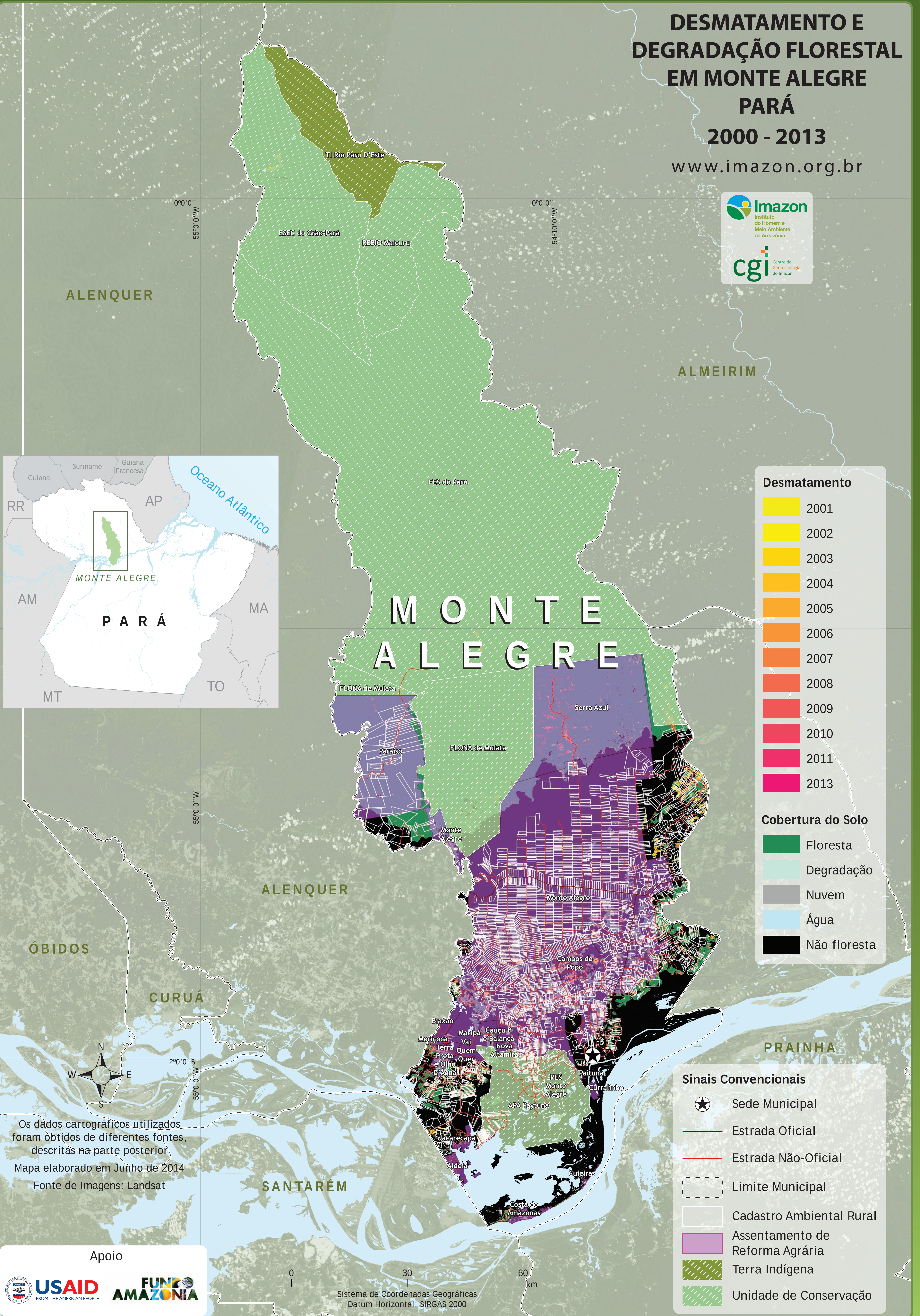


DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL EM MONTE ALEGRE PARÁ

2000 - 2013

www.imazon.org.br



Apresentação

O mapa de **Desmatamento e Degradação Florestal de Monte Alegre** 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 Monte Alegre foi fundado em 1758 e está localizado na região de integração Baixo Amazonas. É limítrofe aos municípios de Almerim, Alenquer, Prainha e Santarém. Sua área abrange 18.152 quilômetros quadrados, e abriga 55.462 habitantes, dos quais 44% estão na área urbana e 56%, na área rural (Idesp, 2012; IBGE, 2010). O PIB nominal do município em 2011 foi de R\$ 284 milhões, ocupando o 30º lugar com 0,3% 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\$ 5,1 mil, ficando abaixo da média estadual de R\$ 11,5 mil. O principal setor de geração de emprego em 2011 foi o de serviços. Essas e outras estatísticas encontram-se disponíveis no Portal Status Municipal^[2] do Imazon.

