

DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL EM SANTANA DO ARAGUAIA - PARÁ 2000 - 2013

www.imazon.org.br



Os dados cartográficos utilizados foram obtidos de diferentes fontes, descritas na parte posterior
Mapa elaborado em Junho de 2014
Fonte de Imagens: Landsat



SÃO FÉLIX DO XINGU

CUMARU DO NORTE

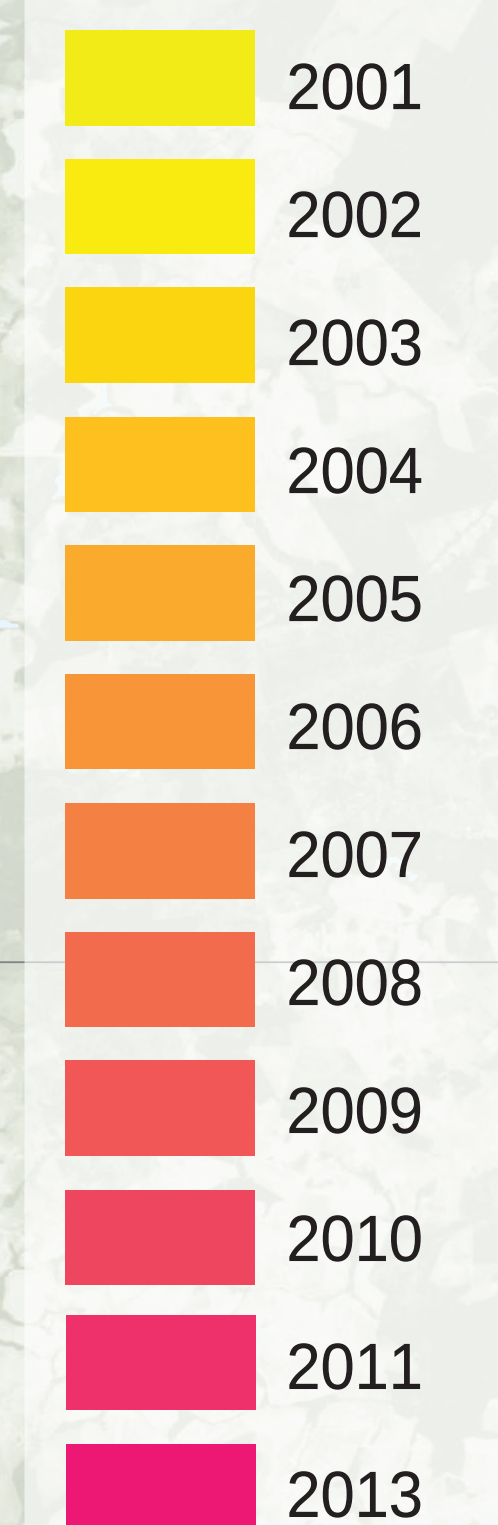
SANTA MARIA DAS BARREIRAS

TOCANTINS

MATO GROSSO

SANTANA
ARAGUAIA

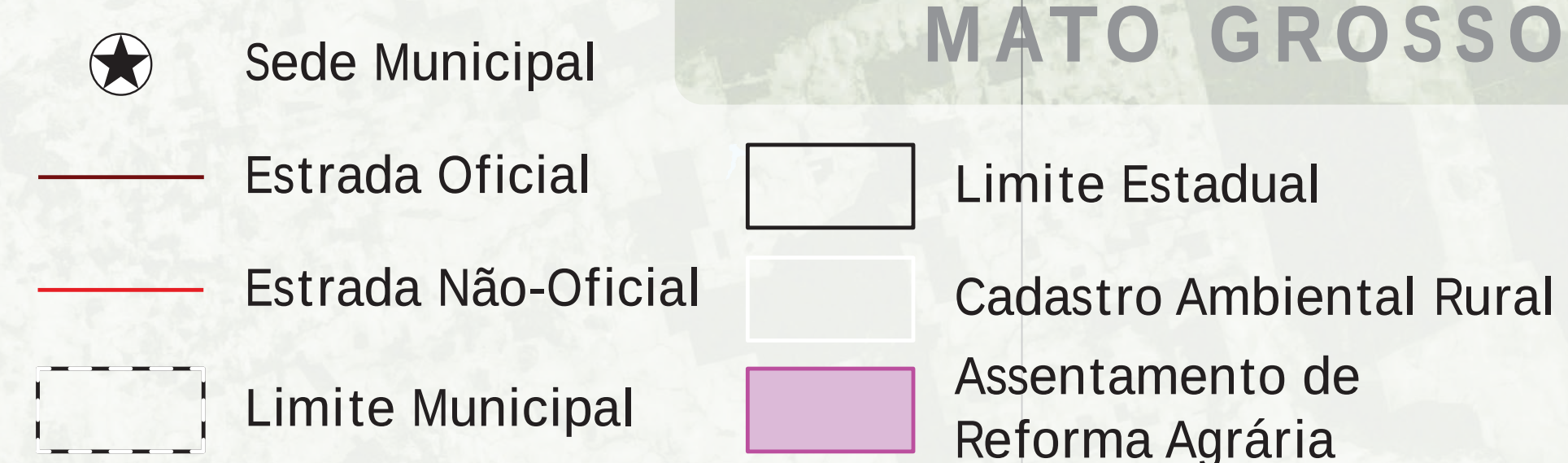
Desmatamento



Cobertura do Solo



Sinais Convencionais



0 25 50 km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum Horizontal: SIRGAS 2000

Apoio



Apresentação

O mapa de **Desmatamento e Degradação Florestal de Santana do Araguaia** foi produzido pelo Imazon para subsidiar a análise do cadastro ambiental rural (CAR) de propriedades rurais do município, o licenciamento de atividades rurais e o monitoramento e controle do desmatamento e da degradação florestal, servindo de insumo para gestão ambiental municipal. Os mapas e as estatísticas foram obtidas com o processamento de imagens Landsat para o período de 2000 a 2013, e serão atualizadas anualmente. Esses dados anuais complementam os dados de alerta de desmatamento do SAD (Sistema de Alerta de Desmatamento) do Imazon, enviados para os parceiros do projeto, e dos sistemas oficiais de monitoramento^[1].

