



# Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira (Simex)

Estado do Pará 2016-2017

Dalton Cardoso & Carlos Souza Jr.



GORDON AND BETTY  
**MOORE**  
FOUNDATION



# Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira (Simex)

Estado do Pará 2016-2017

Dalton Cardoso & Carlos Souza Jr.

Realização



Apoio



GORDON AND BETTY  
**MOORE**  
FOUNDATION

Copyright © 2019 by Imazon

**Autores**

Dalton Cardoso & Carlos Souza Jr.

**Revisora editorial**

Gláucia Barreto

**Capa e projeto gráfico**

igmais.com.br

DADOS INTERNACIONAIS PARA CATALOGAÇÃO NA  
PUBLICAÇÃO (CIP) DO DEPARTAMENTO NACIONAL  
DO LIVRO

C268s Cardoso, Dalton.

Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira  
(Simex): Estado do Pará 2015-2016 / Dalton Cardoso; Carlos  
Souza Jr. - Belém, PA: Imazon, 2018.

36 p. : il. color.

ISBN 978-65-80289-01-1

Apoio e financiamento: Agência Norueguesa de Cooperação  
para o Desenvolvimento (Norad) e Fundação Gordon and Betty  
Moore.

1. Exploração madeireira- Pará. 2. Licenciamento ambiental.  
3. Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). 4. Souza Jr.,  
Carlos. I. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia.

(CDD 21.ed.) 333.7517098115

Imazon© 2018

As informações e opiniões contidas neste relatório  
são de responsabilidade dos autores e não  
necessariamente refletem a opinião dos financiadores  
deste estudo.

Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia  
(Imazon) Trav. Dom Romualdo de Seixas, nº 1698,  
Edifício Zion Business, 11º andar Bairro: Umarizal • CEP  
66055–200 Belém – Pará – Brasil • Tel.: (91) 3182-4000  
www.imazon.org.br • imazon@imazon.org.br





## Agradecimentos

Os autores agradecem à Agência Norueguesa de Cooperação para o Desenvolvimento (Norad) e à Fundação Gordon and Betty Moore pelo apoio e financiamento deste estudo.



# Sumário

<b>Lista de Siglas .....</b>	<b>8</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>9</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Metodologia .....</b>	<b>14</b>
2.1 Coleta de dados .....	14
2.1.1 Autorização de exploração e crédito de madeira .....	14
2.1.2 Imagens de satélite .....	14
2.1.3 Dados de desmatamento .....	15
2.2 Método de análise .....	15
2.2.1 Avaliação do manejo florestal e mapeamento da exploração madeireira .....	15
2.2.2 Manutenção das áreas exploradas .....	16
<b>3. Resultados .....</b>	<b>17</b>
3.1 Sistemas de controle florestal .....	17
3.2 Regularidade dos planos de manejo (exploração autorizada) .....	18
3.3 Geografia da exploração de madeira no Pará .....	22
3.4 Exploração não autorizada .....	23
3.4.1 Municípios críticos .....	24
3.4.2 Áreas Protegidas .....	25
3.4.3 Assentamentos .....	29
3.5 Qualidade do manejo .....	30
3.6 Manutenção das áreas exploradas .....	31
<b>4. Conclusão e Recomendações .....</b>	<b>33</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>34</b>

## Lista de Siglas

AP	Área Protegida
APP	Área de Preservação Permanente
Autef	Autorização para Exploração Florestal
CAR	Cadastro Ambiental Rural
Ideflor	Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará
Imazon	Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
NDFI	Índice Normalizado de Diferença de Fração (do inglês <i>Normalized Difference Fraction Index</i> )
OBT	Observação da Terra
PMFS	Plano de Manejo Florestal Sustentável
Prodes	Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite
POA	Plano Operacional Anual
RL	Reserva Legal
Semas	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará
Simex	Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira
Simlam	Sistema Integrado de Licenciamento e Monitoramento Ambiental
Sisflora	Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais
TI	Terra Indígena
TMF	Transparência Manejo Florestal
UC	Unidade de Conservação

# Lista de Figuras

Figura 1.	Fluxograma da metodologia utilizada pelo Simex para monitorar a atividade madeireira no estado do Pará .....	16
Figura 2.	Número de casos consistentes e inconsistentes, por tipo de inconsistência, observados nas autorizações de exploração florestal e na comparação destas com seus respectivos créditos de madeira, no estado do Pará, entre agosto/2016 e julho/2017 .....	19
Figura 3.	Número de casos de inconsistência, por tipo, encontrados nas autorizações de exploração florestal no período agosto/2016- julho/2017 em comparação a agosto/2015-julho/2016 (Fonte: Imazon/Simex) .....	19
Figura 4.	Número de casos consistentes e inconsistentes, por tipo de inconsistência, no estado do Pará, entre agosto/2016 e julho/2017, com base na integração das informações dos sistemas de controle da Semas/PA com as respectivas imagens de satélite (Fonte: Imazon/Simex) .....	20
Figura 5.	Número de casos consistentes e inconsistentes, por tipo de inconsistência, no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017, com base na integração das informações dos sistemas de controle da Semas/PA com as respectivas imagens de satélite (Fonte: Imazon/Simex) .....	21
Figura 6.	Distribuição espacial da exploração de madeira autorizada (manejo florestal) e não autorizada (predatória) no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	22
Figura 7.	Área de exploração de madeira com e sem autorização no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex).....	23
Figura 8.	Distribuição espacial da exploração madeireira não autorizada no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	23
Figura 9.	Municípios com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	24
Figura 10.	Distribuição espacial dos municípios com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex). .....	24
Figura 11.	Municípios com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	25
Figura 12.	Terras Indígenas com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	25
Figura 13.	Distribuição espacial das áreas de exploração não autorizada de madeira (predatória) nas Terras Indígenas do estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	26

Figura 14. Terras Indígenas com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017 .....	27
Figura 15. Unidades de Conservação com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	27
Figura 16. Distribuição espacial das áreas de exploração não autorizada de madeira (predatória) nas Unidades de Conservação no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	28
Figura 17. Área explorada nas Unidades de Conservação com maior exploração de madeira não autorizada no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	28
Figura 18. Assentamentos de reforma agrária com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) ..	29
Figura 19. Distribuição espacial das áreas de exploração não autorizada de madeira (predatória) nos Assentamentos de Reforma Agrária do estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 .....	29
Figura 20. Área explorada nos Assentamentos de Reforma Agrária com maior exploração de madeira não autorizada no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	30
Figura 21. Qualidade do manejo (em hectares) em 46 áreas de planos de manejo operacionais (Autef) no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	31
Figura 22. Área explorada, por grau de qualidade do manejo, no estado do Pará, no período agosto/2011-julho/2012 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex) .....	31
Figura 23. Área desmatada e conservada para o próximo ciclo de corte, por ano, nas áreas exploradas com e sem autorização no estado do Pará entre agosto/2007 e julho/2016 (Fonte: Imazon/Simex/Prodes) .....	32
Figura 24. Distribuição espacial em 2017 das áreas exploradas com e sem autorização no estado do Pará entre agosto/2015 e julho/2016 (Fonte: Imazon/Simex/Prodes) .....	32

# Resumo

Neste relatório avaliamos a situação da exploração madeireira no estado do Pará entre agosto de 2016 e julho 2017. Para isso, primeiramente comparamos as informações dos planos de manejo ativos no período – licenciados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (Semas-PA) – contidas nas Autefts (Autorização para Exploração Florestal) com as imagens de satélite das áreas dos planos de manejo autorizados. Nossa análise mostrou que a maior parte das Autefts (70%) estava regular<sup>[1]</sup>, enquanto 30% apresentaram inconsistências, tais como: área autorizada maior que a área do manejo; superestimativa de espécies de alto valor (Ipê); área autorizada em Área de Proteção Permanente (APP); área degradada por queimada; áreas sem sinais de exploração, porém com movimentação de créditos madeireiros.

Também estimamos a área explorada autorizada (manejo florestal) e a não autorizada usando imagens NDFI (Índice Normalizado de Diferença de Fração)<sup>[2]</sup> dos satélites Landsat 7 e 8. Os resultados apontaram que um total de 54.424 hectares de florestas foram explorados pela atividade madeireira no período estudado (agosto 2016 - julho 2017), a maioria (60% ou 32.548 hectares) não possuía autorização do órgão competente, enquanto 40% (21.876 hectares)<sup>[3]</sup> foi executada com a devida autorização. Em relação ao último relatório do Simex, publicado pelo Imazon (agosto 2015- julho 2016), observamos uma redução de 48% (- 50.874 hectares) na exploração total detectada pelo sistema, sendo 29% (- 37.545 hectares) na exploração madeireira não autorizada e 63% (- 13.329 hectares) na exploração autorizada.

<sup>1</sup> Não apresentou incoerências em nenhum aspecto avaliado, a saber: i) informações contidas nas Autefts; ii) execução do projeto (avaliado por meio de imagens de satélite da área); e iii) comercialização dos respectivos créditos de madeira.

<sup>2</sup> Índice espectral capaz de realçar as cicatrizes de exploração madeireira em imagens de satélite.

<sup>3</sup> Esse valor inclui a quantificação, no período, de áreas exploradas em regime de concessão florestal nas Florestas Nacionais (Flonas) Saracá-Taquera, Caxiuanã e Altamira (2.872 hectares).

Da área total explorada sem autorização, a grande maioria (85%) ocorreu em áreas privadas, devolutas ou sob disputa; outros 9% em Assentamentos de Reforma Agrária; e apenas 6% em Áreas Protegidas (Terras Indígenas e Unidades de Conservação). Além disso, 77% (ou 25.141 hectares) do total explorado sem autorização ocorreu dentro de áreas inscritas no sistema do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Avaliamos também a manutenção das áreas autorizadas exploradas nos períodos de 2007 a 2012 e de 2015 a 2016, a fim de verificar sua conservação para os próximos ciclos de corte. Os resultados mostraram que 4% (ou 39.412 hectares) foram desmatados (corte raso) até 2017.

Por fim, com base nos resultados do relatório, recomendamos:

- **Aperfeiçoar o processo de licenciamento e monitoramento de PMFS.** O método de avaliação e monitoramento de planos de manejo por meio do cruzamento de imagens de satélites com informações oficiais é uma ferramenta importante para os órgãos ambientais responsáveis incorporarem em seus processos de licenciamento e controle florestal, a fim de aperfeiçoarem suas atividades rotineiras e detectarem, de forma rápida, eventuais inconsistências nos planos de manejo. Além disso, o uso desse conjunto de ferramentas permite identificar falhas existentes nos sistemas de controle ambiental, possibilitando os ajustes necessários para a melhoria e fortalecimento de

sua segurança, assim como ajuda a inibir a recorrência de inconsistências e a enfraquecer eventuais esquemas de fraude.

- **Facilitar acesso a dados sobre os planos de manejo.** Com o acesso rápido e pleno (respeitando os limites legais de privacidade) às informações sobre os planos de manejo, como dados vetoriais, registros de movimentação de créditos madeireiros, bem como acesso às bases digitais dos planos, seria possível melhorar o controle da madeira no estado. Isto agilizaria a identificação de autorizações com indícios de irregularidade, permitindo ações de intervenção mais eficientes pelos órgãos competentes.
- **Intensificar fiscalizações em Áreas Protegidas.** As informações sobre explorações de madeira em Áreas Protegidas obtidas neste estudo, como a identificação de áreas com maiores incidências da atividade, podem ser usadas pelos órgãos competentes (em suas respectivas jurisdições) para aperfeiçoar o processo de gestão e controle dessas áreas, inibindo a expansão da atividade madeireira ilegal.
- **Avaliar listas de espécies florestais dos projetos.** Incorporar no processo de licenciamento e monitoramento dos planos de manejo florestal adotado pelos órgãos competentes avaliações minuciosas das listas de espécies florestais contidas nos projetos. Isto possibilitaria identificar inconsistências no volume de espécies, evitando-se a liberação de créditos madeireiros fictícios no mercado.



# 1. Introdução



A exploração madeireira, se conduzida seguindo práticas de manejo florestal sustentável, pode contribuir para a economia local e manutenção das florestas. Contudo, a maior parte dessa atividade é conduzida às margens da legalidade, em virtude de sua alta rentabilidade e da dificuldade de controle e monitoramento da atividade pelo estado. Como consequência, a retirada ilegal e predatória pode contribuir para a redução da biodiversidade e de estoques locais de carbono, além de enfraquecer a comercialização da madeira explorada sob manejo (Barlow *et al.*, 2016).

Somente no estado do Pará, entre os anos de 2007 e 2012 e de 2015 e 2016, cerca de 10.106 km<sup>2</sup> foram explorados, dos quais 7.629 km<sup>2</sup> (ou 75%) não foram autorizados pelos órgãos competentes (exploração ilegal) (Monteiro *et al.*, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013; Cardoso, D. & Souza Jr., C., 2017; Cardoso *et al.*, 2017).

Dessa forma, tornam-se imprescindíveis sistemas de monitoramento independentes para auxiliar no controle e combate à atividade madeireira ilegal e fomento ao manejo florestal sustentável na região amazônica. Nesse contex-

to, pesquisadores do Imazon desenvolveram o Simex (Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira), um sistema de monitoramento da exploração madeireira baseado em dados de satélites que permite mapear áreas de ocorrência de exploração e cruzar com licenças de exploração para separar áreas autorizadas e não autorizadas. Além disso, o Simex avalia a consistência da documentação e a execução de projetos de manejo com os dados fornecidos pelos sistemas de controle (Simlam e Sisflora) da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (Semas).