O município abriga, total ou parcialmente, 1 Terra Indígena (TI), 6 Unidades de Conservação Estaduais (UCE) e Federais (UCF) e 34 Projetos de Assentamentos (PAs). A TI ocupa 566 quilômetros quadrados do território municipal (3,1%), já as UC's ocupam 56% (10,250 quilômetros quadrados). Os PAs, que são passíveis de CAR, abrangem 5.898 quilômetros quadrados (32,5%), e podem estar sobrepostos a TI e UC's. A área restante é coberta por imóveis rurais (propriedades rurais e posses), onde já se encontram cadastradas no sistema de CAR estadual 3.683 propriedades, cobrindo uma área de 5.266 quilômetros quadrados, que equivale a 78% da área cadastrável (6.724 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.status-municipal.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.

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

Ano	Órbita/Ponto			
	227/60	227/61	227/62	228/60
2000	12/08/2000	12/08/2000	-	23/11/2000
2001	16/09/2001	11/11/2001	11/03/2001	-
2002	-	05/10/2002	-	-
2003	-	-	16/10/2003	07/10/2003
2004	-	03/11/2004	31/08/2004	10/11/2004
2005	-	-	01/07/2005	25/08/2005
2006	-	05/08/2006	05/08/2006	-
2007	-	-	-	-
2008	-	27/09/2008	23/06/2008	-
2009	29/08/2009	29/08/2009	28/07/2009	23/10/2009
2010	-	-	29/06/2010	-
2011	-	04/09/2011	16/06/2011	-
2012 ³	-	-	-	-
2013	-	05/06/2013	05/06/2013	-

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.

Etapla 2 – Construção de Biblioteca Espectral. Consiste na identificação de componentes espectrais puros (*endmembers*) para estimativa de suas abundâncias em cada pixel. Os *endmembers* de interesse para o monitoramento florestal são: vegetação verde, vegetação fotossinteticamente não ativa (NPV – *Non-photosynthetic vegetation*), solo, nuvem e sombra. O processo para identificação e criação da biblioteca espectral passa pela identificação de curvas espectrais com potencial para serem *endmembers*. Em seguida, é feita a inspeção visual dessas curvas para seleção final do conjunto desses componentes puros.

Etapla 3 – Modelagem Espectral de Mistura (MME). As imagens em reflectância processadas na Etapa 1, são combinadas com os *endmembers* obtidos na Etapa 2 para estimar a abundância desses componentes puros em cada pixel da imagem. Para isso, aplicamos a técnica de modelagem espectral de mistura (MEE), utilizando a biblioteca espectral desses componentes puros. As imagens de fração resultantes do MME foram utilizadas para o cálculo do índice NDFI (*Normalized Differencing Fraction Image*), sendo combinadas em um classificador por árvore de decisão genérica, na etapa seguinte.

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.