O município de Santana do Araguaia foi fundado em 1961 e está localizado no sudeste do estado do Pará, na região de integração Araguaia. É limítrofe aos municípios de Santa Maria das Barreiras, São Félix do Xingu e Cumaru do Norte, e também aos estados do Mato Grosso e Tocantins. Sua área abrange 11.591 quilômetros quadrados, e abriga 56.153 habitantes, dos quais 53% estão na área urbana e 47% na área rural (Idesp, 2012; IBGE, 2010). O PIB nominal do município em 2011 foi de R\$ 355 milhões, ocupando o 32º lugar com 0,4% do PIB do estado. O setor de serviços foi o que mais contribuiu para o PIB nominal municipal. Em 2011, o PIB *per capita* foi de R\$ 6,1 mil, ficando abaixo da média estadual de R\$ 11,5 mil. O principal setor de geração de emprego em 2010 foi o de serviços. Essas e outras estatísticas encontram-se disponíveis no Portal Status Municipal^[2] do Imazon.

O município abriga, total ou parcialmente, 18 Projetos de Assentamentos (PAs). A área restante é coberta por imóveis rurais (propriedades rurais e posses), onde já se encontram cadastradas no sistema de CAR estadual 334 propriedades, cobrindo uma área de 10.030 quilômetros quadrados, que equivale a 87% da área cadastrável (11.549 quilômetros quadrados).

As seções seguintes apresentam os detalhes da metodologia (Quadro 1), os resultados do mapeamento e as recomendações para gestão ambiental municipal.

^[1] Os sistemas oficiais de monitoramento do desmatamento em referência são o Prodes (<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>) e o Deter (<http://www.obt.inpe.br/deter/>).

^[2] O Portal Status Municipal do Imazon pode ser acessado através do link <http://www.statusmunicipal.org.br/>.

Quadro 1: Metodologia

Imagens do satélite Landsat TM/ETM+ foram adquiridos de várias fontes (INPE, GLOVIS) (Tabela 1). Esses dados e seus metadados foram estruturados em um servidor de imagens para facilitar o acesso e seu processamento digital. O processamento das imagens de satélite ocorre em cinco etapas através de um software desenvolvido pelo Imazon, denominado ImgTools, utilizando a linguagem de programação IDL (Figura 1) (Souza Jr. e Siqueira, 2013). Esse software processa um conjunto de cenas automaticamente produzindo mapas e estatísticas.

Etapla 1 – Pré-Processamento. O primeiro passo da metodologia consistiu no registro das imagens Landsat para uma base de referência – Geocover (GLCF, 2000). Foram coletados pontos de controle (20-30) entre as imagens Landsat e a base de referência e aplicado um algoritmo de interpolação baseado em triangulação e reamostragem pelo método de vizinhança mais próxima. Isso garantiu um registro entre as imagens com erro de posicionamento menor que 1 pixel. Aplicamos técnicas de calibração radiométrica, remoção de ruídos de fumaças e remoção do sinal espectral da atmosfera. Dessa forma os dados das imagens de satélites são convertidos de número digital (DN – *digital number*) para reflectância de superfície.

Tabela 1. Datas das imagens Landsat utilizadas no processamento dos dados.

Ano	Órbita/Ponto			
	223/66	223/67	224/66	224/67
2000	16/08/2000	01/09/2000	-	96/07/2000
2001	02/07/2001	20/09/2001	25/07/2001	07/06/2001
2002	22/08/2002	06/08/2002	17/11/2002	16/10/2002
2003	30/06/2003	30/06/2003	23/07/2003	23/07/2003
2004	18/07/2004	02/07/2004	22/05/2004	23/06/2004
2005	22/08/2005	22/08/2005	10/06/2005	13/08/2005
2006	09/08/2006	09/08/2006	13/06/2006	13/06/2006
2007	09/06/2007	25/06/2007	-	19/08/2007
2008	27/06/2008	13/07/2008	20/07/2008	04/07/2008
2009	17/08/2009	17/08/2009	08/08/2009	08/08/2009
2010	05/09/2010	21/09/2010	26/07/2010	26/07/2010
2011	07/08/2011	07/08/2011	15/09/2011	27/06/2011
2012 ³	-	-	-	-
2013	11/07/2013	11/07/2013	18/07/2013	02/07/2013

Etapla 4 – Classificação Automática. Construímos uma árvore de decisão empiricamente para classificar as áreas desmatadas, as florestas degradadas, corpos d'água, sombra e nuvem. A classe de “não floresta” representa todo o desmatamento ocorrido até o ano 2000 e as áreas de formação não florestal (afloramentos rochosos, campos, etc.). Utilizamos como entrada para a classificação as imagens de fração, obtidas com o MME, e o índice espectral NDFI.