Neste estudo, analisamos a situação da exploração madeireira no estado entre agosto de 2016 e julho 2017. Para isso, avaliamos a regularidade dos planos de manejo florestal operacionais e mapeamos toda a exploração madeireira ocorrida no Pará nesse período, identificando a proporção de áreas exploradas com autorização (com plano de manejo florestal) e sem autorização. Por fim, comparamos os resultados deste estudo com os realizados entre agosto/2011 e julho/2012 e entre agosto/2015 e julho/2016, para avaliarmos a dinâmica da atividade madeireira no estado.



## 2. Metodologia

### 2.1 Coleta de dados

#### 2.1.1 Autorização de exploração e crédito de madeira

Obtivemos 281 autorizações de exploração florestal (Autefcs) referentes a 281 planos de manejo florestal operacionais<sup>[4]</sup> agosto/2016 e julho/2017<sup>[5]</sup>, por meio do módulo público do Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental (Simlam) da Semas, responsável pelo licenciamento e monitoramento dos planos de manejo no Pará.

Também, para auxiliar na contabilização da área total explorada com autorização no estado, obtivemos arquivos vetoriais de projetos de manejo operacionais licenciados em áreas sob con-

cessão florestal no período do estudo acessando as páginas oficiais do Serviço Florestal Brasileiro e do Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (Ideflor)<sup>[6]</sup>.

Já os registros de movimentação de créditos de madeira dos empreendimentos com Autefcs em operação no período foram obtidos por meio da plataforma digital do Sisflora<sup>[7]</sup> Auditoria 2.0. O Sisflora é o sistema de controle da Semas responsável por auxiliar e controlar a comercialização e o transporte de produtos florestais no estado.

#### 2.1.2 Imagens de satélite

Obtivemos as imagens de satélite por meio da plataforma de monitoramento am-

biental *Google Earth Engine* (Gorelick, 2017). Selecionamos imagens dos satélites Landsat

<sup>4</sup> Também consideramos planos suspensos ou cancelados no período para avaliar o estado de conservação das áreas autorizadas antes e após a suspensão ou cancelamento.

<sup>5</sup> Em virtude de mudança nos filtros de busca na plataforma on-line do Simlam-PA, ampliamos a avaliação das Autefcs para todas as que estavam operacionais entre agosto de 2016 e julho de 2017, visando assegurar o mapeamento apenas das áreas exploradas no período, eliminando resquícios de explorações anteriores a este

<sup>6</sup> Órgãos responsáveis pela gestão de florestas sob concessão em âmbito federal e estadual, respectivamente.

<sup>7</sup> Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais da Semas

7 e 8 de agosto/2016 a julho/2017 que apresentaram os menores percentuais de nuvem sobre as áreas de floresta do Pará. Em seguida, na mesma plataforma, processamos essas imagens por meio de algoritmos, o que nos permitiu gerar o modelo de mistura espectral (abundância de vegetação, solos, sombra e NPV – do inglês *Non-Photosynthetic Vegetation*) e posteriormente calcular o NDFI (do inglês: Índice Normalizado de Diferença de Fração; permitindo realçar as cicatrizes de ex-

ploração madeireira nas imagens de satélite) (Souza Jr. *et al.*, 2005), definido por:

$$\text{NDFI} = \frac{\text{VEGnorm} - (\text{NPV} + \text{Solos})}{\text{VEGnorm} + (\text{NPV} + \text{Solos})}$$

Onde VEGnorm é o componente de vegetação normalizado para sombra, determinada por:

$$\text{VEGnorm} = \text{VEG} / (1 - \text{Sombra})$$

### 2.1.3 Dados de desmatamento

Avaliamos a situação atual de áreas exploradas nos períodos 2007-2012 e 2015-2016 usando polígonos de desmatamento do Prodes<sup>[8]</sup> ocorridos até 2017, disponíveis em forma-

to shapefile na página oficial do Inpe (Observação da Terra – OBT), retiradas áreas sobrepostas e polígonos de desmatamentos ocorridos antes da atividade madeireira.

## 2.2 Método de análise

### 2.2.1 Avaliação do manejo florestal e mapeamento da exploração madeireira

Avaliamos a situação dos planos de manejo operacionais no estado no período agosto/2016-julho/2017 analisando inicialmente a regularidade das informações contidas nas Autefes (Simlam) para identificar eventuais inconsistências, tais como: i) área autorizada maior que a área do manejo; ii) superestimativa de espécies de alto valor (Ipê); iii) área autorizada em Área de Proteção Permanente (APP); iv) área autorizada em área previamente explorada, dentre outras.

Em seguida, usando a plataforma Google Earth Engine, cruzamos as informações das Autefes – incluindo seus limites geográficos – e respectivos registros de créditos madeireiros

com as imagens de satélite NDFI da área do plano a fim de avaliar, por meio de interpretação visual dessas imagens, se a execução do manejo estava em conformidade com as informações contidas nos documentos oficiais<sup>[9]</sup>. Esta sobreposição nos permitiu mapear as áreas de exploração madeireira autorizada no estado<sup>[10]</sup>, bem como identificar inconsistências na execução dos planos como: i) degradação por queimada; ii) desmatamento após autorização; e iii) sem sinais de exploração (porém, com registros de movimentação de crédito madeireiro).

O passo seguinte foi mapear as áreas exploradas sem autorização. Para isso, identifica-

<sup>8</sup> Projeto do governo federal de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite.

<sup>9</sup> Em virtude da liberação tardia no acesso à plataforma do Sisflora Auditoria 2.0 – sistema responsável pelo registro e controle das movimentações de créditos madeireiros –, priorizamos as autorizações que não apresentaram indícios de atividade madeireira nas imagens de satélite para verificar a existência ou não de movimentação de créditos madeireiros vinculados ao plano.

<sup>10</sup> Foram incluídas aqui as áreas exploradas em regime de concessão florestal licenciadas no período avaliado. Porém, no caso delas, a análise concentrou-se apenas no mapeamento das áreas exploradas, sem avaliar a regularidade das informações contidas nas autorizações.

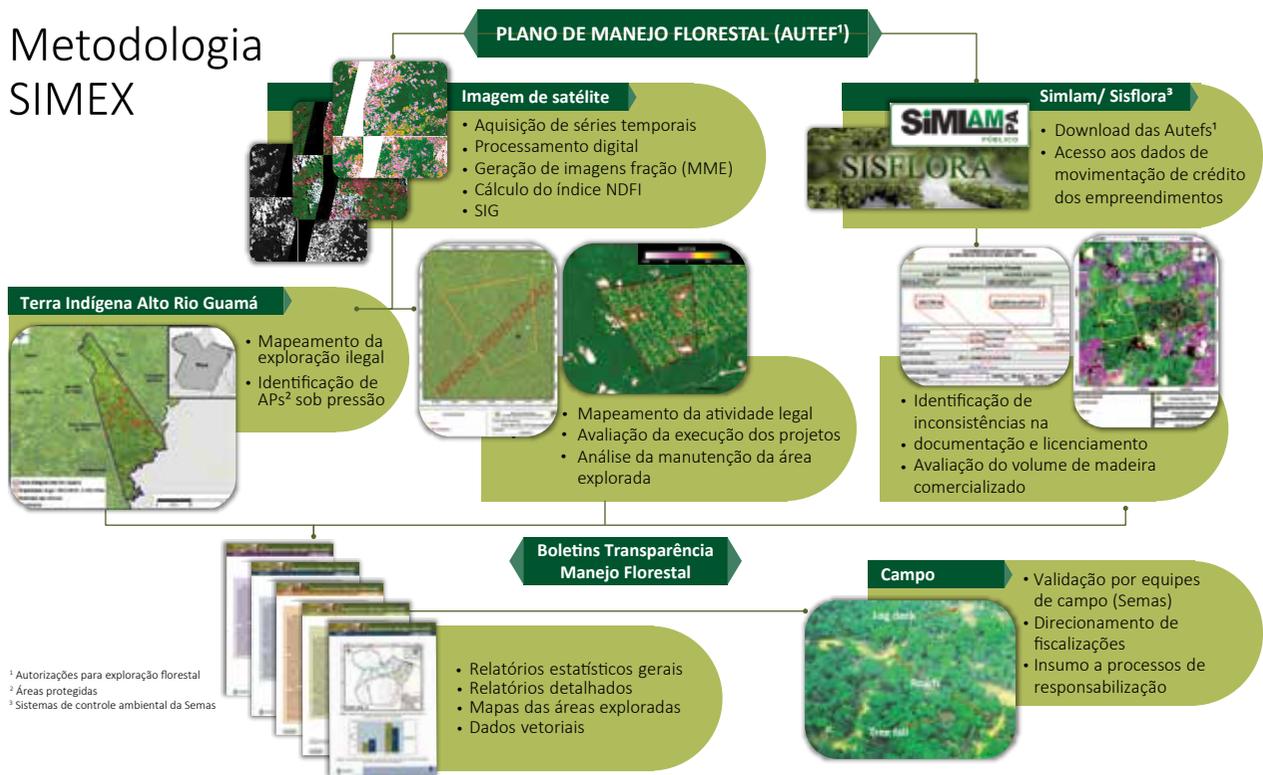
mos e vetorizamos nas imagens NDFI as cicatrizes de extração madeireira fora dos limites das áreas de manejo ou que não respeitaram os limites legais exigidos pelas autorizações. Em seguida, cruzamos as áreas mapeadas com bases digitais de categorias fundiárias específicas (áreas protegidas, assentamentos, CAR, entre

outras) para gerar as estatísticas da exploração não autorizada por categoria (Figura 1).

Por fim, comparamos os resultados deste estudo com o relatório do Simex de 2015-2016 (PA), o último publicado da série, para avaliarmos a dinâmica da atividade madeireira (com e sem autorização) no estado.

**Figura 1.** Fluxograma da metodologia utilizada pelo Simex para monitorar a atividade madeireira no estado do Pará (Fonte: Imazon/Simex)

## Metodologia SIMEX



### 2.2.2 Manutenção das áreas exploradas

Usando dados de desmatamento gerados pelo Prodes para 2017 analisamos se as áreas exploradas com e sem autorização nos períodos 2007-2012 e 2015-2016 foram convertidas em desmatamento (corte raso) nos anos subsequentes. Para isso, selecionamos os polígonos de desmatamento gerados pelo Prodes até

2017 e os cruzamos com os de exploração seletiva de madeira de 2007 a 2016 gerados pelo Simex. Em seguida, verificamos a relação de ano de detecção da exploração madeireira com o ano de detecção do desmatamento (Prodes/SAD) para destacar apenas as áreas exploradas que foram desmatadas nos anos subsequentes.



## 3. Resultados



### 3.1 Sistemas de controle florestal

De acordo com o Simlam, entre agosto/2015 e julho/2016 (período anterior avaliado) foram liberadas aproximadamente 364 Autefs de um total de 362 planos de manejo florestal, correspondendo a uma área de mais de 292 mil hectares de floresta (Cardoso & Souza Jr., 2017). Isto gerou um crédito de 7,9 milhões de metros cúbicos de madeira em tora e 187 mil metros cúbicos de resíduos florestais, além de 4 mil hectares de floresta autorizada para manejo em concessões florestais operacionais no período, totalizando 296 hectares de floresta licenciada para manejo florestal em todo o estado naquele período.

Já entre agosto/2016 e julho/2017, o Simlam registrou a liberação de aproxima-

mente 299 Autefs de um total de 299 planos de manejo florestal, cobrindo uma área de aproximadamente 242 mil hectares de floresta. Em termos volumétricos, isso representou 7,2 milhões de metros cúbicos de madeira em tora e 281 mil metros cúbicos de resíduos florestais<sup>[11]</sup>. Além disso, contabilizamos ainda 2,9 mil hectares de floresta licenciada para manejo em concessões florestais operacionais<sup>[12],[13]</sup>, totalizando 245 hectares de floresta autorizada para a atividade nesse período no estado. Esses dados revelam que, assim como observado nos períodos anteriores, a grande maioria da atividade autorizada (96%) proveio de floresta nativa e o restante (4%), de floresta plantada.

<sup>11</sup> Por causa da demora na liberação do acesso à plataforma Sisflora 2.0 por parte da Semas-PA e da mudança nos mecanismos de busca e manipulação de dados na nova plataforma, não foi possível ainda realizar o levantamento da movimentação de crédito de todos os planos de manejo operacionais no período. Foi possível apenas o de casos específicos para fins de investigação (casos de autorizações que não apresentaram sinais de extração madeireira nas imagens de satélite).

<sup>12</sup> Nessas áreas, mapeamos as cicatrizes de exploração seletiva de madeira sem, contudo, avaliar a regularidade de sua documentação.

<sup>13</sup> Florestas Nacionais (Flonas) Saracá-Taquera, Caxiuanã e Altamira (total de 2.872 hectares).



## 3.2 Regularidade dos planos de manejo (exploração autorizada)

Para esta avaliação consideramos somente as Autefs ativas entre agosto/2016 e julho/2017 emitidas para extração de madeira em áreas de floresta nativa, que somaram 281 (232.187 hectares) para um total de 281 planos de manejo florestal. Encontramos 196 (70%) Autefs consistentes, isto é, regulares, e 85 (30%) revelaram inconsistências<sup>[14]</sup>, a saber (Figuras 2 e 3):

*i. Superestimativa de espécie de alto valor (Ipê)*<sup>[15]</sup>. A quantidade de indivíduos da espécie contida na lista de espécies florestais do POA (Plano Operacional Anual) foi superestimada, ou seja, supera a média da quantidade e volume estimados pela literatura para área de floresta nativa na Amazônia<sup>[16]</sup> (Carvalho et al., 2001). Observamos 41 casos, num total de 14.618 hectares de área autorizada. Desse total, 29 casos (10.599 hectares) já haviam sido reportados no relatório anterior (Simex 2015-2016)<sup>[17]</sup>.