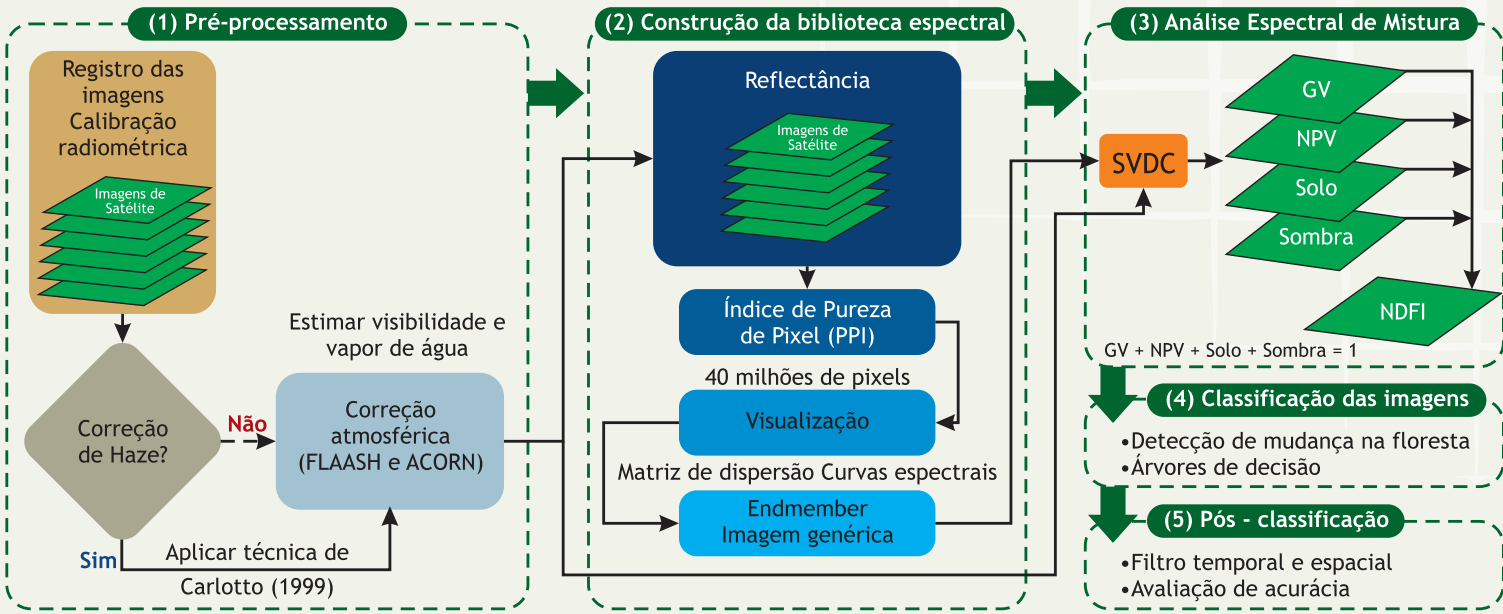


Figura 1. Metodologia aplicada no processamento de imagens Landsat e implementada no software ImgTools.

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 transições não permitidas.

As estatísticas foram anualizadas 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, denominando 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 desma-

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

tamento 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) e Áreas Protegidas fornecidas pelo Instituto Socioambiental (ISA).

▸ 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, 353 quilômetros quadrados de áreas desmatadas foram mapeadas em Monte Alegre. A área de floresta afetada pela degradação atingiu 68 quilômetros quadrados, ou seja, uma área de floresta alterada por exploração madeireira e/ou queimadas equivalente a 19% da área convertida pelo desmatamento. O maior pico de desmatamento ocorreu em 2002 (66 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 14 quilômetros quadrados de florestas degradadas, enquanto que nos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013 não foi detectada degradação florestal em Monte Alegre.

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 Monte Alegre.

Taxas anuais de desmatamento e degradação florestal (km²/ano)		
Ano	Desmatamento	Degradação
2001	44	3
2002	66	14
2003	35	7
2004	35	7
2005	19	12
2006	19	12
2007	41	4
2008	41	4
2009	16	5
2010	7	-
2011	6	-
2012	12	-
2013	12	-
Total	353	68