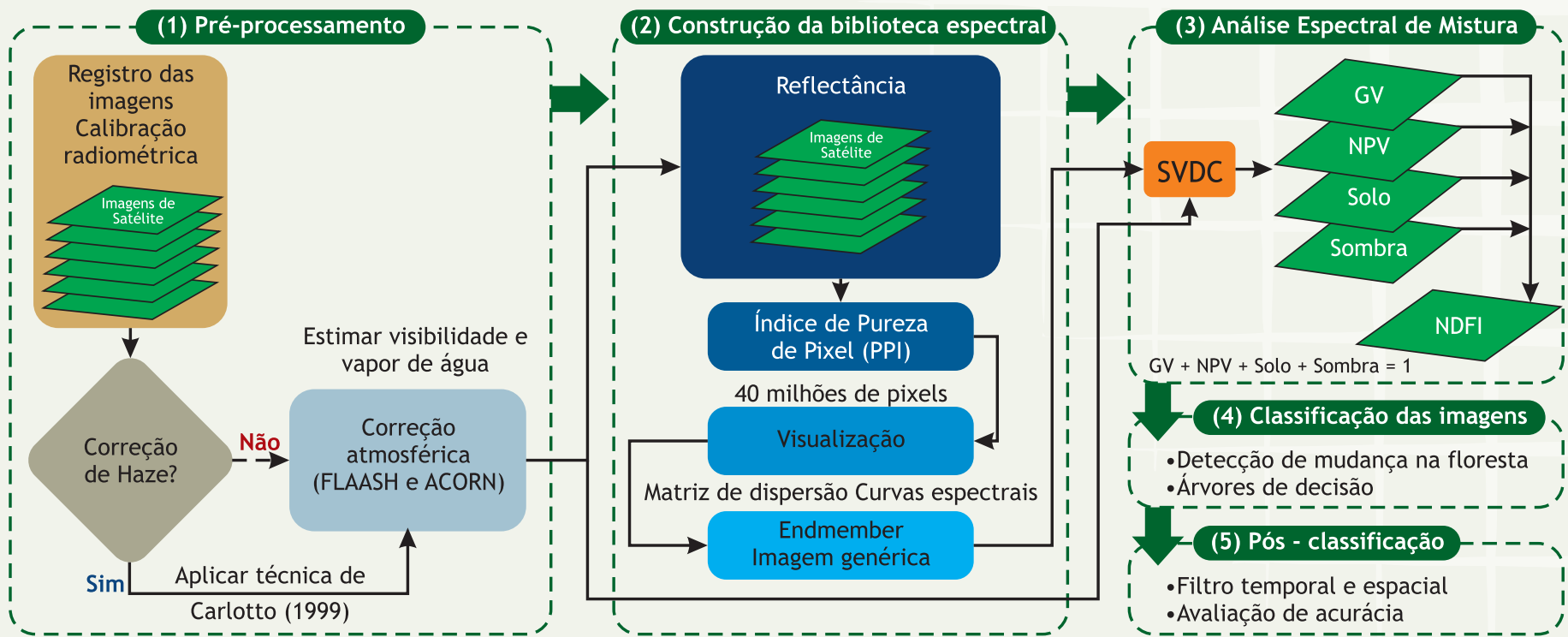


Figura 1. Metodologia aplicada no processamento de imagens Landsat e implementada no software ImgTools.

Etapla 5 – Pós-Classificação. Filtros espacial e temporal foram construídos para remover classificações espúrias e transições temporais entre classes de mapeamento não permitidas, respectivamente. O filtro espacial permite que determinadas classes sejam definidas juntamente com a sua menor área mapeável. Dessa forma, pixels isolados classificados em uma dada imagem podem ser eliminados e substituídos pela classe dominante em sua vizinhança. O filtro temporal é um conjunto de regras de transições não permitidas que são aplicadas a cada imagem classificada em um dado ano. Dessa forma, é possível remover nuvens e corrigir as classificações não permitidas.

As estatísticas foram atualizadas para estimar as taxas anuais de desmatamento e da degradação florestal com base no método proposto pela *Food Administration Organization* (FAO). A taxa anual é uma estimativa da área de floresta afetada pelo desmatamento ou pela degradação florestal, num dado ano, geralmente expressa em termos absolutos (quilômetros quadrados por ano). O Brasil utiliza a data de 1 de agosto como referência para a estimativa da taxa anual de desmatamento. Isso significa que a taxa anual de desmatamento é estimada para o período de 1 de agosto a 31 de julho,

^[3] Neste ano somente foram disponibilizadas pela NASA imagens Landsat 7, que não foram utilizadas nesse estudo.

denominado período de referência, adotado também neste estudo. As imagens de satélite Landsat, geralmente utilizadas para monitorar a Amazônia, são adquiridas em datas que não coincidem com o período de referência utilizado para a estimativa da taxa anual. Portanto, é necessário projetar as medições feitas com dados de satélite para esse período de referência com métodos matemáticos.

Os mapas de desmatamento foram combinados com mapas de PAs do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para avaliar a situação da cobertura florestal. Também verificamos a área desmatada em propriedades inseridas no CAR disponibilizadas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA).

Resultados

Os resultados do mapeamento do desmatamento e degradação florestal são apresentados na Tabela 2 e na Figura 2. No período de 2000 a 2013, 2.434 quilômetros quadrados de áreas desmatadas foram mapeadas em Santana do Araguaia. A área de floresta afetada pela degradação atingiu 901 quilômetros quadrados, ou seja, uma área de floresta alterada por exploração madeireira e/ou queimadas equivalente a 37% da área convertida pelo desmatamento. O maior pico de desmatamento ocorreu em 2002 (376 quilômetros quadrados), e a menor área desmatada detectada em 2011 (6 quilômetros quadrados). Em relação à degradação florestal, o ano de 2002 registrou o maior pico com 511 quilômetros quadrados de florestas degradadas, enquanto que nos anos de 2011, 2012 e 2013 foram registradas as menores taxas anuais de degradação florestal em Santana do Araguaia (2 quilômetros quadrados por ano).