*ii. Área autorizada maior que a área de manejo florestal.* A área autorizada para manejo era superior à área total de manejo florestal. Observamos 15 casos, num total de 6.998 hectares de área autorizada, dos quais 14 casos (6.445 hectares) já haviam sido reportados no relatório anterior.

*iii. Área líquida autorizada*<sup>[18]</sup> *em Área de Preservação Permanente (APP).* Não foi descontada da área líquida referente à APP dentro

da área de manejo florestal. Foram observados 7 casos, que totalizaram 3.512 hectares de área autorizada. Desse total, 5 casos (3.391 hectares) já haviam sido reportados no relatório anterior.

*iv. Área autorizada em área degradada ou desmatada.* Autorização para manejo florestal em área total ou parcialmente degradada ou sem cobertura florestal. Observamos 1 caso (reportado no relatório anterior), que totalizou 30 hectares de área autorizada.

*v. Área de Reserva Legal (RL) maior que área da propriedade.* Área destinada à RL superior à área total da propriedade. Observamos 1 caso (reportado no relatório anterior), totalizando 1.256 hectares de área autorizada.

Comparando as Autefs operacionais avaliadas nos períodos agosto/2015-julho/2016 e agosto/2016-julho/2017, no geral, observamos reduções no número dos seguintes casos: superestimativa de Ipê reduziu de 55 para 41 casos; área autorizada maior que área do manejo, de 23 para 15 casos; e área autorizada em área degradada ou desmatada reduziu de 2 para 1 caso. Por outro lado, área líquida autorizada em Área de Preservação Permanente e área de Reserva Legal maior que área da propriedade não apresentaram novos casos, permanecendo os mesmos casos detectados no período anterior<sup>[19]</sup>: 7 e 1 caso, respectivamente (Figuras 4 e 5).

<sup>14</sup> Segundo a Semas, que ainda avalia os casos de inconsistência encontrados neste estudo, grande parte das inconsistências se devem a falhas ou erros no preenchimento das autorizações.

<sup>15</sup> Neste estudo avaliamos a quantidade de indivíduos da espécie Ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols) contida nas listas de espécies florestais dos planos de manejo licenciados pelo fato de a espécie ter um alto valor comercial, tornando-a um ativo florestal bastante cobiçado por madeireiros mal-intencionados que visam lucros por meios fraudulentos.

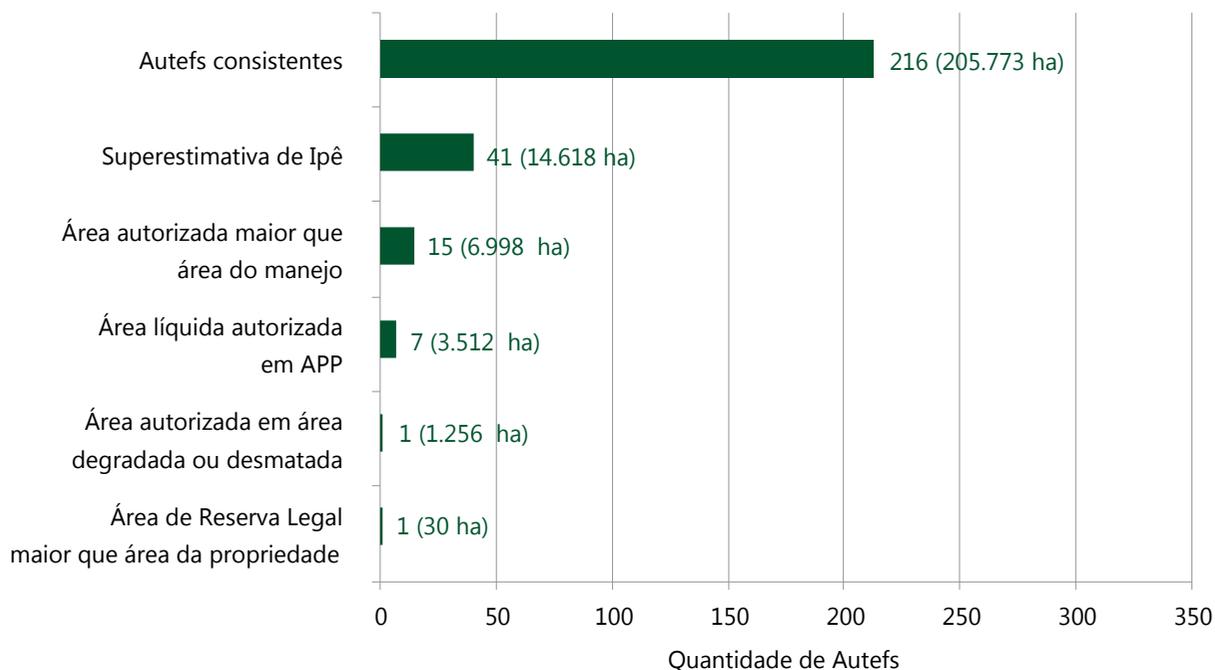
<sup>16</sup> A densidade média de indivíduos dessa espécie na Amazônia é entre 0,2 e 0,4 árvores por hectare.

<sup>17</sup> Como a metodologia considera o período de vigência das autorizações, é comum que determinadas autorizações apareçam em mais de um período de análise.

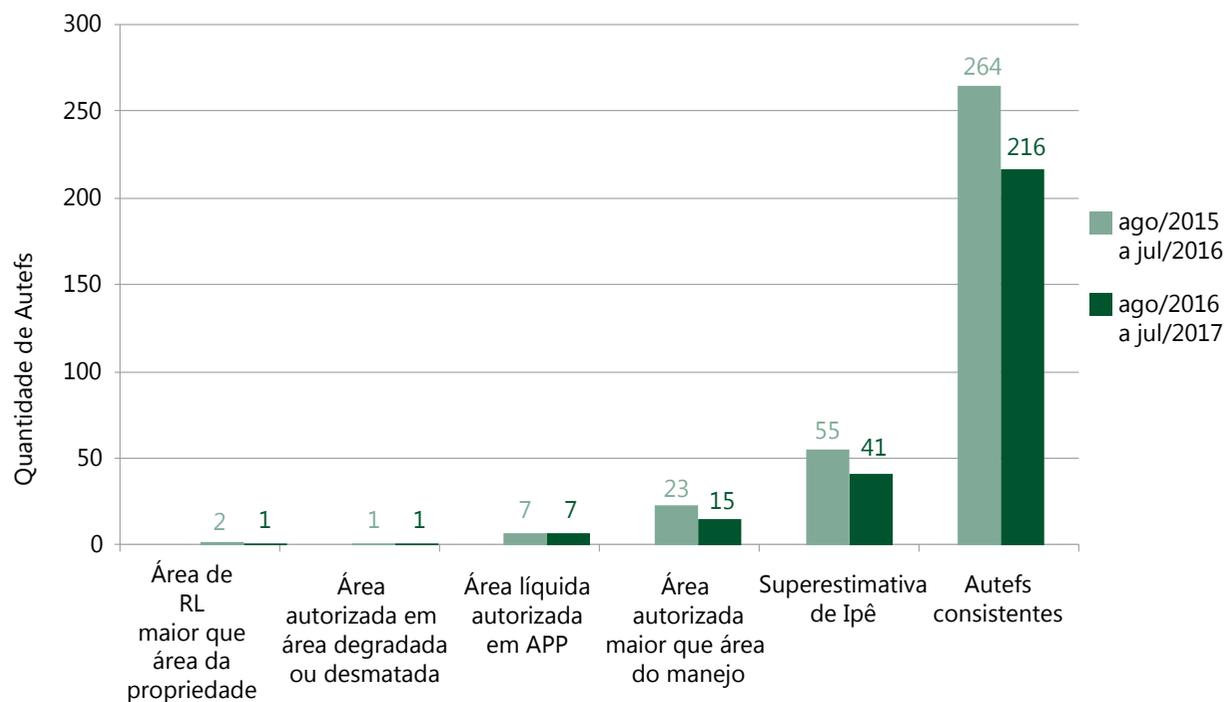
<sup>18</sup> Área de manejo efetivo.

<sup>19</sup> Alguns casos se repetiram no segundo período de avaliação (2016-2017). Isso aconteceu em virtude do período de vigência de alguns planos se estenderem pelos dois períodos de análise estudados.

**Figura 2.** Número de casos consistentes e inconsistentes, por tipo de inconsistência, observados nas autorizações de exploração florestal e na comparação destas com seus respectivos créditos de madeira, no estado do Pará, entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



**Figura 3.** Número de casos de inconsistência, por tipo, encontrados nas autorizações de exploração florestal no período agosto/2016-julho/2017 em comparação a agosto/2015-julho/2016 (Fonte: Imazon/Simex)



Comparamos também as imagens de satélite das áreas autorizadas para manejo entre agosto/2016 e julho/2017 com suas respectivas autorizações de exploração considerando o total de 281 Autefs<sup>[20]</sup>. Do total de autorizações, apenas 7% (19 casos em 25.289 hectares) não puderam ser analisadas por causa da cobertura de nuvens; 86% (242 casos em 198.689 hectares) estavam consistentes, isto é, não apresentaram nenhuma irregularidade na comparação; e 7% (20 casos em 8.209 hectares) revelaram inconsistências (Figuras 4 e 5), a saber:

**i. Sem sinais de exploração madeireira.**

Não foram identificadas nas imagens cicatrizes de exploração no período de validade da Autef. Entretanto, foi identificada comercialização de madeira referente a essa autorização. Identificamos 14 casos com essa inconsistência, somando uma área de 4.879 hectares (todos reportados no último relatório).

**ii. Degradação por queimada.**

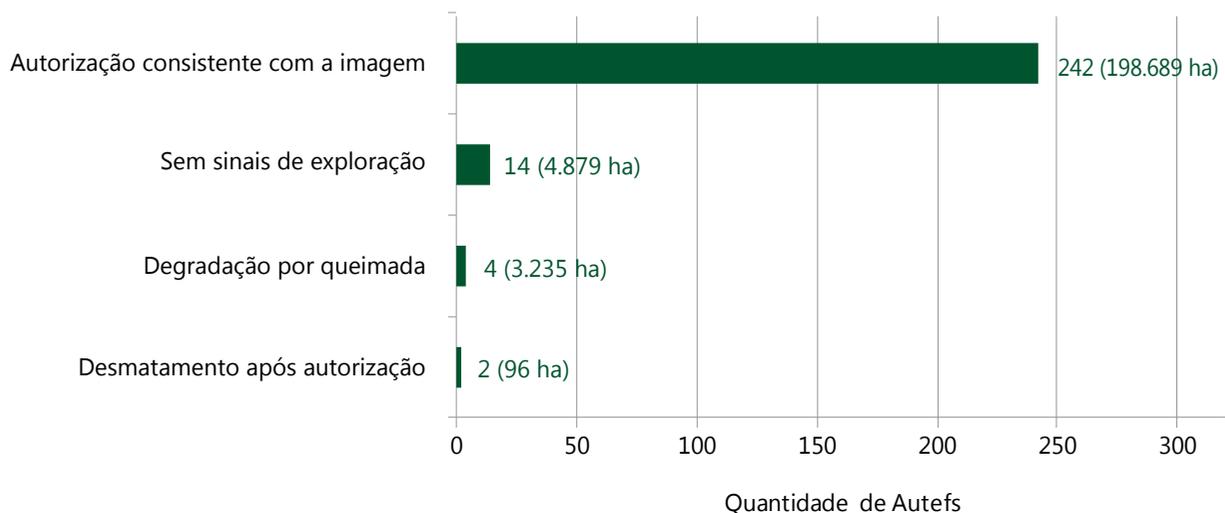
Em 4 casos foram identificadas queimadas dentro das áreas autorizadas para manejo. Esses casos totalizaram 3.235 hectares de área autorizada (todos reportados no relatório anterior).

**iii. Desmatamento após autorização.**

Encontramos 2 casos de áreas de solo exposto dentro da área destinada ao manejo. Esses casos totalizaram 96 hectares de área autorizada (casos reportados no relatório anterior).