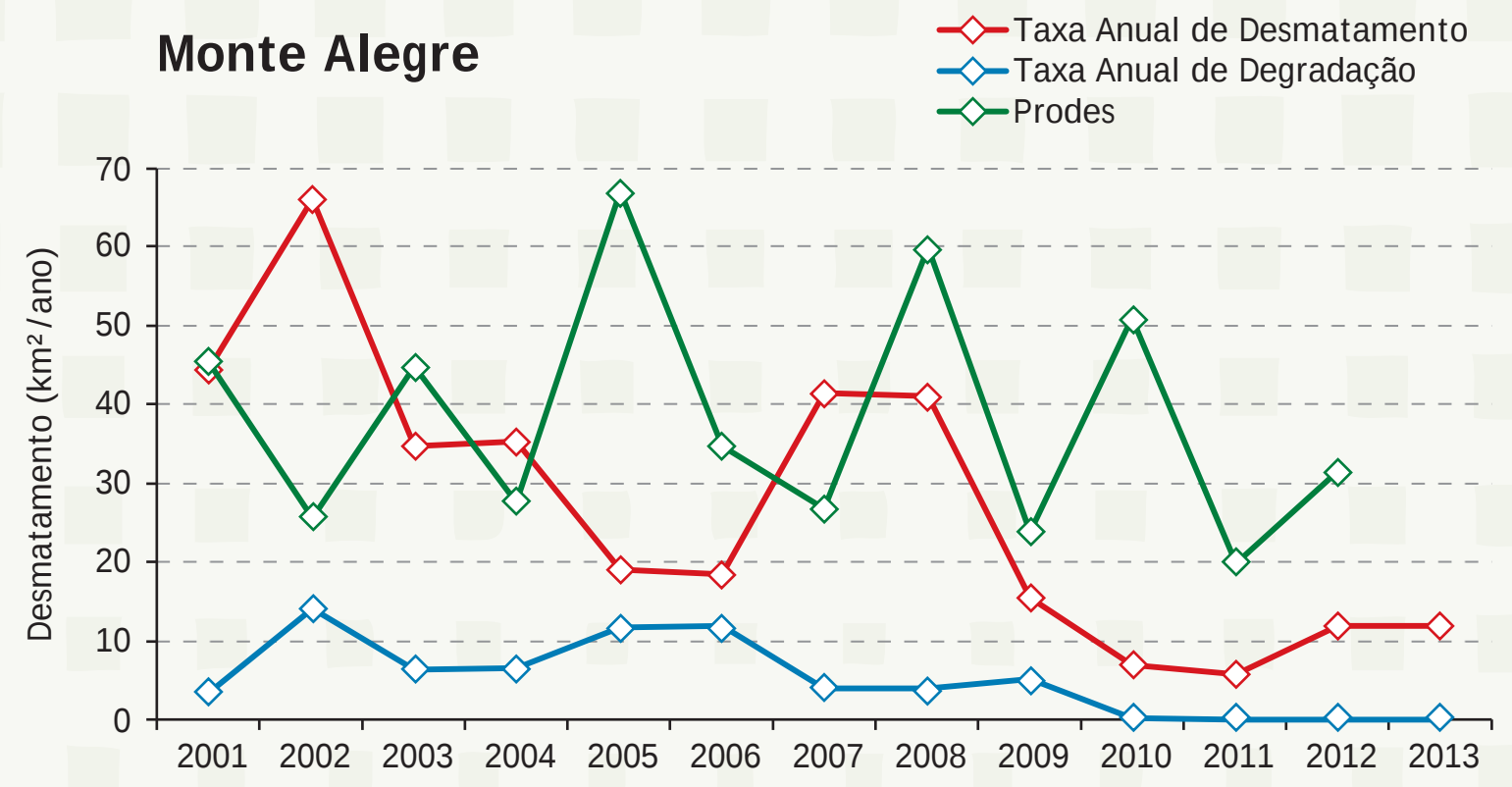


Figura 2. Taxa de desmatamento e degradação florestal anual no município de Monte Alegre.

A série histórica de desmatamento apresentou oscilações nas taxas anuais de derrubada de florestas no período de 2001 a 2008 (média de 38 quilômetros quadrados por ano). A partir de 2009 apresentou uma tendência de queda, chegando a menos de 20 quilômetros quadrados por ano, no entanto, retomou o crescimento a partir de 2012.

A taxa anual de degradação florestal permaneceu estável ao longo da série histórica (Tabela 4), com taxa média anual de 8 quilômetros quadrados de 2001 a 2009. Ao longo de toda a série histórica a taxa anual de degradação florestal ficou abaixo dos 15 quilômetros quadrados, não ocorrendo a detecção desse tipo de pressão na floresta a partir do ano de 2010 (Tabela 1; Figura 5).

O sistema Prodes detectou uma área desmatada de 467 quilômetros quadrados no mesmo período analisado (2000 a 2013), ou seja, uma área 32% maior do que a área desmatada (353 quilômetros quadrados) detectada pelo sistema do Imazon. Os dois sistemas geraram estatísticas com correlação de 10%, sendo a maior diferença entre os dados no ano de 2005.

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 atualização (i.e., taxa anual) das medições feitas pelas imagens de satélites. Os dois sistemas apontam que o desmatamento em Monte Alegre ficou abaixo de 40 quilômetros quadrados a partir de 2011.