A série histórica de desmatamento apresentou oscilações nas taxas anuais de derrubada de florestas, estando as taxas entre 2001 e 2009 acima dos 100 quilômetros quadrados anuais (média de 261 quilômetros quadrados por ano). A partir de 2007 pode-se verificar o início de uma tendência de queda nas taxas anuais de desmatamento, permanecendo até 2011, quando foi registrado o menor patamar de área desmatada da série histórica em Santana do Araguaia, com 6 quilômetros quadrados naquele ano. Porém, no ano de 2012, verificou-se novo crescimento na taxa, com 21 quilômetros quadrados, permanecendo com esse mesmo valor em 2013.

A taxa anual de degradação florestal permaneceu estável ao longo da série histórica (Tabela 4), apresentando pequenas oscilações entre os anos, com taxa média anual de 69 quilômetros quadrados de 2001 a 2013. Em 2002 apresentou um importante pico de 511 quilômetros quadrados, estabilizando depois entre 2003 a 2007, a menos de 60 quilômetros quadrados por ano, oscilando novamente entre 2008 e 2010, até descrever uma tendência de queda a partir de 2011 até 2013 (Tabela 2; Figura 2).

O sistema Prodes detectou uma área desmatada de 2.551 quilômetros quadrados no mesmo período analisado (2000 a 2013), ou seja, uma área 5% maior do que a área desmatada (2.434 quilômetros quadrados) detectada pelo sistema do Imazon. Os dois sistemas geraram estatísticas com correlação de 70%, sendo a maior diferença entre os dados no ano de 2001.

Tabela 2: Estimativa de taxa anual de desmatamento e degradação florestal obtidas de imagens Landsat para o período de 2000 a 2013 no município de Santana do Araguaia.

Taxas anuais de desmatamento e degradação florestal (km²/ano)		
Ano	Desmatamento	Degradação
2001	136	21
2002	376	511
2003	323	51
2004	158	59
2005	321	29
2006	326	55
2007	297	49
2008	226	73
2009	183	17
2010	39	30
2011	6	2
2012	21	2
2013	21	2
Total	2.434	901

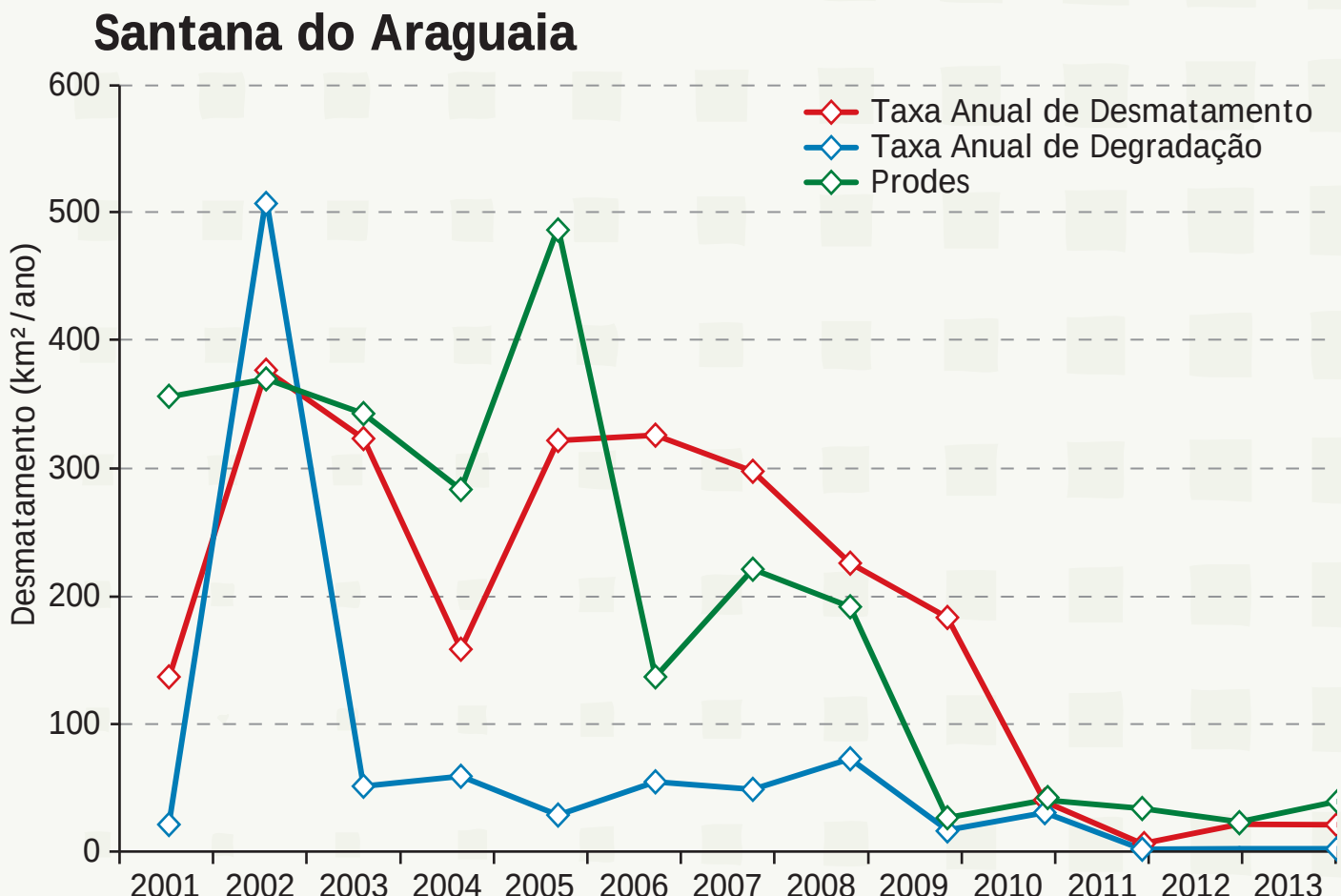


Figura 2: Taxa de desmatamento e degradação florestal anual no município de Santana do Araguaia.