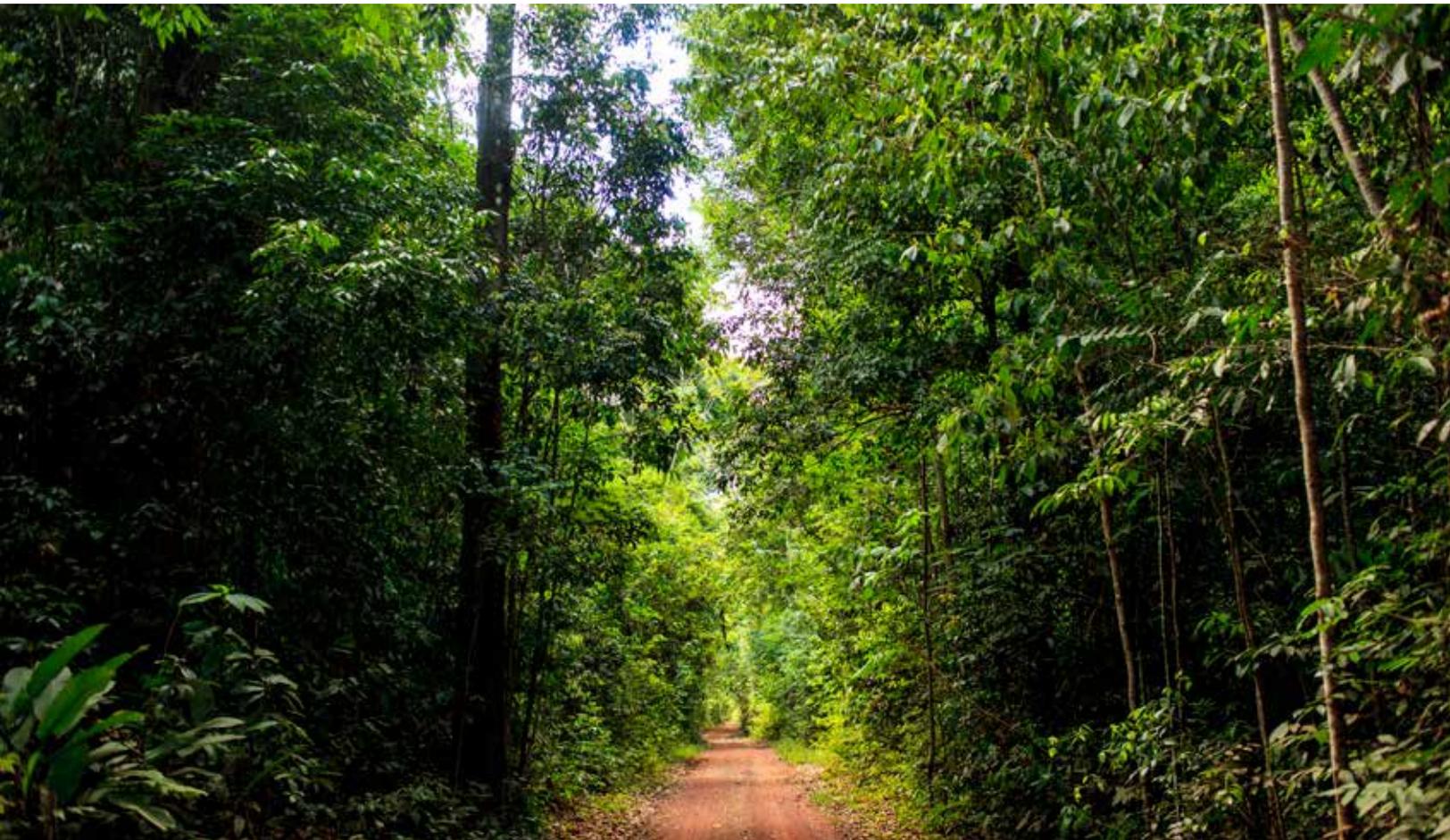
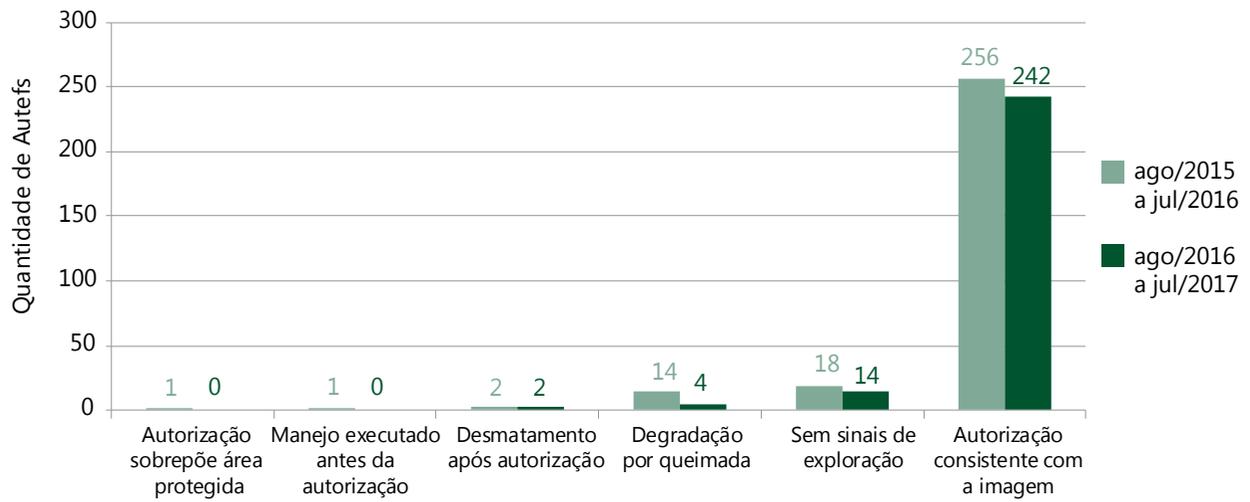
A comparação entre a situação do manejo florestal analisada no período anterior (agosto/2015-julho/2016) com a atual mostrou que houve um decréscimo suave no número total de autorizações avaliadas (de 256 para 242), embora com uma interferência menor de nuvens dessa vez (apenas 7% dos casos). Além disso, observamos a redução no número de casos novos com inconsistências, chegando a zerar em dois tipos de inconsistência avaliados (Figura 5).

**Figura 4.** Número de casos consistentes e inconsistentes, por tipo de inconsistência, no estado do Pará, entre agosto/2016 e julho/2017, com base na integração das informações dos sistemas de controle da Semas/PA com as respectivas imagens de satélite (Fonte: Imazon/Simex)



<sup>20</sup> Uma Autef foi retirada desta análise porque foi emitida apenas para retirada de resíduos florestais de exploração anterior.

**Figura 5.** Número de casos consistentes e inconsistentes, por tipo de inconsistência, no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017, com base na integração das informações dos sistemas de controle da Semas/PA com as respectivas imagens de satélite (Fonte: Imazon/Simex)

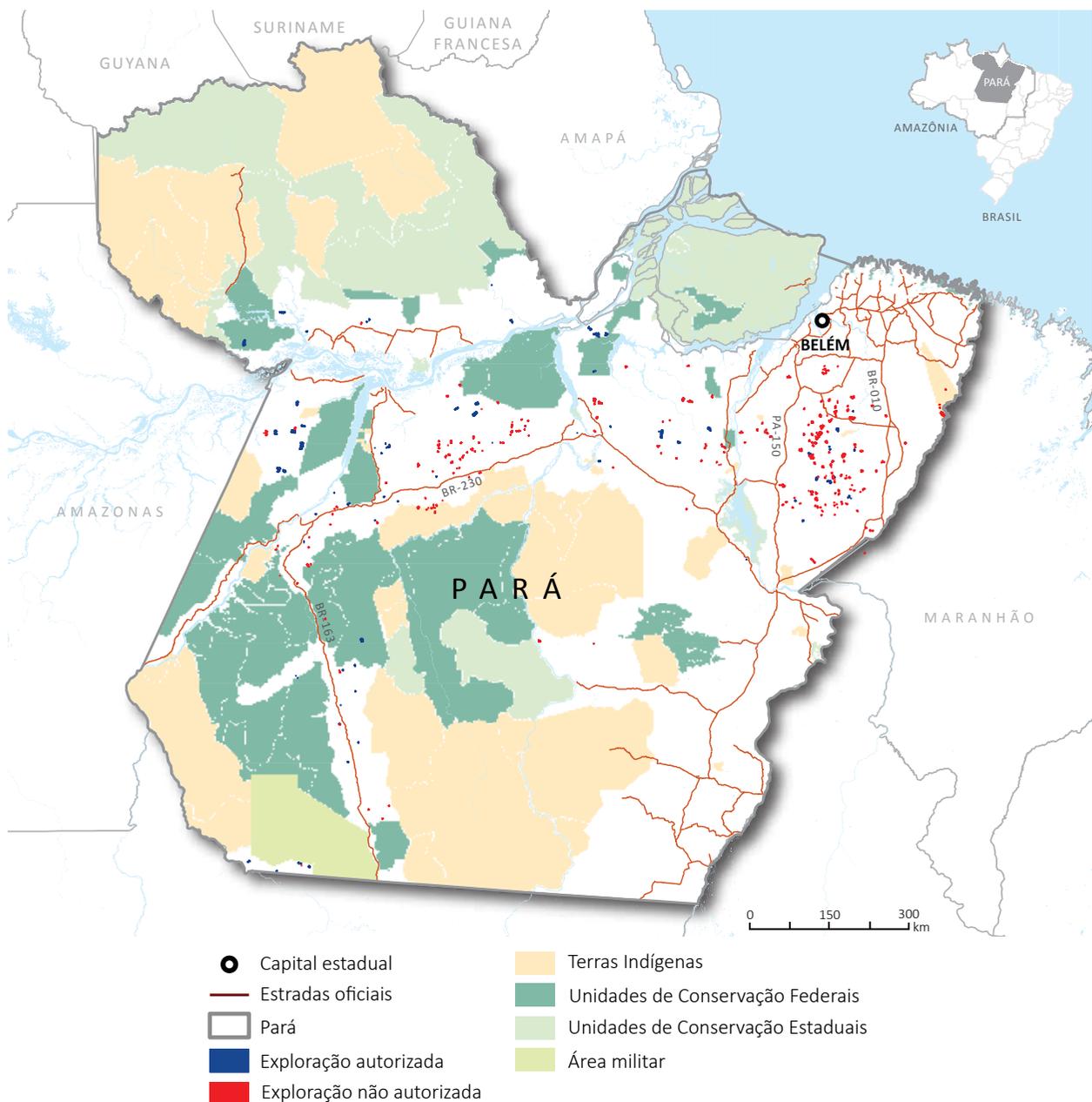


### 3.3 Geografia da exploração de madeira no Pará

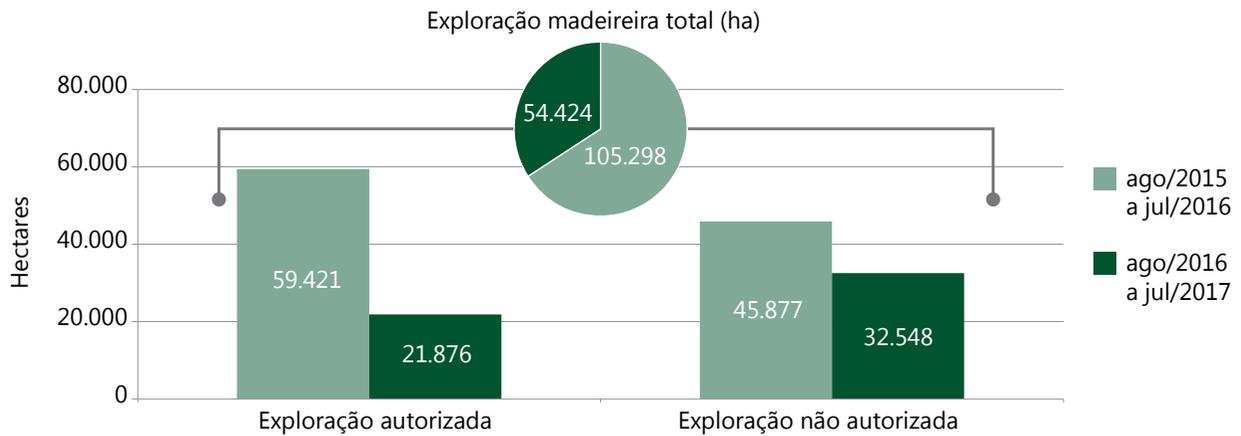
Detectamos um total de 54.424 hectares de florestas exploradas para extração de madeira, dos quais 21.876 (40%) foram autorizados para manejo florestal e 32.548 hectares (60%) não possuíam a devida autorização. Quando comparada à área explorada detectada no período anterior

(agosto/2015-julho/2016), observamos uma redução de 48% (- 50.874 hectares) na exploração total detectada pelo sistema, seguida da redução de 29% (- 37.545 hectares) na exploração madeireira não autorizada e de 63% (- 13.329 hectares) na exploração autorizada (Figuras 6 e 7).

**Figura 6.** Distribuição espacial da exploração de madeira autorizada (manejo florestal) e não autorizada (predatória) no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



**Figura 7.** Área de exploração de madeira com e sem autorização no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)