Avaliamos também onde o desmatamento e a degradação florestal ocorreram no município. Dos 353 quilômetros quadrados detectados entre 2000 e 2013, 204 quilômetros quadrados (58%) estavam em áreas de PAs, 36 quilômetros quadrados (10%) estavam inseridos em propriedades com CAR, 27 quilômetros quadrados (8%) ocorreram em UCE e 13 quilômetros quadrados (4%) foram em UCF. O restante do desmatamento (72 quilômetros quadrados) estavam em áreas privadas ou em algum estágio de posse que não se encontram no CAR. Em relação a degradação florestal, dos 68 quilômetros quadrados detectados no mesmo período, 46 quilômetros quadrados (68%) estavam nas áreas de assentamentos e 5 quilômetros quadrados (8%) se localizavam em propriedades com CAR, 5 quilômetros (7%) quadrados estavam em UCE e 5 quilômetros quadrados (8%) ocorreram em UCF. O restante (72 quilômetros quadrados) distribuídos em áreas privadas ou em algum estágio de posse.

As áreas de Terras Indígenas, que no município de Monte Alegre somam 566 quilômetros quadrados, foi a única categoria fundiária que não apresentou detecção de desmatamento e degradação florestal ao longo da série histórica (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Taxas anuais de desmatamento por categoria fundiária (em km²) em Monte Alegre.

Ano	Categoria						
	Assentamentos	CAR*	TI	UCE	UCF	Sem CAR	Total
2001	27	4	-	1	1	11	44
2002	41	7	-	2	2	14	66
2003	20	3	-	3	-	8	35
2004	21	3	-	2	-	9	35
2005	9	2	-	3	1	5	19
2006	8	2	-	2	1	5	19
2007	25	4	-	3	2	8	41
2008	25	4	-	3	2	8	41
2009	8	3	-	2	1	1	16
2010	4	1	-	-	-	2	7
2011	4	1	-	-	-	1	6
2012	6	2	-	3	1	1	12
2013	6	2	-	3	1	1	12
Total	204	36	-	27	13	72	353

* CAR sem sobreposição com áreas de assentamentos.