A diferença do desmatamento total detectado pelos dois sistemas de monitoramento pode ser explicada pelas seguintes hipóteses: escala de mapeamento que é mais detalhada no sistema do Imazon; inclusão ou não da degradação florestal no monitoramento; e pelas diferentes datas de imagens, entre os métodos de anualização (i.e., taxa anual) das medições feitas pelas imagens de satélites. Os dois sistemas detectaram áreas desmatadas abaixo dos 40 quilômetros quadrados a partir de 2011 no município de Santana do Araguaia.

Avaliámos também onde o desmatamento e a degradação florestal ocorreram no município. Dos 2.434 quilômetros quadrados detectados entre 2000 e 2013, 579 quilômetros quadrados (24%) estavam em áreas de PAs, enquanto que 1.394 quilômetros quadrados (57%) estavam inseridos em propriedades com CAR. O restante do desmatamento (462 quilômetros quadrados) estava em áreas privadas ou em algum estágio de posse que não se encontram no CAR. Em relação a degradação florestal, dos 901 quilômetros quadrados detectados no mesmo período, 311 quilômetros quadrados (35%) estavam nas áreas de PA's, 416 quilômetros quadrados (46%) se localizavam em propriedades com CAR. O restante (174 quilômetros quadrados) estão distribuídos em áreas privadas ou em algum estágio de posse.

As áreas de propriedades rurais sem CAR, que no município de Santana do Araguaia somam 1.519 quilômetros quadrados, apresentaram a menor parcela das áreas desmatadas entre os anos de 2000 e 2013 (462 quilômetros quadrados), com média de 35 quilômetros quadrados ao ano (Tabela 3), enquanto que áreas de degradação florestal detectadas no mesmo período somaram 174 quilômetros quadrados, com média de 13 quilômetros quadrados por ano (Tabela 4).

Tabela 3. Taxas anuais de desmatamento por categoria fundiária (em km²) em Santana do Araguaia.

Ano	Categoria			
	Assentamentos	CAR	Sem CAR	Total
2001	31	66	39	136
2002	134	192	50	376
2003	69	186	68	323
2004	47	85	27	158
2005	82	185	54	321
2006	88	189	48	326
2007	40	205	53	297
2008	35	153	37	226
2009	31	108	44	183
2010	14	11	15	39
2011	1	2	4	6
2012	3	6	12	21
2013	3	6	12	21
Total	579	1.394	462	2.434