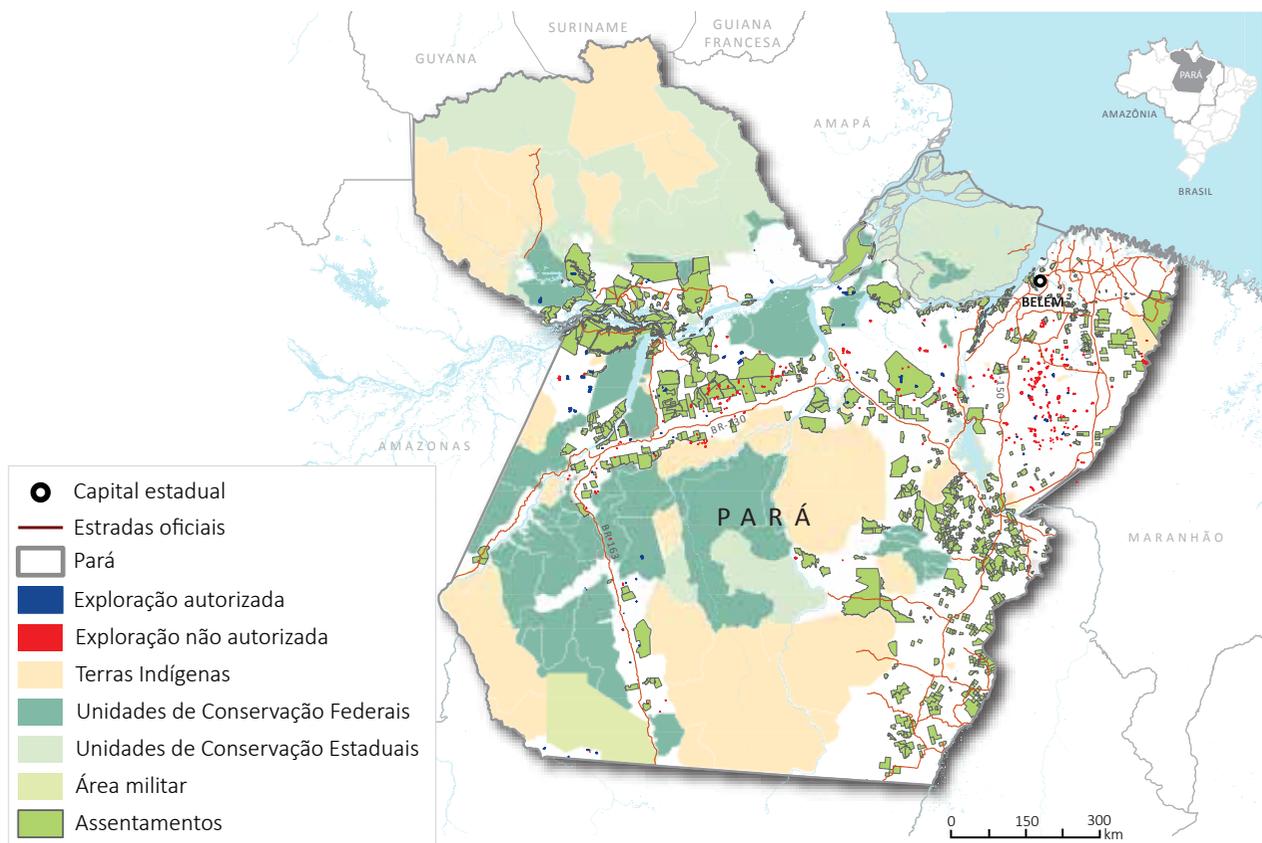


### 3.4 Exploração não autorizada

A exploração não autorizada de madeira concentrou-se principalmente em áreas privadas ou sob disputa (85%), seguida de Assentamentos (9%), Terras Indígenas (6%) e Unidades de Conservação (UC) (menos de 1%) (Figura 8). Quanto às áreas privadas, foram mapeados 25.141 hectares

em propriedades inscritas no Cadastro Ambiental Rural (CAR), representando 77% da extração ilegal mapeada no estado. A maior parte se concentrou nas mesorregiões nordeste e sudeste paraense (74%), e o restante ocorreu no sudoeste paraense (14%), Marajó (8%) e Baixo Amazonas (5%).

**Figura 8.** Distribuição espacial da exploração madeireira não autorizada no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)

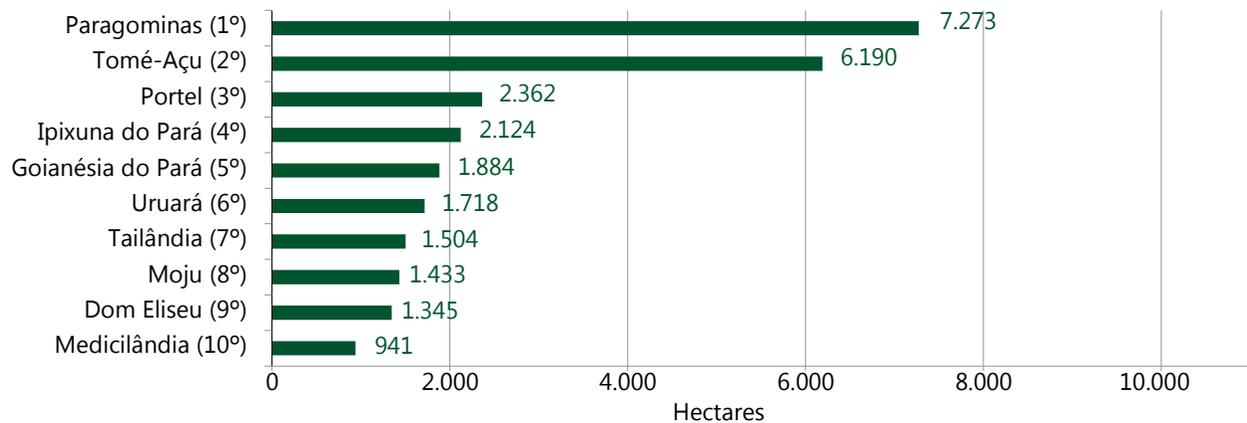


### 3.4.1 Municípios críticos

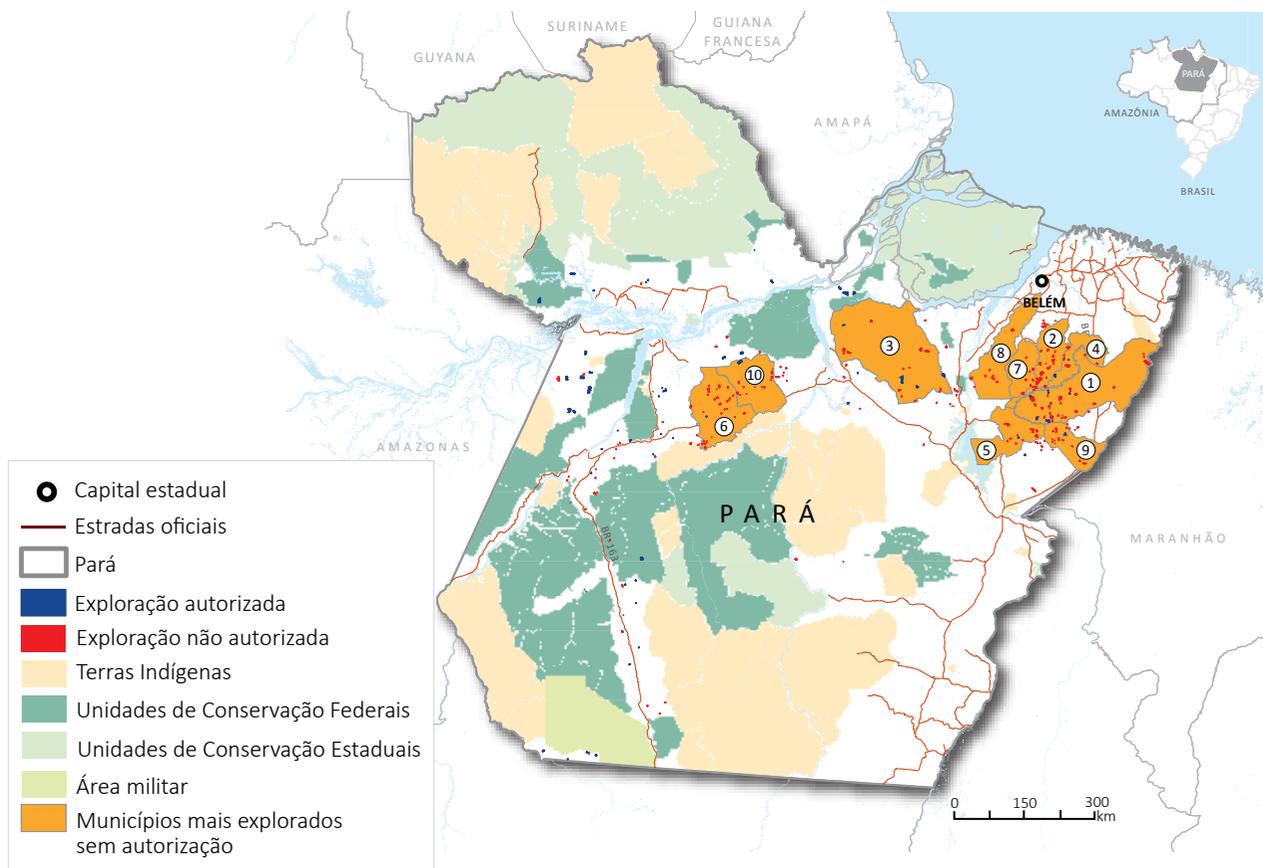
Dos 32.548 hectares de floresta explorada sem autorização no Pará entre agosto/2016 e julho/2017, a maioria (82%) ocorreu em 10 municípios (Figuras 9 e 10). Os cinco municípios com

maiores áreas de exploração madeireira ilegal foram: Paragominas (BR-010), Tomé-açu (PA-256), Portel (rio Amazonas), Ipixuna do Pará (Rodovia Belém-Brasília) e Goianésia do Pará (PA-150).

**Figura 9.** Municípios com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



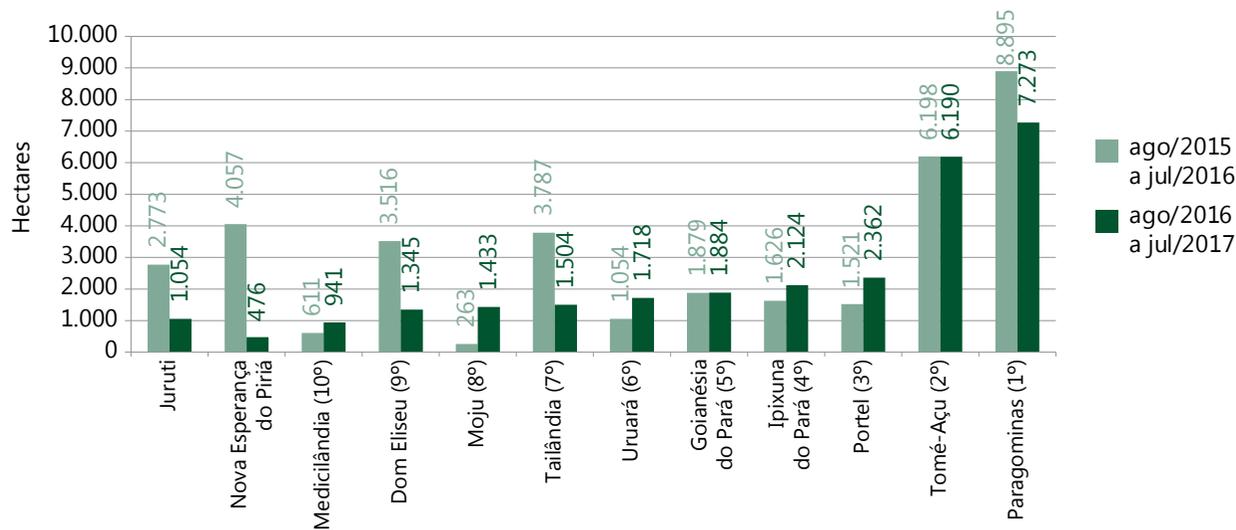
**Figura 10.** Distribuição espacial dos municípios com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex).



Na comparação com o período anterior (agosto/2015 a julho/2016), observamos reduções expressivas na exploração ilegal de madeira nos municípios de Nova Esperança do Piriá (88%, 3.582 hectares), Dom Eliseu (62%, 2.171 hectares) e Juruti (62%, 1.719 hectares). Por outro lado, ob-

servamos aumentos consideráveis nos municípios de Moju (445%, 1.170 hectares), Uruará (63%, 664 hectares) e Medicilândia (54%, 330 hectares). O município de Paragominas, embora ainda esteja no topo da lista, apresentou redução de 18% em relação ao período anterior (Figura 11).