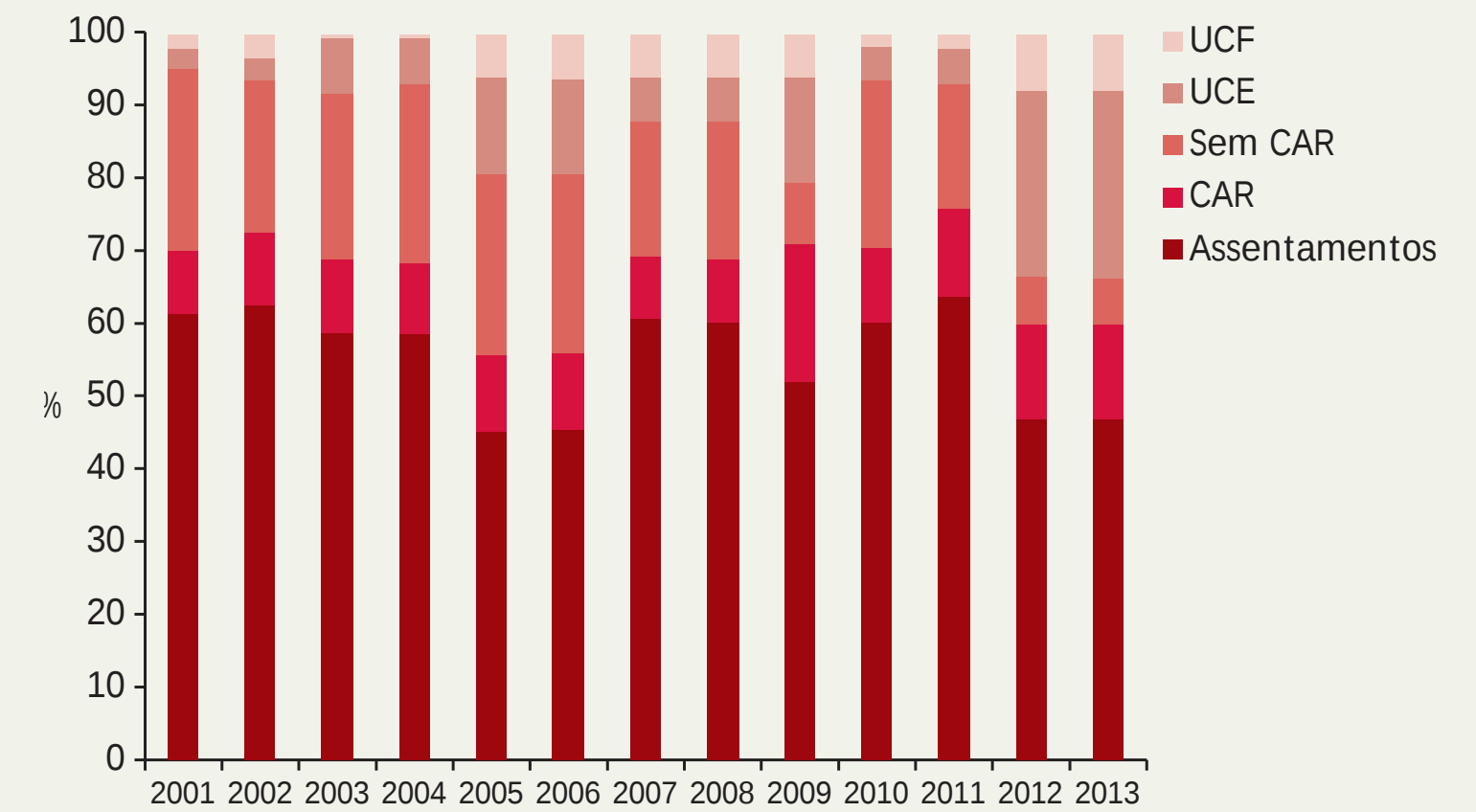


Figura 3. Taxa percentual de desmatamento anual por categoria fundiária em Monte Alegre.

Tabela 4. Taxas anuais de degradação por categoria fundiária (em km²) em Monte Alegre.

Ano	Categoria					
	Assentamentos	CAR*	TI	UCE	UCF	Sem CAR
2001	2	-	-	-	-	-
2002	11	1	-	-	1	-
2003	5	-	-	-	-	-
2004	5	-	-	-	-	1
2005	8	1	-	1	1	3
2006	8	1	-	1	1	3
2007	2	-	-	1	1	1
2008	2	-	-	1	1	1
2009	3	1	-	-	1	2
2010	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-
Total	46	5	-	5	5	6

* CAR sem sobreposição com áreas de assentamentos.