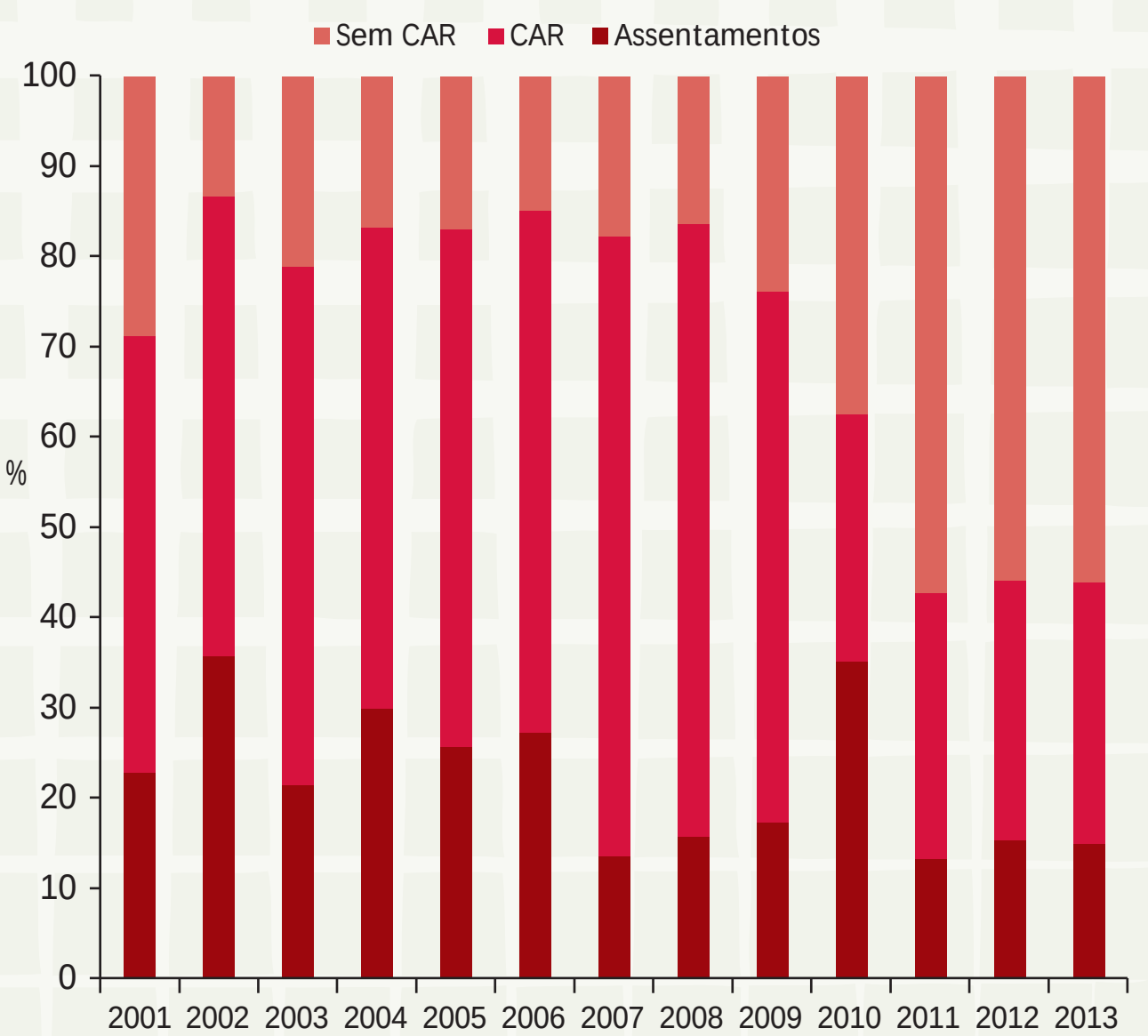


Figura 3: Taxa percentual de desmatamento anual por categoria fundiária em Santana do Araguaia.

Tabela 4. Taxas anuais de degradação por categoria fundiária (em km²) em Santana do Araguaia

Ano	Categoria			
	Assentamentos	CAR	Sem CAR	Total
2001	6	11	5	21
2002	226	213	72	511
2003	10	32	9	51
2004	13	33	13	59
2005	8	11	9	29
2006	13	31	11	55
2007	7	31	11	49
2008	19	37	16	73
2009	5	8	4	17
2010	3	6	21	30
2011	-	-	2	2
2012	-	2	1	2
2013	-	2	1	2
Total	311	416	174	901

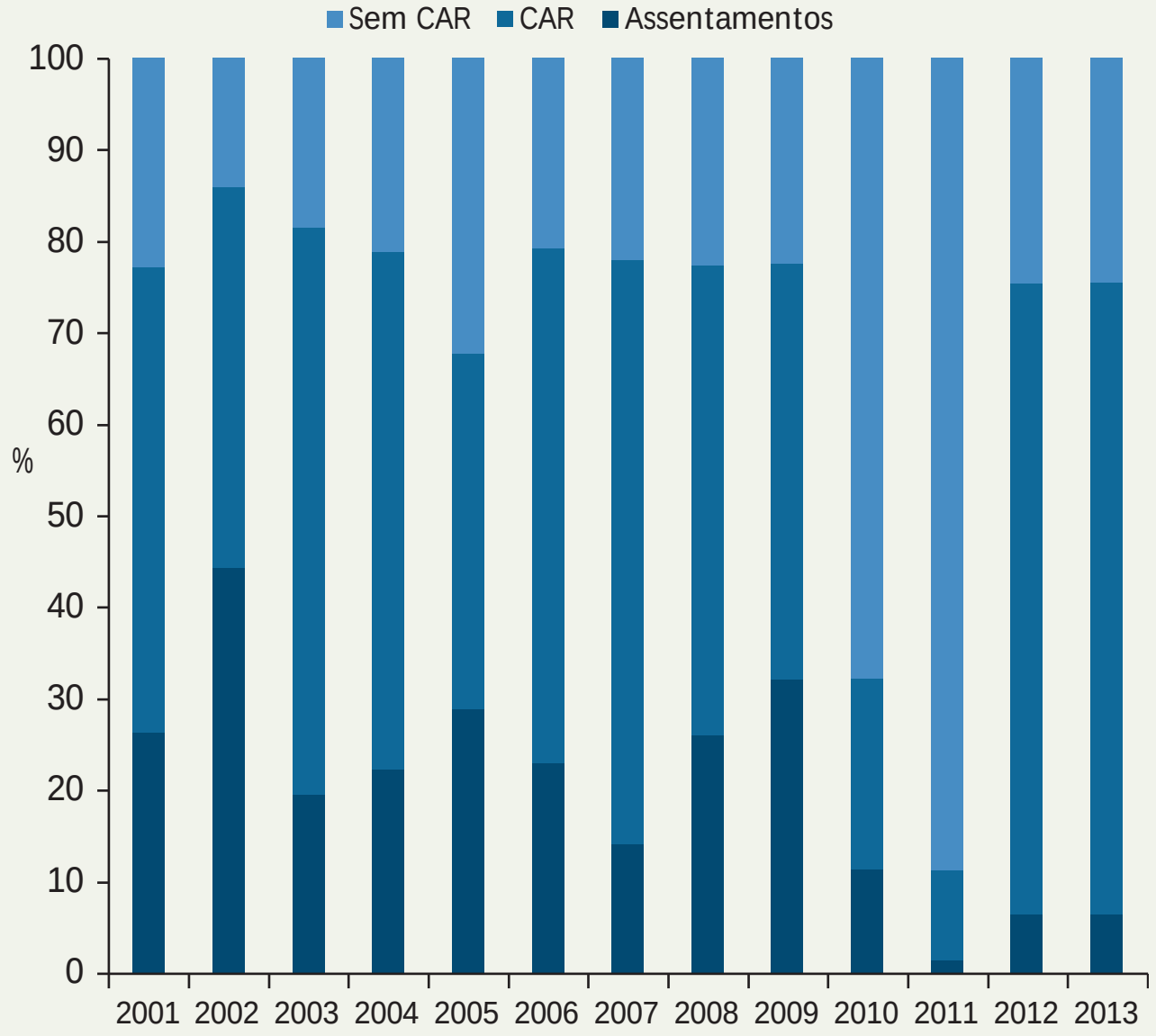


Figura 4: Taxa percentual de degradação florestal anual por categoria fundiária em Santana do Araguaia.