**Figura 11.** Municípios com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)

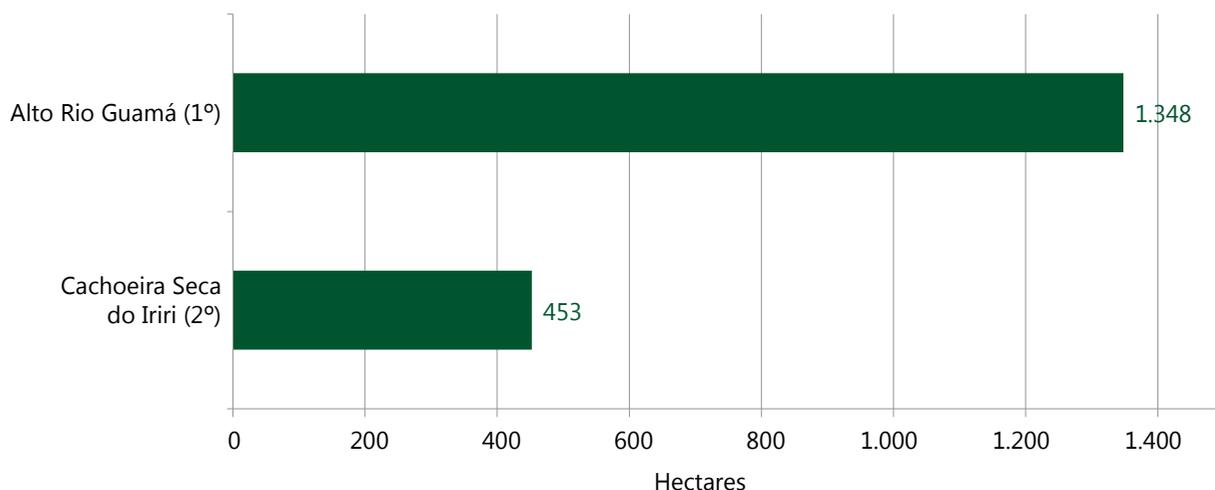


### 3.4.2 Áreas Protegidas

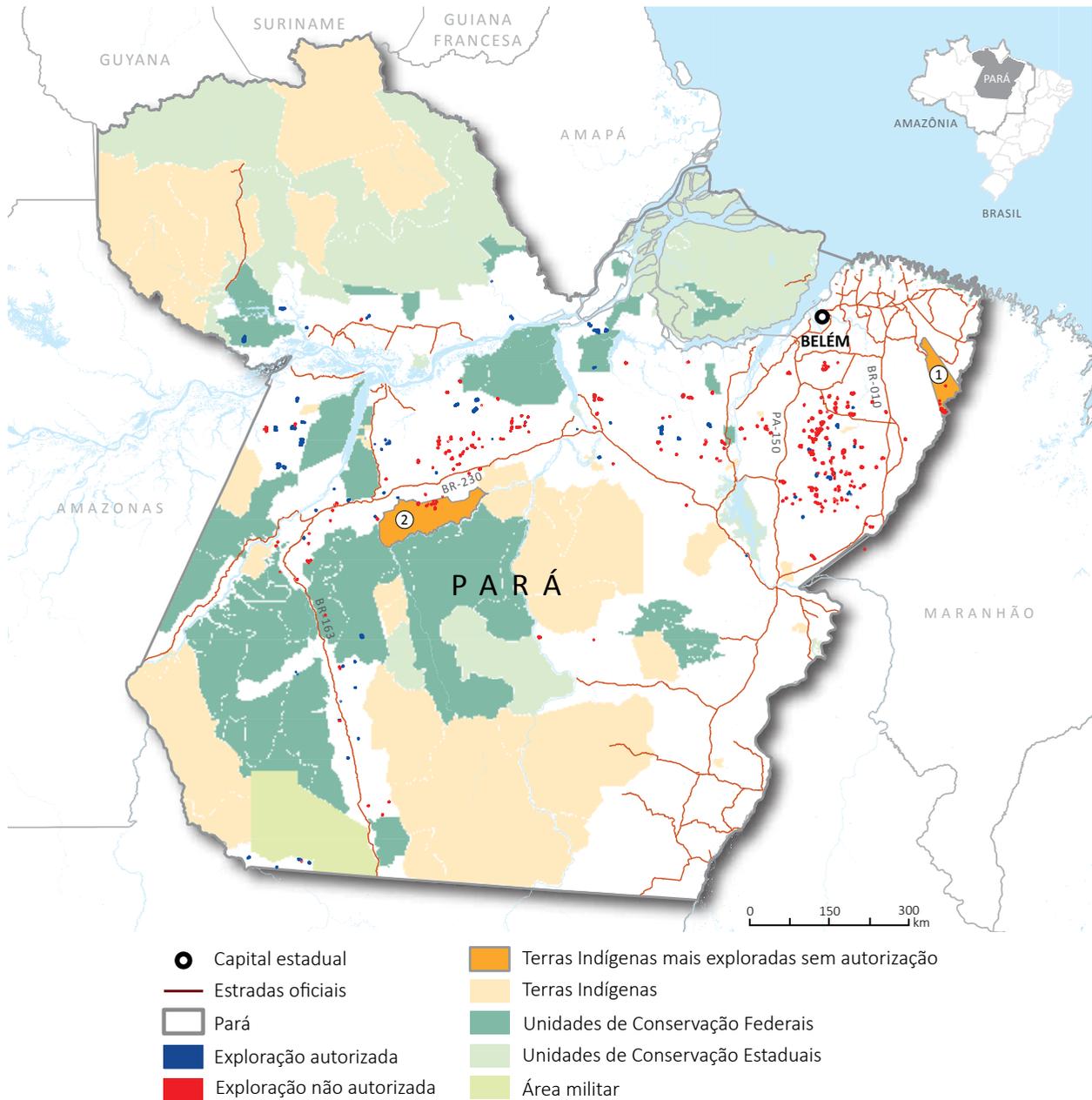
Nas Terras Indígenas (TI) foram detectados 1.800 hectares de exploração ilegal de madeira entre agosto/2016 e julho/2017. A maioria (75% ou 1.348 hectares) ocorreu na TI Alto Rio Guamá, si-

tuada nos municípios de Garrafão do Norte, Nova Esperança do Piriá, Paragominas e Santa Luzia do Pará. O restante (25%) ocorreu na TI Cachoeira Seca do Iriri (453 hectares) (Figuras 12 e 13).

**Figura 12.** Terras Indígenas com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



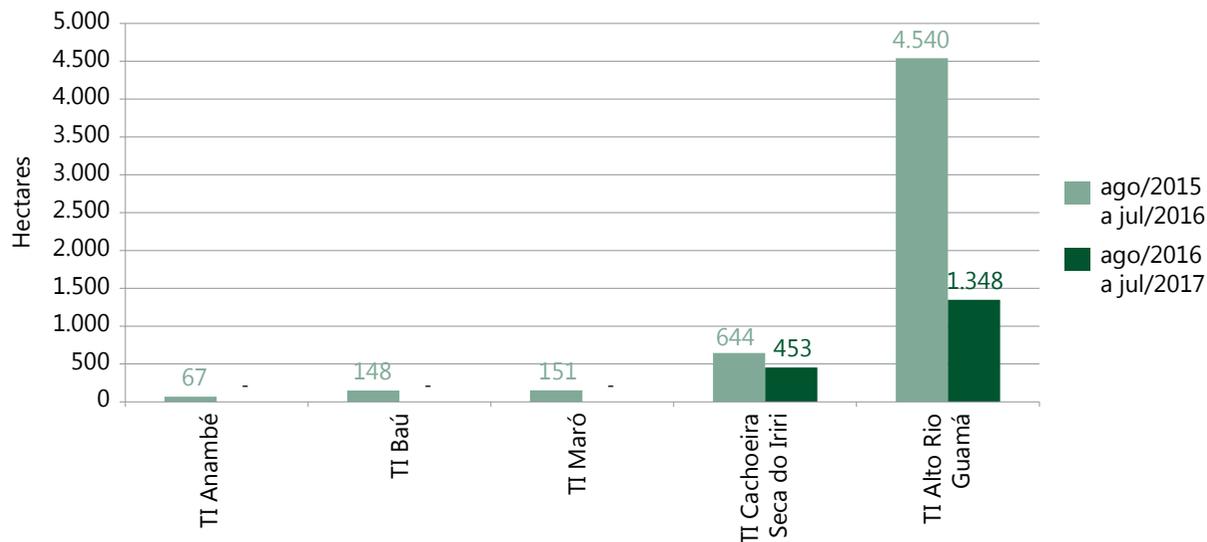
**Figura 13.** Distribuição espacial das áreas de exploração não autorizada de madeira (predatória) nas Terras Indígenas do estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



A exploração ilegal de madeira nas TIs do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 apresentou reduções consideráveis quando comparada ao período anterior (agosto/2015-julho/2016). A TI Alto

Rio Guamá apresentou redução de quase 70% (de 4.540 hectares para 1.348 hectares) e a TI Cachoeira Seca do Iriri apresentou queda de 30% (caindo de 644 hectares para 453 hectares (Figura 14).

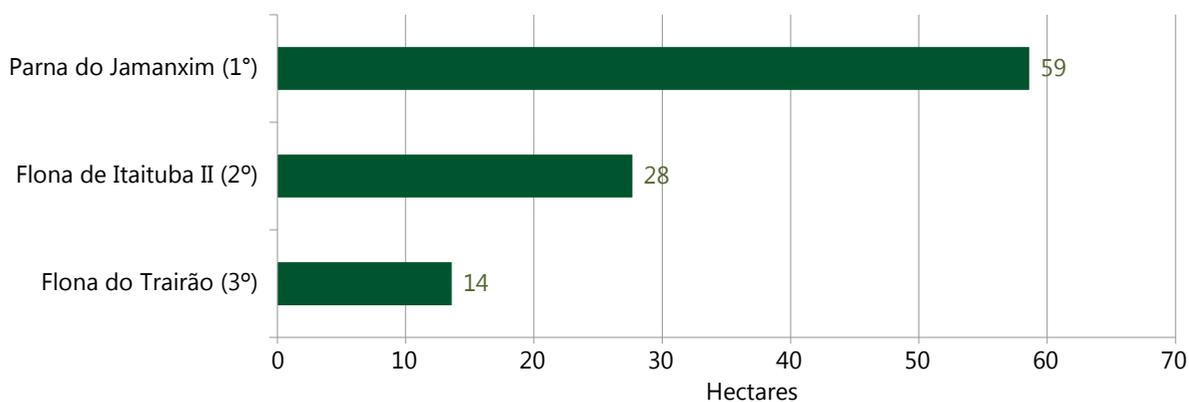
**Figura 14.** Terras Indígenas com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará para o período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017



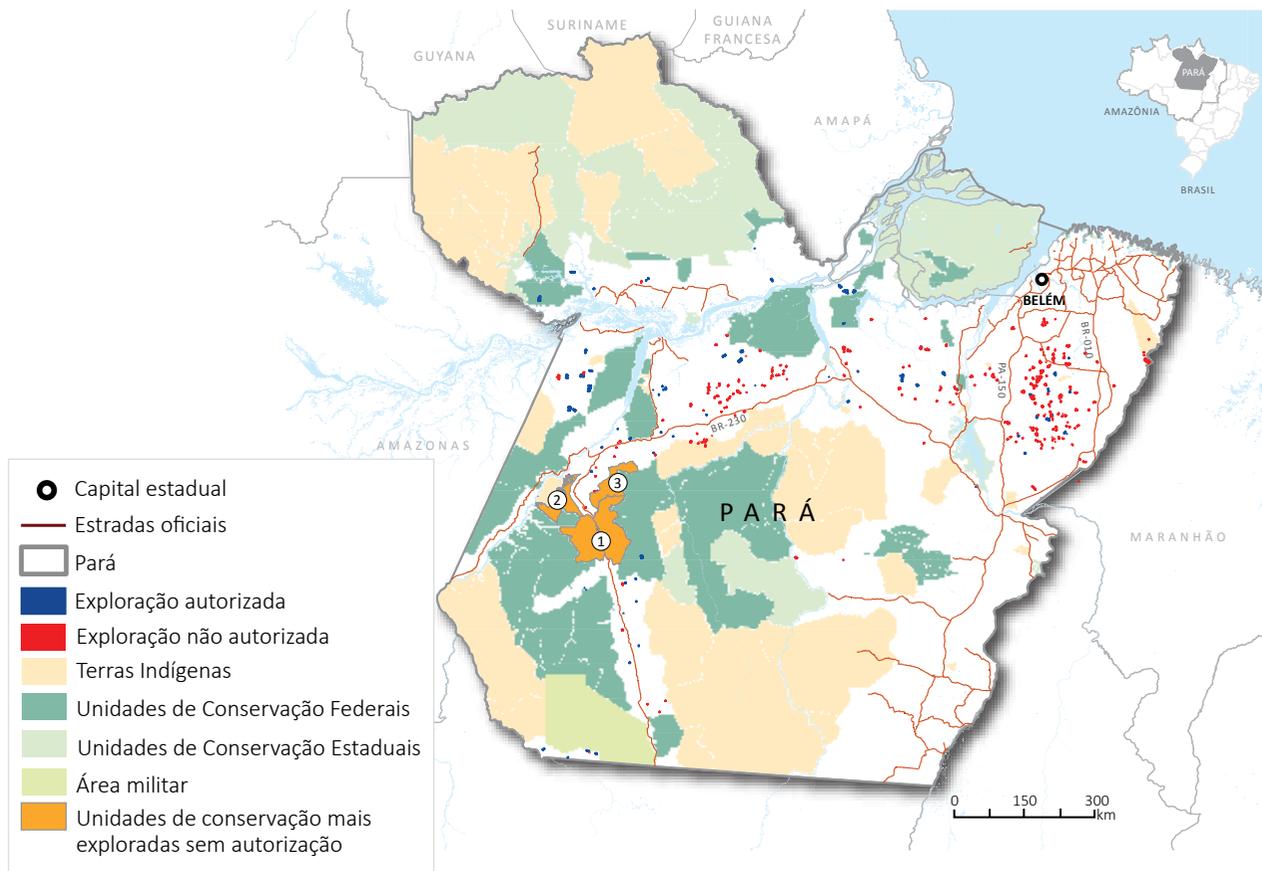
Já nas Unidades de Conservação (UC) do Pará foram detectados 100 hectares de floresta explorada ilegalmente entre agosto/2016 e julho/2017. A maioria (59% ou 59 hectares) ocor-

reu no Parque Nacional (Parna) do Jamanxim, seguida da Flona de Itaituba II com 28% (28 hectares) e da Flona do Trairão, com 14% (14 hectares) (Figuras 15 e 16).

**Figura 15.** Unidades de Conservação com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



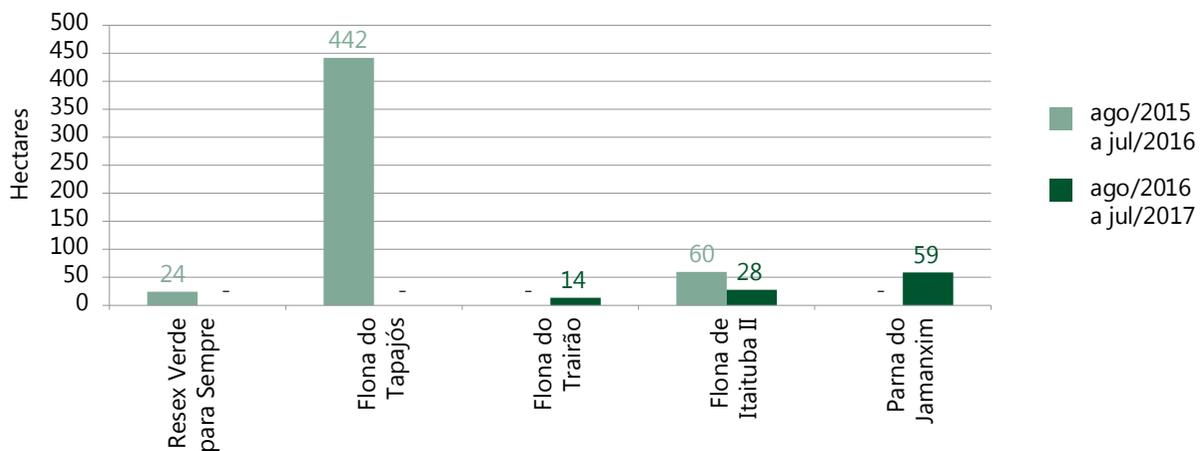
**Figura 16.** Distribuição espacial das áreas de exploração não autorizada de madeira (predatória) nas Unidades de Conservação no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



Ao compararmos a exploração ilegal de madeira em UCs ocorrida entre os períodos agosto/2016-julho/2017 e agosto/2015-julho/2016, observamos uma redução expressiva dessa exploração na Flona do Tapajós, chegando a zerar

no período atual. Em contrapartida, identificamos cicatrizes de exploração não autorizada em UC que não apresentou ocorrência no período anterior: Parna do Jamanxim, com 59 hectares de área ilegalmente explorada (Figura 17).

