

ANEXO 4

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA INTERVENÇÃO ANTRÓPICA NA FLORESTA NACIONAL DO JATUARANA E SUAS UNIDADES DE MANEJO

Concorrência nº [] – FLONA do Jatuarana

Sumário

1. INTRODUÇÃO	2
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	2
3. RESULTADOS	3
3.1. DESMATAMENTO	4
3.2. DEGRADAÇÃO FLORESTAL	7
3.3. EXPLORAÇÃO SELETIVA DE MADEIRA	8
3.4. QUADRO RESUMO	9
4. CONCLUSÃO	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Imagens utilizadas para análise multitemporal da exploração seletiva de madeira na Floresta Nacional de Jatuarana.....	3
Tabela 2 - Histórico de desmatamento na Flona do Jatuarana	4
Tabela 3 - Histórico de degradação florestal na Flona do Jatuarana.....	7
Tabela 4 - Histórico de alteração do solo identificado pelo DETEX na Flona do Jatuarana	8
Tabela 5 - Resumo do antropismo na Flona do Jatuarana.....	9
Tabela 6 - Resumo do antropismo nas UMFs para as zonas de manejo	10

Lista de Figuras

Figura 1 - Histórico de desmatamento na Flona do Jatuarana/AM.....	4
Figura 2 - Histórico de desmatamento na UMF I da Flona do Jatuarana.....	5
Figura 3 - Histórico de desmatamento na UMF II da Flona do Jatuarana	6
Figura 4 - Histórico de desmatamento na UMF III da Flona do Jatuarana	6
Figura 5 - Histórico de desmatamento na UMF IV da Flona do Jatuarana.....	7
Figura 6 - Histórico de degradação florestal na Flona do Jatuarana	8
Figura 7 - Histórico de exploração seletiva de madeira na Flona do Jatuarana	9
Figura 8 - Antropismo na Flona do Jatuarana	10

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional do Jatuarana é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável criada pelo Decreto Federal nº s/n, de 19 de setembro de 2002, localizada no município de Apuí, estado do Amazonas, com área de 570.186,82ha, de acordo com seu Plano de Manejo.

Para o edital de concessão florestal da Flona do Jatuarana foram definidas quatro UMF, sendo: UMF I (176.010,98ha); UMF II (194.580,33ha); UMF III (39.949,85ha); UMF IV (74.403,79ha).

Este anexo do edital de concessão florestal da Flona do Jatuarana apresenta uma análise da intervenção antrópica na área, com objetivo de identificar e mensurar as áreas com indícios de desmatamento, degradação florestal, exploração seletiva de madeira e outros antropismos.

A análise da intervenção antrópica nas áreas destinadas à concessão é realizada em Sistema de Informações Geográficas (SIG) a partir de estudos da dinâmica de uso e cobertura do solo, com o uso de imagens multitemporais de sensores orbitais, técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI).

Os resultados produzidos constituem um marco de referência quantitativo e qualitativo sobre a cobertura florestal e o grau de antropismo presente na Floresta Nacional (Flona) e nas UMF antes do início das atividades de exploração florestal.

O histórico de intervenção antrópica nas áreas licitadas constitui um instrumento estratégico para subsidiar as atividades do Serviço Florestal Brasileiro antes, durante e depois do processo de concessão florestal, além de fornecer subsídios aos proponentes da licitação para avaliação da área disponível no processo de concorrência.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A análise realizada considerou como intervenção antrópica alterações identificadas na cobertura florestal. Os tipos de alterações considerados foram desmatamento, degradação florestal e exploração seletiva de madeira. Para estimativa de desmatamento foram utilizados os dados do Projeto PRODES¹ e para estimar a degradação florestal dados do Sistema DEGRAD², ambos produzidos e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para identificação das áreas com indício de exploração seletiva de madeira, foi utilizada a metodologia DETEX (Sistema de Detecção da Exploração Seletiva), desenvolvida pelo SFB em parceria com o INPE. O DETEX é capaz de realçar alterações no dossel (copas) da floresta e aberturas de estradas, ramais e pátios de exploração a partir do processamento de imagens de satélite. Sobretudo, a região da Flona, que está próxima a linha do Equador, sofre ao longo do ano com forte frequência de cobertura de nuvens, normalmente associada à ação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Com isso, buscando imagens do acervo do satélite LANDSAT disponíveis ao longodos últimos 25 anos (1995 a 2021) foi possível realizar o processamento em 50 imagens, listadas abaixo, mesmo com expressivo quantitativo de cobertura de nuvens em algumas imagens. Cabe informar ainda que, mesmo nas imagens com pouca cobertura de nuvens, existe um grau de dificuldade na interpretação do uso e cobertura do solo, porque como a região ainda é considerada bem conservada, muitos pontos de alteração da cobertura florestal não são detectados previamente para servirem de indicativo de exploração.