No ano de 2012 foram detectados no município de Santana do Araguaia 23 quilômetros quadrados de desmatamento (Prodes), apresentando 87% de imóveis rurais inseridos no CAR. Desta forma o município habitou-se para sair da Lista dos Municípios Prioritários no combate ao desmatamento (Portaria nº 187/2012), do MMA, passando a categoria de município com desmatamento monitorado e sob controle, pois alcançou os principais requisitos para saída dessa lista (até 40 km² ao ano de desmatamento e 80% das propriedades rurais inseridas nos CAR), podendo estar apto a receber diversos benefícios fiscais, creditícios, além de políticas públicas de ordenamento fundiário e ambiental (Figura 5).

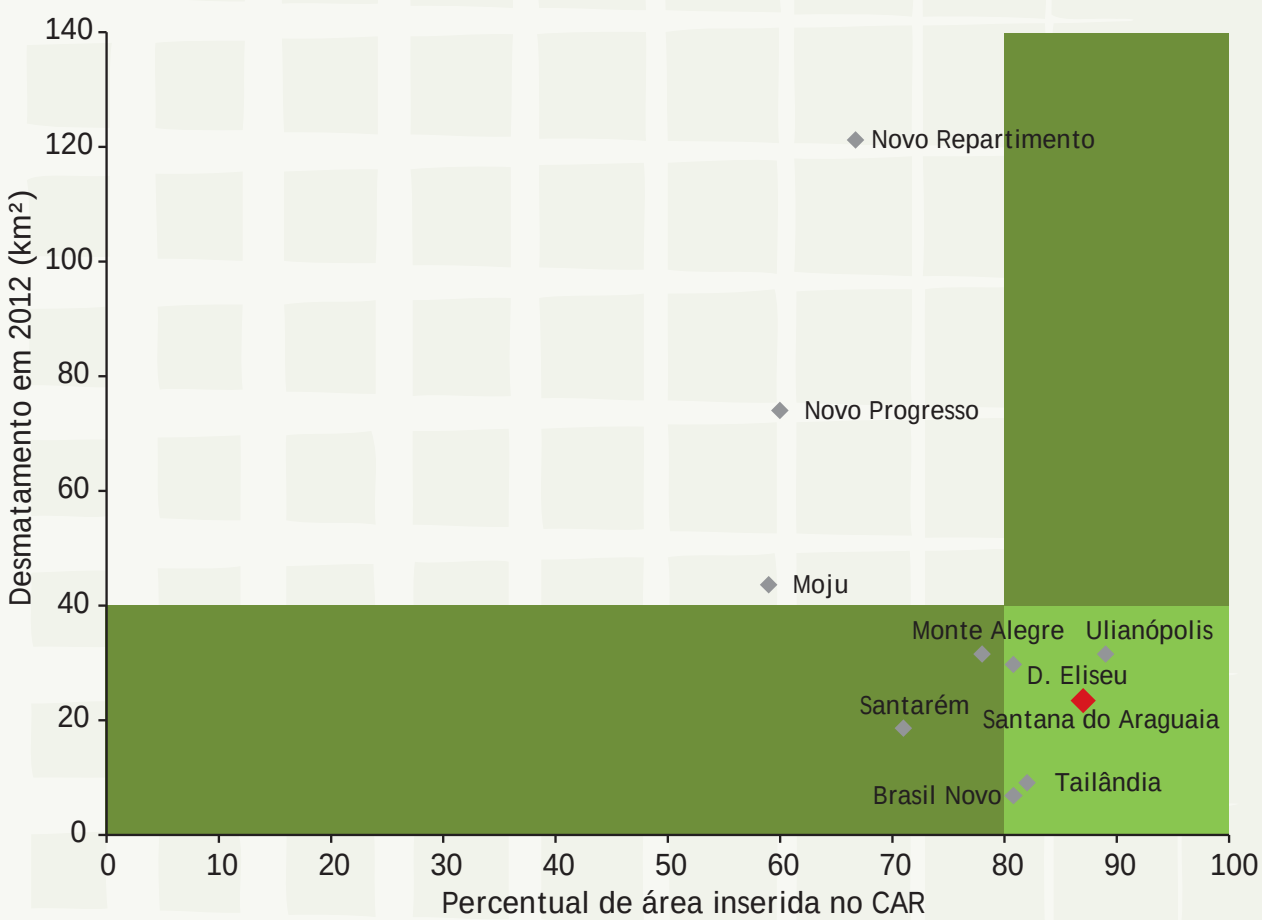


Figura 5: Distribuição do desmatamento em 2012 e % de área inserida no CAR dos municípios. A zona verde escuro representa o alcance das metas de redução do desmatamento (40km²/ano) e 80% do CAR. A zona verde clara indica que o município pode se qualificar para sair da lista crítica do desmatamento.

- Os dados de desmatamento e degradação florestal devem ser utilizados para emissão da licença para atividades rurais (LAR), para separar desmatamentos legalmente autorizados dos ilegais. Até o momento, as informações sobre o registro de LAR não estão disponíveis para esse tipo de análise.
- A degradação florestal, principalmente nas áreas de CAR, que após 2011 apresentaram uma tendência de aumento na taxa anual, merece ainda assim atenção dos órgãos de fiscalização, sobretudo em áreas de extração ilegal de madeira, visto que são regiões em potencial para conversão de novos desmatamentos.