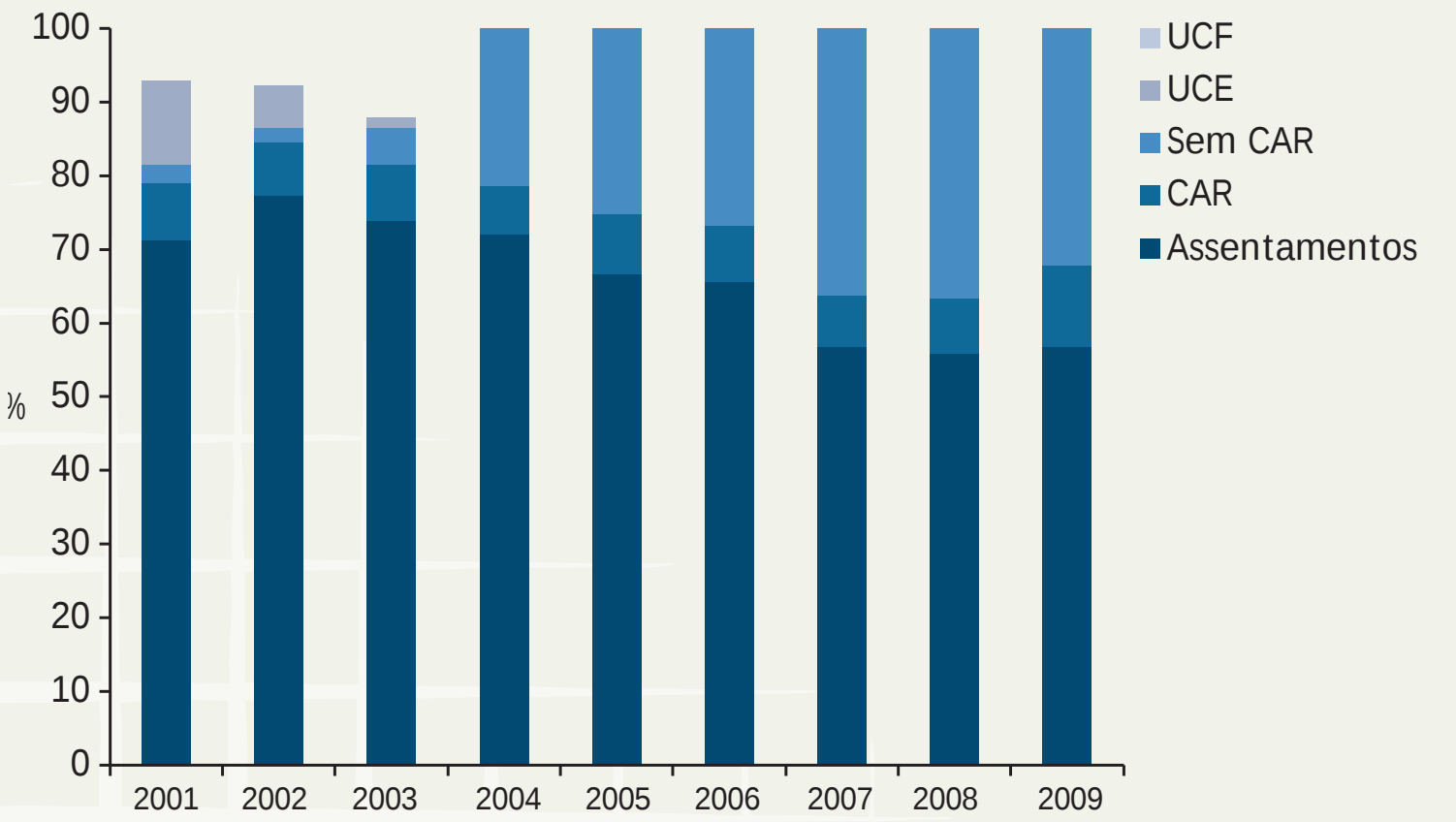


Figura 4. Taxa percentual de degradação florestal anual por categoria fundiária em Monte Alegre.

Segundo a Portaria MMA nº 411 de 2013, os principais requisitos para saída da lista dos municípios prioritários no controle e combate ao desmatamento no bioma amazônico são: os municípios precisam possuir 80% de seu território com imóveis rurais inseridos no CAR e desmatamento ocorrido no ano de 2012 igual ou inferior a 40 quilômetros quadrados. Mesmo não integrando essa lista, Monte Alegre, se aproxima muito do alcance desses requisitos do MMA, visto que possui 78% de sua área cadastrável no CAR estadual e não há detecção de desmatamento pelo Prodes acima dos 40 quilômetros quadrados anuais desde 2011.