Para o mapeamento multitemporal das áreas com indício de exploração seletiva de madeira, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) utilizou imagens de satélite ópticas, de média resolução espacial. Estas imagens (Tabela 1) foram obtidas diretamente da plataforma *Google Earth Engine*

¹ Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônia por Satélite (<http://www.obt.inpe.br/prodes/>).

² Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira DEGRAD (<http://www.obt.inpe.br/degrad/>)

que possui um grande catálogo imagens de satélite e conjuntos de dados geoespaciais com recursos de análise em escala planetária e disponibiliza de forma gratuita. As análises das imagens para detecção foram realizadas em ordem cronológica.

Tabela 1 - Imagens utilizadas para análise multitemporal da exploração seletiva de madeira na Floresta Nacional de Jatuarana.

Satélite	Sensor	Órbita/Ponto	Data
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	18/06/1995
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	23/08/1996
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	09/07/1997
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	14/09/1998
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	15/07/1999
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	17/07/2000
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	04/07/2001
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	26/07/2003
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	26/06/2004
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	13/06/2005
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	18/07/2006
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	19/06/2007
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	07/07/2008
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	24/06/2009
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	27/06/2010
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	01/08/2011
Landsat 5	TM	230/065 e 229/065	06/08/2013
Landsat 8	OLI	230/065 e 229/065	08/07/2014
Landsat 8	OLI	230/065 e 229/065	12/08/2015
Landsat 8	OLI	230/065 e 229/065	27/06/2016
Landsat 8	OLI	230/065 e 229/065	16/07/2017
Landsat 8	OLI	230/065 e 229/065	17/06/2018
Landsat 8	OLI	230/065 e 229/065	22/07/2019
Landsat 8	OLI	230/065 e 229/065	15/07/2020
Landsat 8	OLI	230/065 e 229/065	11/07/2021

Para o processamento digital de imagens de satélite foi aplicado o Modelo Linear de Mistura Espectral (Shimabukuro & Smith, 1991) e o Índice Normalizado de Diferença de Fração-NDFI na plataforma code.earthengine com um código JavaScript desenvolvido pelo SFB. Amostras de interesse (*Endmembers*) foram determinadas pela definição dos pixels puros de vegetação, solo, sombra, vegetação não fotossintética (NPV) ativa e nuvens selecionados diretamente na imagem. Após gerar as cinco imagens fração (solo, vegetação, NPV, sombra e nuvem) foi efetuada a razão entre as frações de solo e vegetação para obtenção da imagem DETEX e a aplicação das razões entre as frações solo, vegetação, NPV e sombra para obtenção da imagem NDFI.

Foi criado, também na plataforma code.earthengine, um código que permitiu vetorização automatizada dos possíveis indícios de exploração seletiva de madeira. Uma análise visual dos vetores gerados, juntamente com a imagem DETEX e NDFI, a supervisão em imagem Landsat foi feita com o objetivo de identificar as áreas com indícios de exploração seletiva de madeira.

O Modelo Linear de Mistura Espectral e o NDFI também identificaram outros antropismos não mapeados pelas categorias anteriores (PRODES, DEGRAD). Por esse motivo, outros antropismos também são englobados no trato das informações do DETEX.