NOTA TÉCNICA

Para chegar ao número de propriedades cadastradas no CAR, com base na área total cadastrável, o Imazon adotou alguns critérios (Nunes et al, 2014) para redução do percentual de sobreposição entre as áreas de CAR, que são:

- a) Para imóveis de mesmo código do CAR, excluir o imóvel mais antigo;
- b) Sobreposição entre CAR aprovado e CAR provisório mais antigo a ele, excluir a sobreposição deste último;
- c) Não eliminar sobreposições menores de 5%;
- d) Sobreposição maior que 80%, excluir o menor imóvel;
- e) Imóveis de áreas iguais sobrepostos, excluir o imóvel de menor código de CAR;
- f) Excluir imóveis com sobreposição maior que 30% aos assentamentos do INCRA.

Imóveis com sobreposições maiores de 50% a massas d'água e aqueles com sobreposições inferiores a 50% a área cadastrável também foram excluídos da análise.

FICHA TÉCNICA: MAPA DE DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL EM SANTANA DO ARAGUAIA: 2000-2013

Mapa elaborado pelo Centro de Geotecnologia do Imazon (CGI), 2014.

Equipe Técnica: Antônio Fonseca, Marcelo Justino, João Siqueira e Júlia Ribeiro.

Colaboração Técnica: Cardoso, Denis Conrado da Cruz, Luis Oliveira Jr., Roberto Wagner Batista, Símia Nunes e Rodney Salomão.

Coordenação: Carlos Souza Jr.

Desing Gráfico: Luciano Silva (www.rl2design.com.br)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Portaria nº 28, de 24 de janeiro de 2008. Dispõe sobre os Municípios situados no Bioma Amazônia onde incidirão ações prioritárias de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento ilegal. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 18, p. 70, 25 jan. 2008. Seção 1.
- BRASIL. Portaria nº 411, de 7 de outubro de 2013. Dispõe sobre os requisitos de 2013 para que os municípios prioritários no combate ao desmatamento do Ministério do Meio Ambiente passem a integrar a lista de municípios com desmatamento monitorado e sob controle. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 198, p. 87, 11 out. 2013. Seção 1.
- BRASIL. Instrução normativa nº 2, de 5 de maio de 2014. Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural – CAR. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 84, p. 59, 6 mai. 2014. Seção 1.
- FAO. 2000. On Definitions of forest and forest change. Forest Resources Assessment. Working Paper 33. Rome. 13p.
- Nunes, S.; Martins, H.; Reis, R.; Góes, G.; Monteiro, D.; Souza Jr, C. Oportunidades para restauração florestal no Pará. Belém, Pa: Imazon. Relatório técnico. 18p. 2014.
- Souza Jr, C. and Siqueira, J. V. 2013. ImgTools: a software for optical remotely sensed data analysis. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Foz do Iguaçu-PR. 8p.

The Global Land Cover Facility (GLCF), 2000. Landsat GeoCover Degree, 1.0. University of Maryland Institute for Advanced Computer Studies, College Park, Maryland. 10/23/2001.

FONTE DE DADOS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; Idesp – Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará; Imazon – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia; INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; MMA – Ministério do Meio Ambiente; SEMA-PA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará;

FONTES CARTOGRÁFICAS

LIMITE ESTADUAL: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010; LIMITE DO BIOMA AMAZÔNIA: World Wildlife Fund (WWF), 2000; CAPITAL ESTADUAL E DO PAÍS: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010; HIDRELÉTRICAS E USINA PLATAFORMA: Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), 2011; OBRAS DO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO: Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), 2011; ESTRADAS OFICIAIS: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2006. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), 2011. ASSENTAMENTOS DE REFORMA AGRÁRIA: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), 2012. PLANOS DE MANEJO: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2011; TERRAS INDÍGENAS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: Instituto Sócio Ambiental (ISA), 2005; DESMATAMENTO E COBERTURA DO SOLO: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2011;

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a *United States Agency International Development* (USAID) pelo suporte na Descentralização Ambiental para Municípios Verdes (*Environmental Decentralization for Green Municipalities*), e a Fundação Skoll pelo suporte na implementação desse projeto. Ao Fundo Vale pelo apoio no desenvolvimento da metodologia de monitoramento com imagens Landsat, as atividades de processamento de imagens e a publicação desse mapa. O software ImgTools contou com o apoio, para seu desenvolvimento, da Fundação Moore, *Climate Land Use Alliance* (CLUA) e Fundo Vale. A Fundação Gordon & Betty Moore apoiou a equipe de processamento de imagens de satélite para o monitoramento de degradação florestal e desmatamento em áreas protegidas da Amazônia. Esse projeto também recebeu apoio da NASA através do Programa *Biological Diversity* liderado pelo Dr. Mark Cochrane da *South Dakota State University* (Contrato: NNX07AF16G) para atividades operacionais de pré-processamento e de classificação de imagens. Os doutores Izaia Numata e Christopher Barber, da *South Dakota State University*, forneceram valiosas sugestões e revisões das imagens processadas. Ao Programa Municípios Verdes (PMV), Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), Ministério Público Federal (MPF) e Ministério Público Estadual (MPE) e Incra pelo apoio nas ações de monitoramento e controle do desmatamento, sobretudo nas áreas de CAR. Gostaríamos de agradecer-las por essas contribuições.