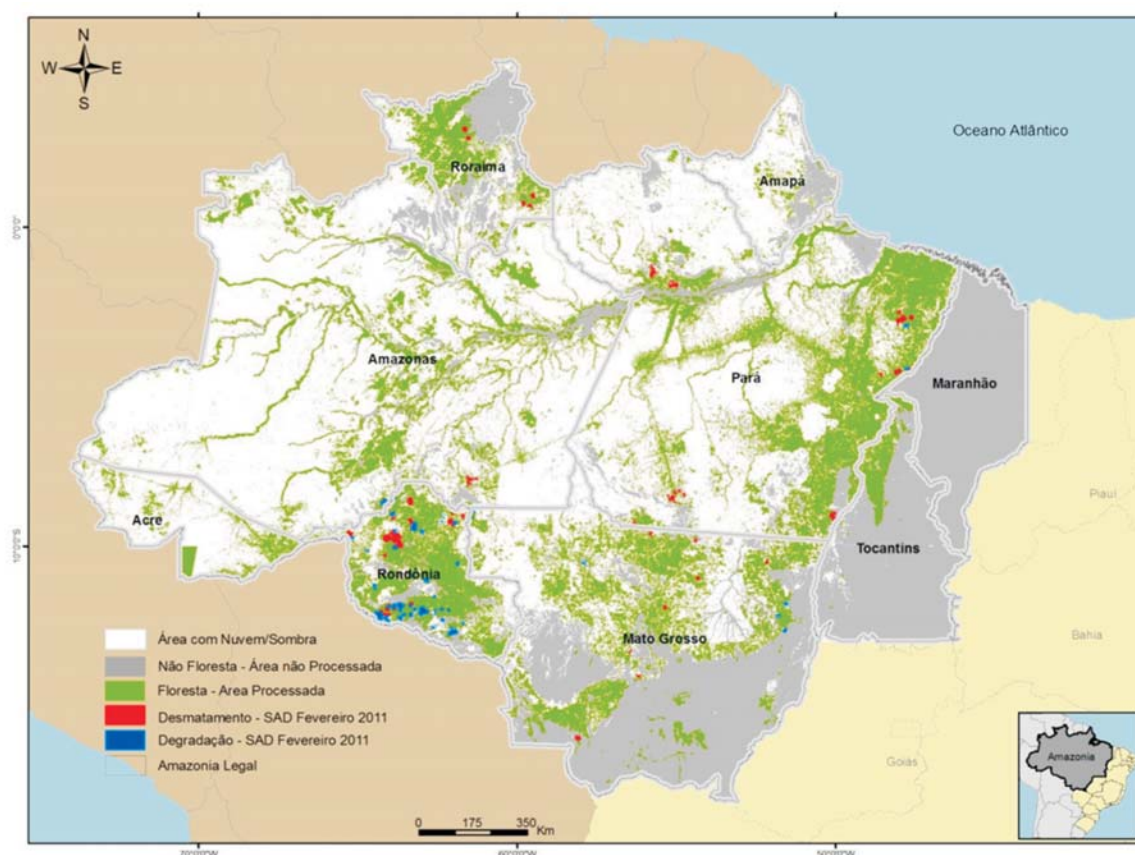


Figura 12. Área com nuvem e sombra em fevereiro de 2011 na Amazônia Legal.

## 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.

Em fevereiro de 2010, somente 5% do desmatamento detectados pelo SAD foi confirmado com as imagens Landsat (Figura 13). Os outros 95% não foram confirmados devido grande ocorrência de nuvens nas imagens Landsat e CBERS disponíveis no período.

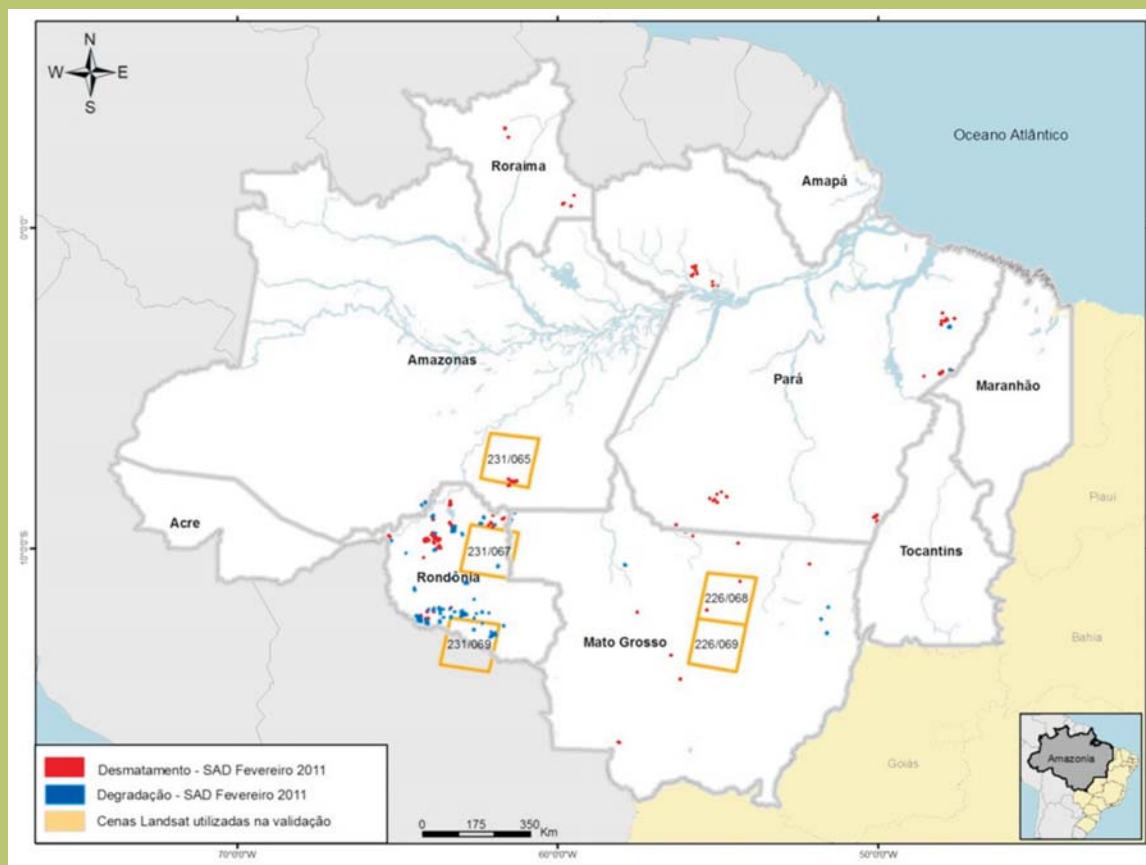


Figura 13. Cenas Landsat utilizadas na validação dos polígonos de desmatamento detectado pelo SAD em fevereiro de 2010.

## 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 às 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:

$$C_t = \sum C(S)_t$$

$$C_t(S) = S_D \times \left[ BVAS - BPF \right] \times (1 - fc) \times (t == 0) + \left( BAS_0 \times pd \times e^{(-pd \times t)} \right)$$

$$BPF = ff * AGLB$$

$$BAS_0 = bf * AGLB$$

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 às 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)