**Figura 17.** Área explorada nas Unidades de Conservação com maior exploração de madeira não autorizada no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)

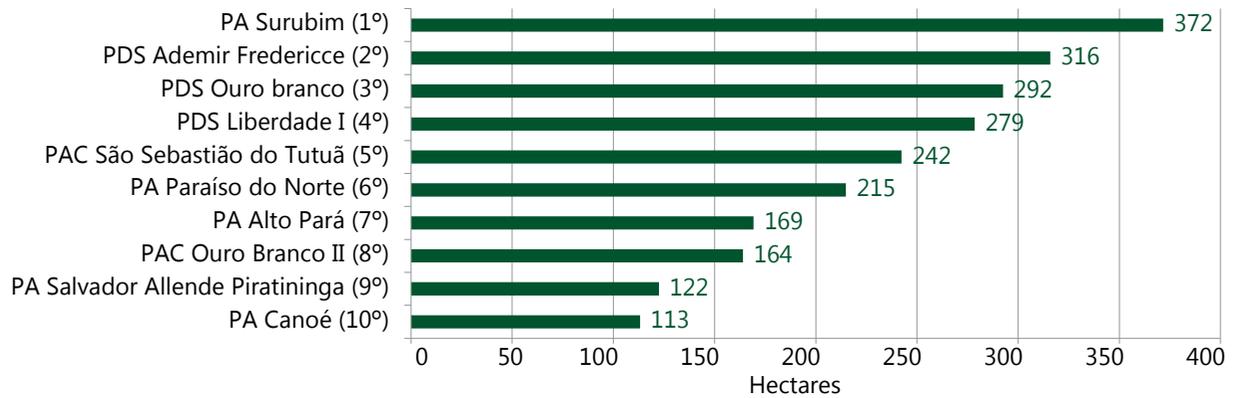


### 3.4.3 Assentamentos

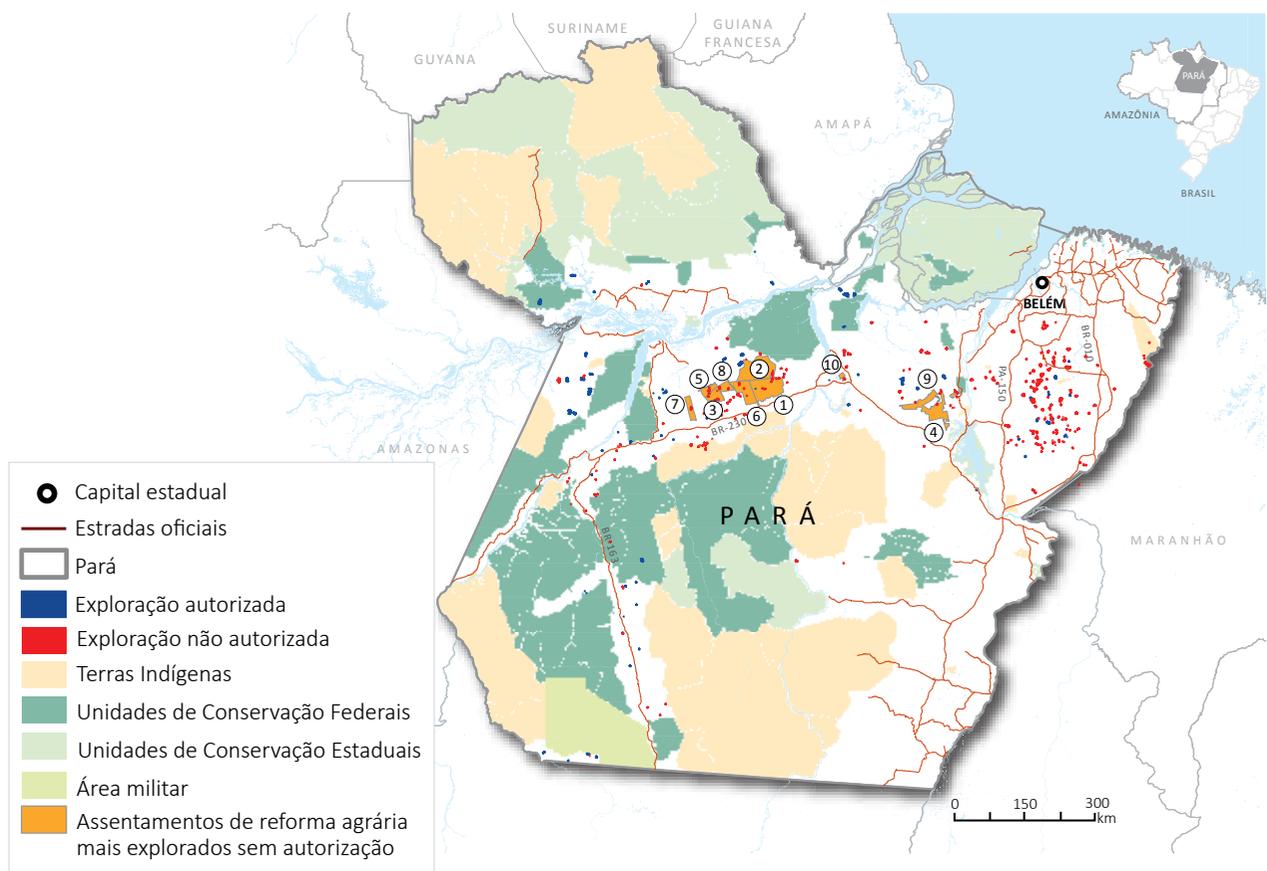
Nos assentamentos de reforma agrária existentes no Pará a exploração ilegal de madeira atingiu 2.677 hectares de floresta entre agosto/2016 e julho/2017. Os assentamentos mais afetados foram o PA (Projeto de As-

sentamento) Surubim (14%, 372 hectares), PDS (Projeto de Desenvolvimento Sustentável) Ademir Fredericce (12%, 316 hectares) e PDS Ouro Branco (11%, 292 hectares) (Figuras 18 e 19).

**Figura 18.** Assentamentos de reforma agrária com as maiores áreas exploradas para extração de madeira sem autorização no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



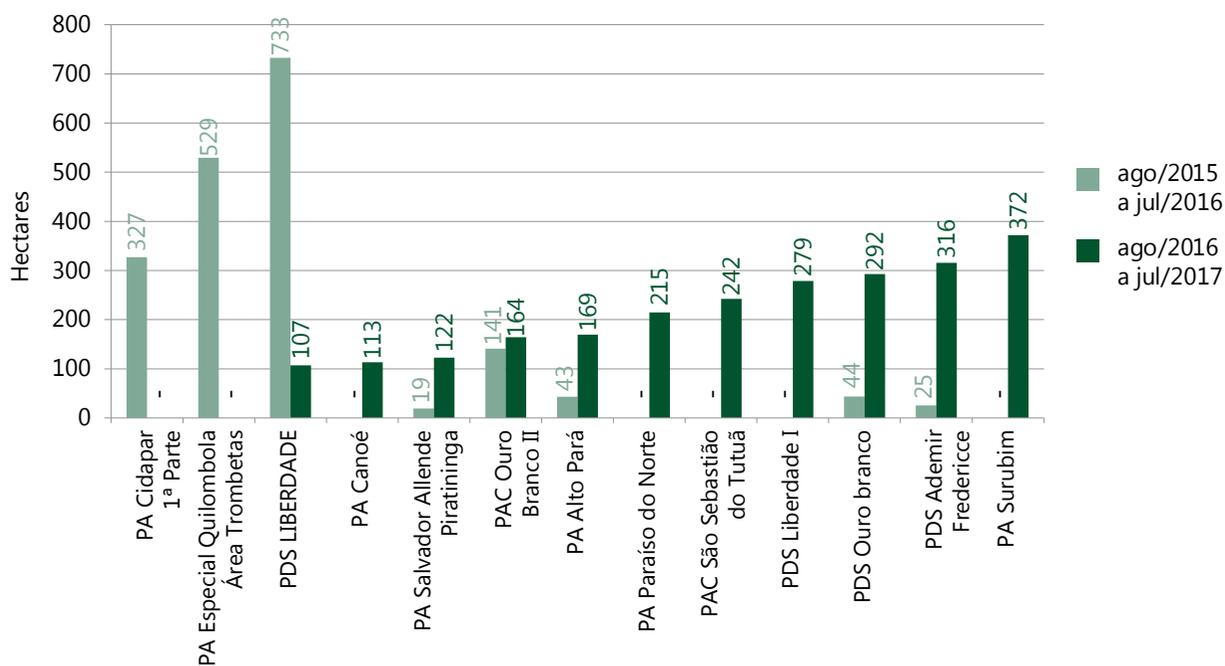
**Figura 19.** Distribuição espacial das áreas de exploração não autorizada de madeira (predatória) nos Assentamentos de Reforma Agrária do estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017



Comparando os dois períodos analisados, observamos aumentos expressivos de exploração não autorizada na maioria dos assentamentos, com destaque para o PA Surubim (1º) que não foi detectado no período anterior; e o PDS Ademir Fredericce (2º), que apresentou 1.140%

de aumento (passando de 26 hectares para 316 hectares). Por outro lado, foi observada forte redução no PDS Liberdade (- 85%, despencando de 733 hectares para 107 hectares), chegando a zerar nos PAs Especial Quilombola Área Trombetas e Cidapar 1ª parte (Figura 20).

**Figura 20.** Área explorada nos Assentamentos de Reforma Agrária com maior exploração de madeira não autorizada no estado do Pará no período agosto/2015-julho/2016 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)

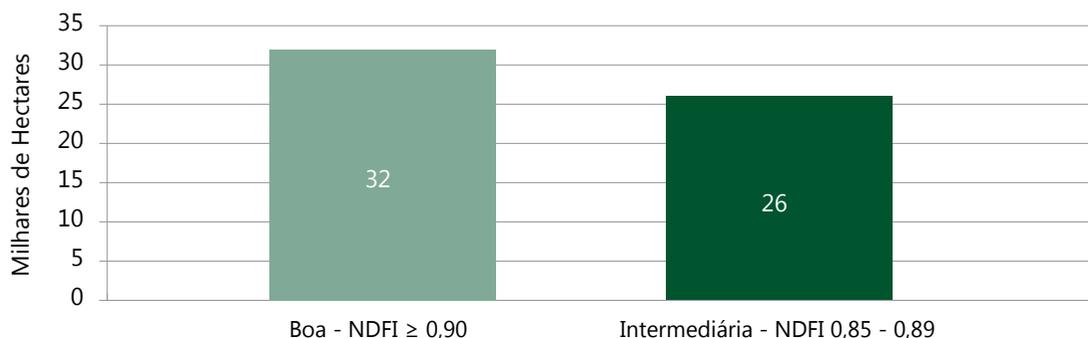


### 3.5 Qualidade do manejo

Nas imagens NDFI avaliamos a qualidade do manejo nas áreas exploradas com autorização, para a qual determinamos limiares, tais que: NDFI  $\leq 0,84$  representa exploração de baixa qualidade (exploração predatória); NDFI = 0,85-0,89, exploração de qualidade intermediária (houve a tentativa de adoção de manejo, porém a configuração de estradas, pátios e clareiras revela sérios problemas de execução); e NDFI  $\geq 0,90$ , exploração madeireira de boa qualidade, isto é, cuja configuração de estradas, pátios de estocagem e clareiras tem características de uma exploração manejada.

Dos planos de manejo operacionais, selecionamos 46 (46 Autefes) em cujas imagens de satélite foi possível visualizar cicatrizes da exploração de madeira e avaliar sua qualidade. Da exploração detectada nessas imagens, aproximadamente 32 mil hectares (55%) apresentaram boa qualidade e cerca de 26 mil hectares (45%) apresentaram qualidade intermediária (Figura 21). Nenhum caso foi classificado com manejo de baixa qualidade.

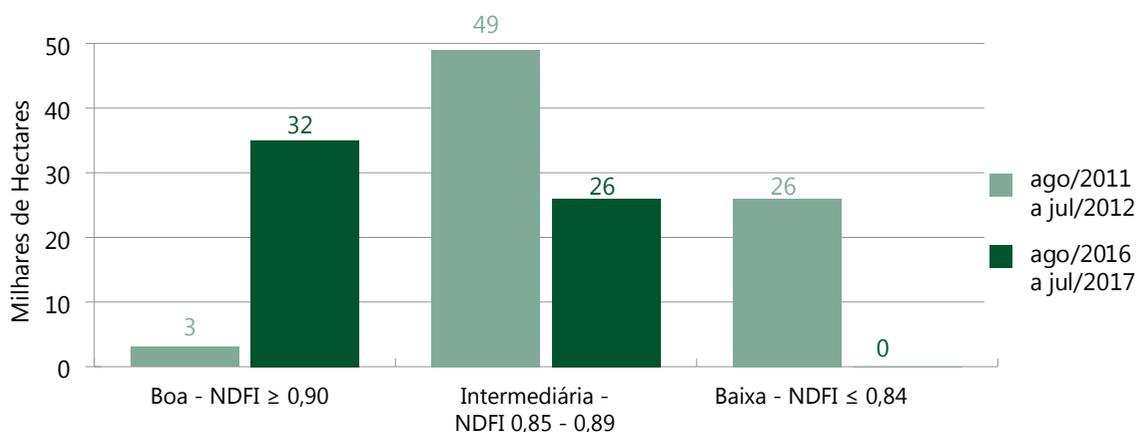
**Figura 21.** Qualidade do manejo (em hectares) em 46 áreas de planos de manejo operacionais (Autef) no estado do Pará entre agosto/2016 e julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



Em relação ao último período em que foi possível realizar tal análise (2011-2012), observamos o aumento significativo do manejo de boa qualidade (de 3 para 32 planos), a queda

suave do manejo de qualidade intermediária (de 49 para 26 casos) e a redução expressiva do manejo de qualidade baixa, que zerou no período mais recente (Figura 22).