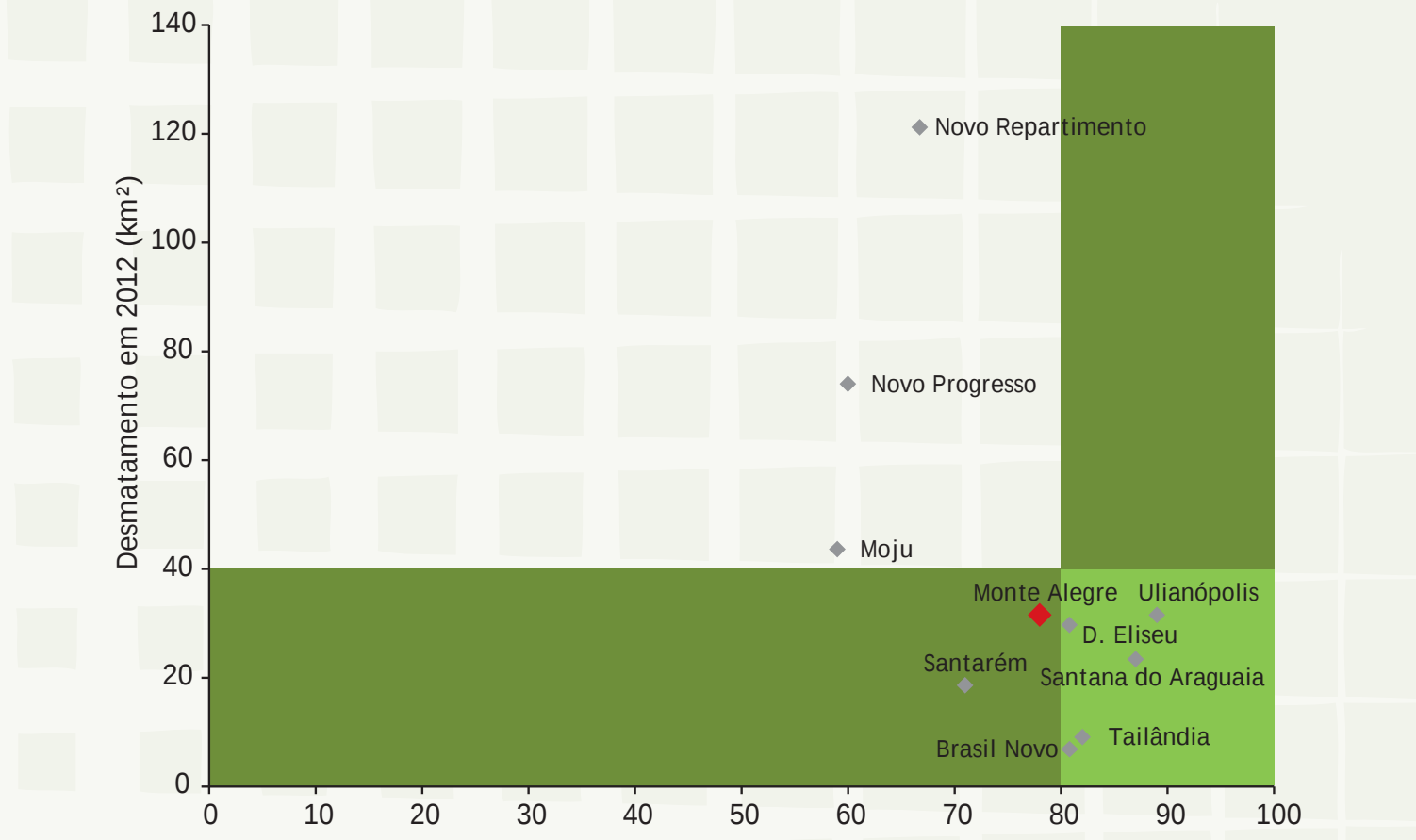


Figura 5. Distribuição do desmatamento em 2012 e % de área inserida no CAR dos municípios. A zona verde escuro representa o alcance das metas de redução do desmatamento (40km²/ano) e 80% do CAR. A zona verde clara indica que o município pode se qualificar para sair da lista crítica do desmatamento.

▸ Recomendações

- As taxas anuais de desmatamento estimadas pelo Imazon indicaram uma tendência na redução do desmatamento e degradação florestal no município, contudo, nos anos de 2012 e 2013 as taxas anuais, estimadas pelo sistema do Imazon apresentaram aumento após dois anos consecutivos de queda do desmatamento para 12 quilômetros quadrados. Isso deve ser considerado um alerta para que Monte Alegre não seja incluso na lista dos maiores desmatadores do MMA.
- As áreas cadastradas no CAR estadual foram as que apresentaram maior incidência de desmatamento ao longo da série histórica estudada. O controle do desmatamento pode ser facilitado identificando-se as propriedades que estão contribuindo com o desmatamento seguido da aplicação da lei, para retomada do controle do desmatamento.
- Sendo o CAR um relevante instrumento para o controle do desmatamento, é de grande importância a inserção de propriedades rurais que ainda não foram inseridas no sistema estadual do CAR, visto que as propriedades que não estão cadastradas também contribuíram para elevar as estatísticas de desmatamento em Monte Alegre.
- 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.
- As áreas de degradação florestal em Monte Alegre merecem ser monitoradas constantemente pelos 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 MONTE ALEGRE: 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: Dair Carlos, Denis Conrado da Cruz, Luis Oliveira Jr., Roberto Wagner Batista, Símia Nunes e Rodney Salomão.
Coordenação: Carlos Souza Jr.
Desing Gráfico: Luciano Silva (www.r12design.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. Portaria nº 412, de 7 de outubro de 2013. Dispõe sobre a inclusão dos municípios de Brasnorte/MT, Feliz Natal/MT, Marcelândia/MT, Brasil Novo/PA e Tailândia/PA indicados como aqueles com desmatamento monitorado e sob controle na Amazônia. 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 temático. 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 CARTOGRAFICAS
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 (DNTT), 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 Sécio Ambiental (ISA), 2005; DESMATAMENTO E OCUPAÇÃO 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 Democratization for Green Municipalities*), e a Fundação Shell pelo suporte na implementação desse projeto. Ao Fundo Vale pelo apoio no desenvolvimento da metodologia de monitoramento com imagens Landsat, às 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: NNX07AF163) para atividades operacionais de pré-processamento e de classificação de imagens. Os doutores Iraya 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-lhes por essas contribuições.