3. RESULTADOS

3.1. DESMATAMENTO

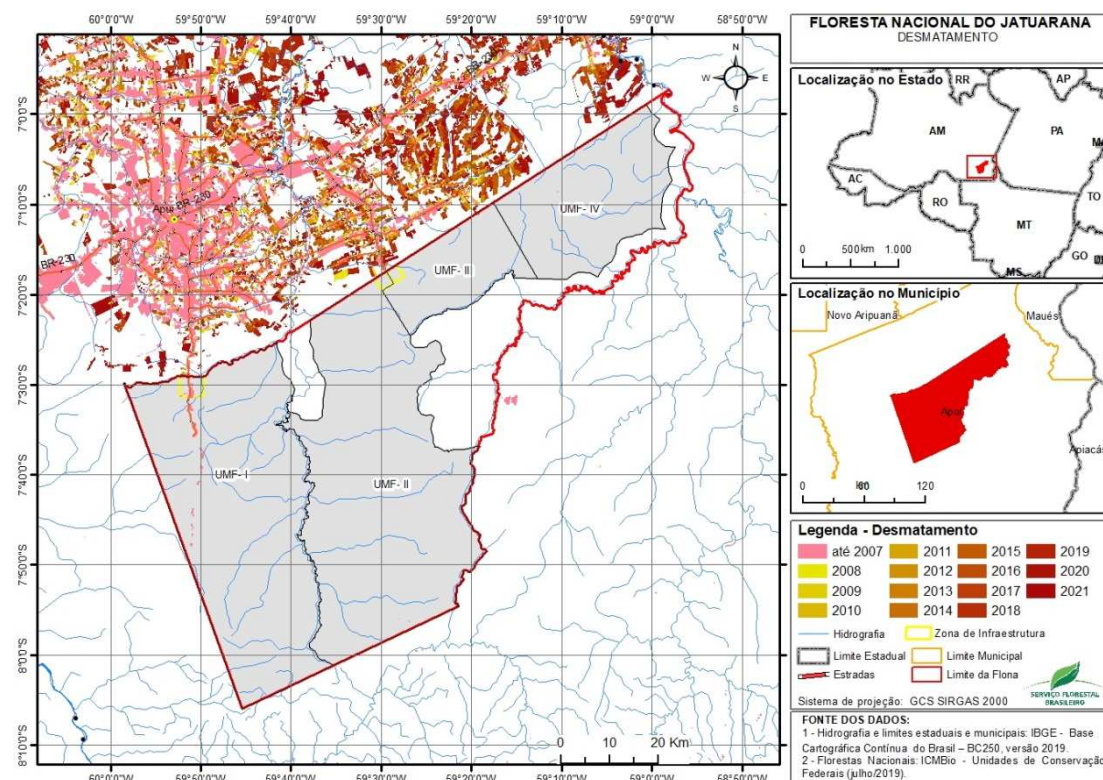
De acordo com os dados do Projeto PRODES foram **desmatados na Flona do Jatuarana um total de 1.1361,17 hectares** de floresta (0,24% da sua área total). A maior parte, 1.236,59 hectares entre os anos de 2004 a 2007, como pode ser observado na Tabela 2 e Figuras 1.

Tabela 2 - Histórico de desmatamento na Flona do Jatuarana

Ano	UMF							Fora das UMF	Total na Flona (ha)
	I		II		III		IV		
	Zona de manejo	Zona de Infraestrutura	Zona de manejo	Zona de Infraestrutura	Zona de manejo	Zona de Infraestrutura	IV		
1997	-	-	-	-	-	-	-	78,56	78,56
2001	-	-	-	-	-	-	11,31	3,89	15,20
2003	-	-	10,94	-	-	-	-	-	10,94
2004	65,93	22,82	-	0,84	-	1,63	-	76,09	167,32
2005	614,12	269,56	-	-	-	-	-	0,00	883,68
2006	168,01	7,70	-	-	-	-	-	0,00	175,70
2007	9,89	-	-	-	-	-	-	-	9,89
2009	-	1,13	-	-	-	-	-	0,00	1,13
2019	-	-	-	-	-	-	-	4,55	4,55
2020	-	-	-	-	6,81	-	-	0,00	6,81
2021	0,01	3,13	-	-	3,30	-	-	0,95	7,38
Total	857,95	304,34	10,94	0,84	10,11	1,63	11,31	164,04	1.361,17

Fonte: PRODES/INPE

Figura 1 - Histórico de desmatamento na Flona do Jatuarana/AM.



Considerando os limites das UMFs temos o seguintes cenários de desmatamento:

- **UMF I** até o ano de 2021 totalizou 857,95 ha de desmatamento (0,49%) na zona de manejo florestal mais 304,34 ha de desmatamento (0,17%) dentro da zona de Infraestrutura.
- **UMF II** até o ano de 2021 totalizou 10,94 ha de desmatamento (0,01%) e 0,84 ha na zona de infraestrutura
- **UMF III** até o ano de 2021 totalizou 10,11 ha de desmatamento (0,03%) e 1,63 ha na zona de infraestrutura.
- **UMF IV** até o ano de 2021 totalizou 11,31 ha de desmatamento (0,02%).