**Figura 22.** Área explorada, por grau de qualidade do manejo, no estado do Pará, no período agosto/2011-julho/2012 em comparação a agosto/2016-julho/2017 (Fonte: Imazon/Simex)



### 3.6 Manutenção das áreas exploradas

Analisamos se as áreas exploradas entre 2007 e 2012 e entre agosto/2015 e julho/2016 estão sendo mantidas para o próximo ciclo de corte com base nos dados do Prodes até 2017<sup>[21]</sup>. A análise considerou todas as áreas exploradas nesse período, isto é, áreas exploradas

com e sem autorização do órgão competente, que totalizaram 974.965 hectares.

Sobrepondo essas áreas (polígonos mapeados nas imagens) aos dados de desmatamento do Prodes, observamos que até 2017<sup>[22]</sup> foi desmatado um total 39.413 hectares, que

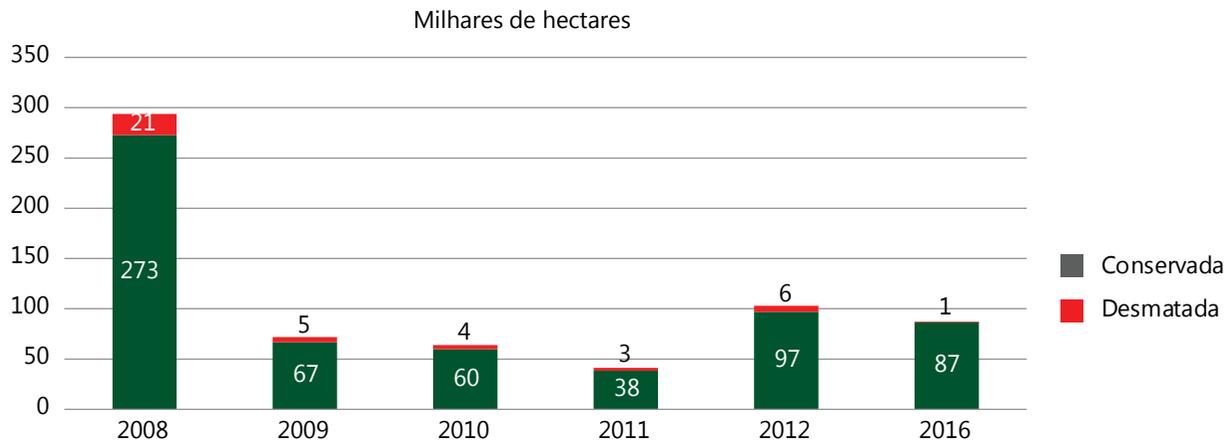
<sup>21</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Monitoramento da floresta amazônica por satélite, Projeto Prodes, 2018. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>.

<sup>22</sup> Em virtude de falha no processo de contabilização das áreas convertidas em desmatamento no relatório anterior (Simex 2015-2016) – o que acabou incorporando ruídos de áreas desmatadas antes das atividades de exploração madeireira, bem como áreas duplicadas –, foi necessário realizar novos cruzamentos e atualização estatística dos dados em questão, incluindo, dessa vez, os dados de desmatamento até 2017 (Prodes).

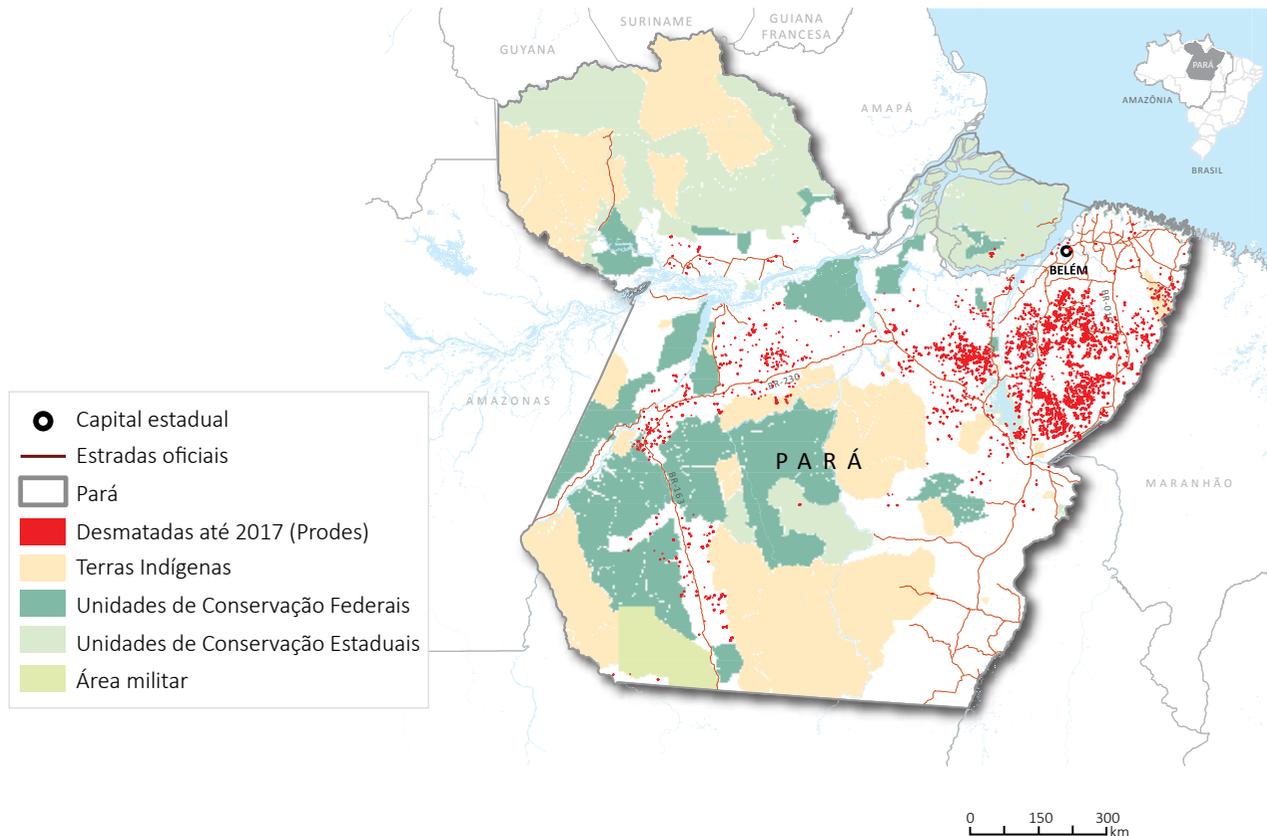
representa 4% da área explorada nesses polígonos. Desse total, em 2008 foram desmatados 20.653 hectares (5%) dos 388.030 hectares explorados<sup>[23]</sup>; em 2009 foram 5.419 hectares (4%) de 124.006 hectares explorados; em 2010 foram 3.926 hectares (3%) de 120.262 hecta-

res explorados; em 2011 foram 2.809 hectares (3%) de 81.201 hectares explorados; em 2012 foram 6.029 hectares (4%) de 156.178 hectares explorados; e em 2016 foram 577 hectares (1%) desmatados de 105.298 hectares explorados (Figuras 23 e 24).

**Figura 23.** Área desmatada e conservada para o próximo ciclo de corte, por ano, nas áreas exploradas com e sem autorização no estado do Pará entre agosto/2007 e julho/2016 (Fonte: Imazon/Simex/Prodes)



**Figura 24.** Distribuição espacial em 2017 das áreas exploradas com e sem autorização no estado do Pará entre agosto/2015 e julho/2016 (Fonte: Imazon/Simex/Prodes)



<sup>23</sup> O arquivo vetorial das áreas exploradas em 2007 e 2008 foi atualizado. Com isso, algumas áreas exploradas em 2006 e início de 2007, mapeadas como 2007-2008 (agosto/2007 a julho/2008) foram retiradas, reduzindo a área total mapeada nesse período.



## 4. Conclusão e Recomendações

O monitoramento de planos de manejo é fundamental para a prevenção e combate a irregularidades no setor florestal, além de estimular o bom manejo. Dessa forma, com base nos resultados apresentados neste relatório, consideramos crucial melhorar o monitoramento dessa atividade no estado. Para isso, recomendamos:

- **Aperfeiçoar o processo de licenciamento e monitoramento de PMFS.** O método de avaliação e monitoramento de planos de manejo por meio do cruzamento de imagens de satélites com informações oficiais é uma ferramenta importante para os órgãos ambientais responsáveis incorporarem em seus processos de licenciamento e controle florestal, a fim de aperfeiçoarem suas atividades rotineiras e detectarem, de forma rápida, eventuais inconsistências nos planos de manejo. Além disso, o uso desse conjunto de ferramentas permite identificar falhas existentes nos sistemas de controle ambiental, possibilitando os ajustes necessários à melhoria e fortalecimento de sua segurança, assim como ajuda a inibir a recorrência de inconsistências e a enfraquecer eventuais esquemas de fraude.
- **Facilitar acesso a dados sobre os planos de manejo.** O acesso rápido e pleno (respeitando os limites legais de privacidade) às informações dos planos de manejo, como dados vetoriais, registros de movimentação de créditos madeireiros, bem como às bases digitais dos planos, agilizará o trabalho de monitoramento e fiscalização por instituições independentes. Além disso, facilitará a identificação de autorizações com inconsistências, permitindo ações de intervenção mais eficientes pelos órgãos competentes.
- **Intensificar fiscalizações em Áreas Protegidas.** As informações sobre exploração madeireira em Áreas Protegidas paraenses encontradas neste estudo, como a identificação de áreas com maiores incidências da atividade, podem ser usadas pelos órgãos competentes para aperfeiçoar a gestão e controle dessas áreas, detendo a expansão da atividade madeireira ilegal.
- **Avaliar listas de espécies florestais dos projetos.** Incorporar no processo de licenciamento e monitoramento dos planos de manejo florestal adotado pelos órgãos competentes avaliações minuciosas das listas de espécies florestais contidas nos projetos. Isto possibilitaria identificar inconsistências no volume de espécies, evitando-se a liberação de créditos madeireiros fictícios no mercado.

## Referências Bibliográficas

Barlow, J.; Lennox, G.; Ferreira, J.; Berenguer, E.; Lees, A.; Mac Nally, R.; Thompson, J.; Ferraz, S.; Louzada, J.; Oliveira, V.; Parry, L.; Solar, R.; Vieira, I.; Aragão, L.; Begotti, R.; Braga, R.; Cardoso, T.; de Oliveira, R.; Souza, C.; Moura, N.; Nunes, S.; Siqueira, J.; Pardini, R.; Silveira, J.; Vez-de-Melo, F.; Veiga, R.; Venturieri, A.; Gardner, T. 2016. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. *Nature*, 535: 144-147.

Cardoso, D. & Souza Jr., C. 2017. Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira (Simex): Estado do Pará 2015-2016 (p. 31). Belém-PA: Imazon.

Cardoso, D.; Ribeiro, J.; Salomão, R.; Fonseca, A. & Souza Jr., C. 2017. Degradação Florestal no Estado do Pará (agosto de 2015 a julho de 2016). (p. 1). Belém-PA: Imazon.

Carvalho, J.; Carvalho, M.; Baima, A.; Miranda, I.; Soares, M. 2001. Informações Básicas Sobre Ecologia e Silvicultura de Cinco Espécies Arbóreas da Amazônia Brasileira- Embrapa Amazônia Oriental. Documentos. 101. (29 p.). Belém-PA.

Gorelick, N.; Hancher, M.; Dixon, M.; Ilyushchenko, S.; Thau, D.; Moore, R. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202: 18-27.

Monteiro, A.; Cardoso, D.; Conrado, D.; Veríssimo, A. & Souza Jr., C. 2009. Boletim Transparência Manejo Florestal do Estado do Pará (2007-2008) (p. 10). Belém-PA: Imazon.

Monteiro, A.; Cardoso, D.; Conrado, D.; Veríssimo, A. & Souza Jr., C. 2010. Boletim Transparência Manejo Florestal do Estado do Pará (2008-2009) (p. 16). Belém-PA: Imazon.

Monteiro, A.; Cardoso, D.; Conrado, D.; Veríssimo, A. & Souza Jr., C. 2011. Boletim Transparência Manejo Florestal do Estado do Pará (2009-2010) (p. 16). Belém-PA: Imazon.

Monteiro, A.; Cardoso, D.; Conrado, D.; Veríssimo, A., & Souza Jr., C. 2012. Boletim Transparência Manejo Florestal do Estado do Pará (2010-2011) (p. 15). Belém-PA: Imazon.

Monteiro, A.; Cardoso, D.; Conrado, D.; Veríssimo, A., & Souza Jr., C. 2013. Boletim Transparência Manejo Florestal do Estado do Pará (2011-2012) (p. 14). Belém-PA: Imazon.

Souza Jr., C.; Roberts, D.; Cochrane, M. 2005. Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires. *Remote Sensing of Environment*. 98: 329-343.