Figura 2 - Histórico de desmatamento na UMF I da Flona do Jatuarana

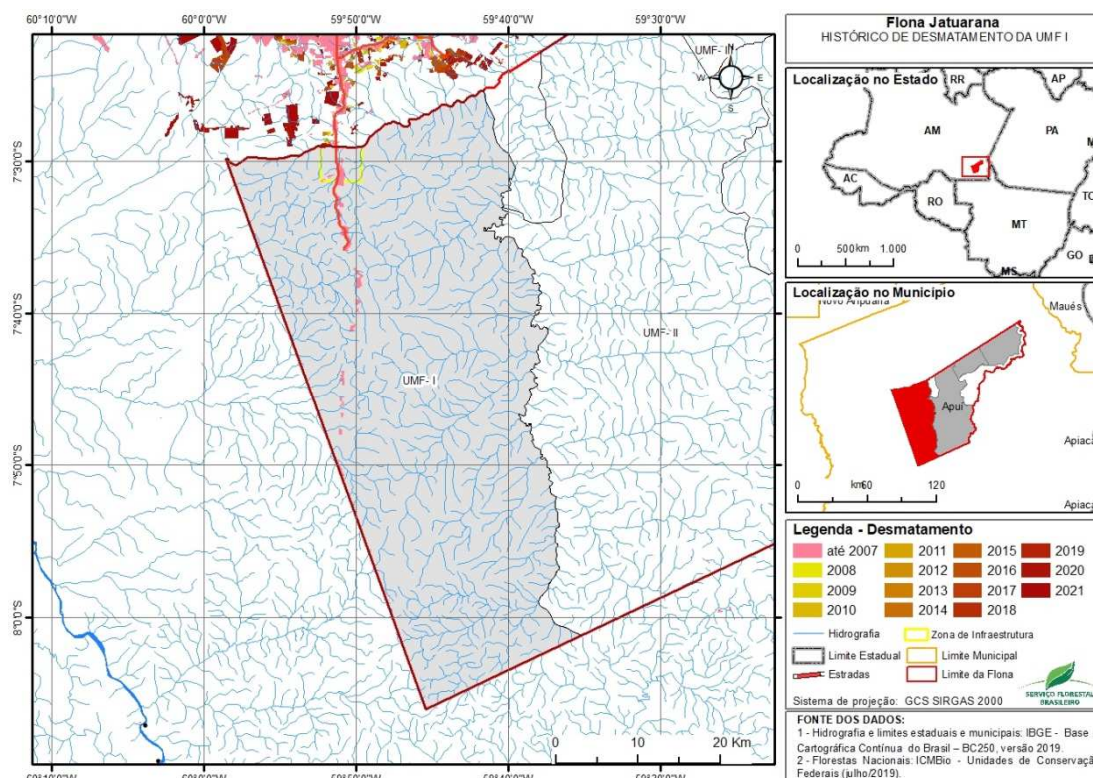


Figura 3 - Histórico de desmatamento na UMF II da Flona do Jaturarana

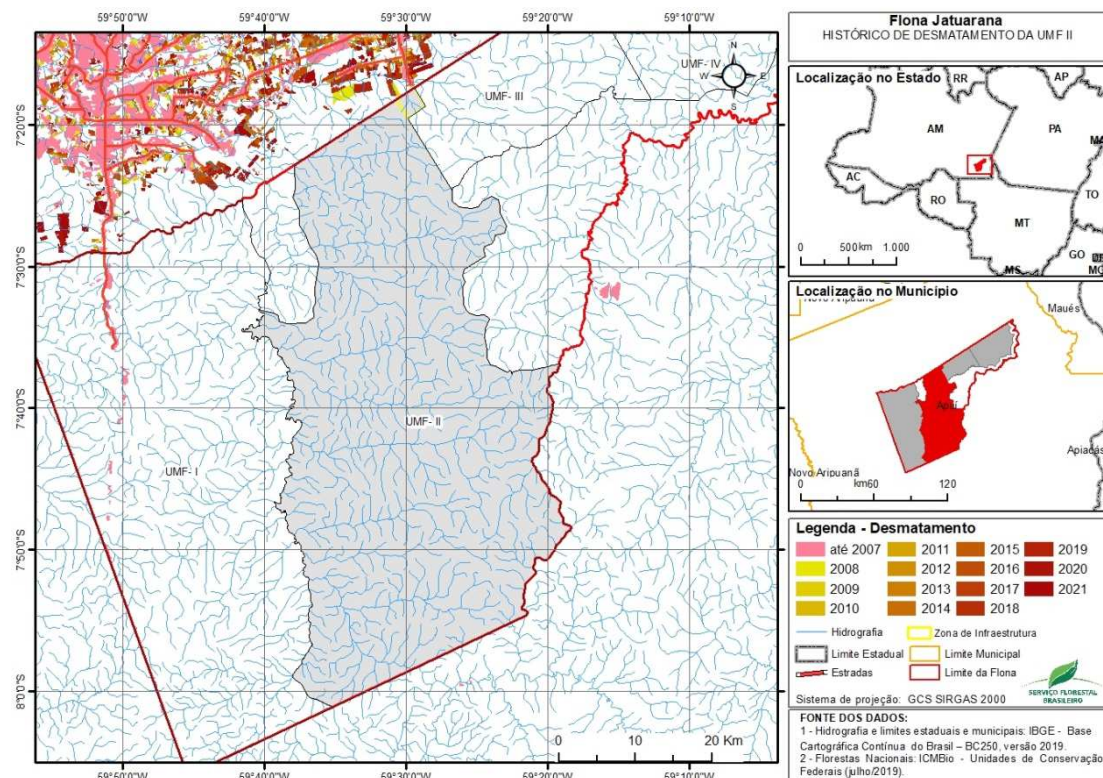


Figura 4 - Histórico de desmatamento na UMF III da Flona do Jaturarana

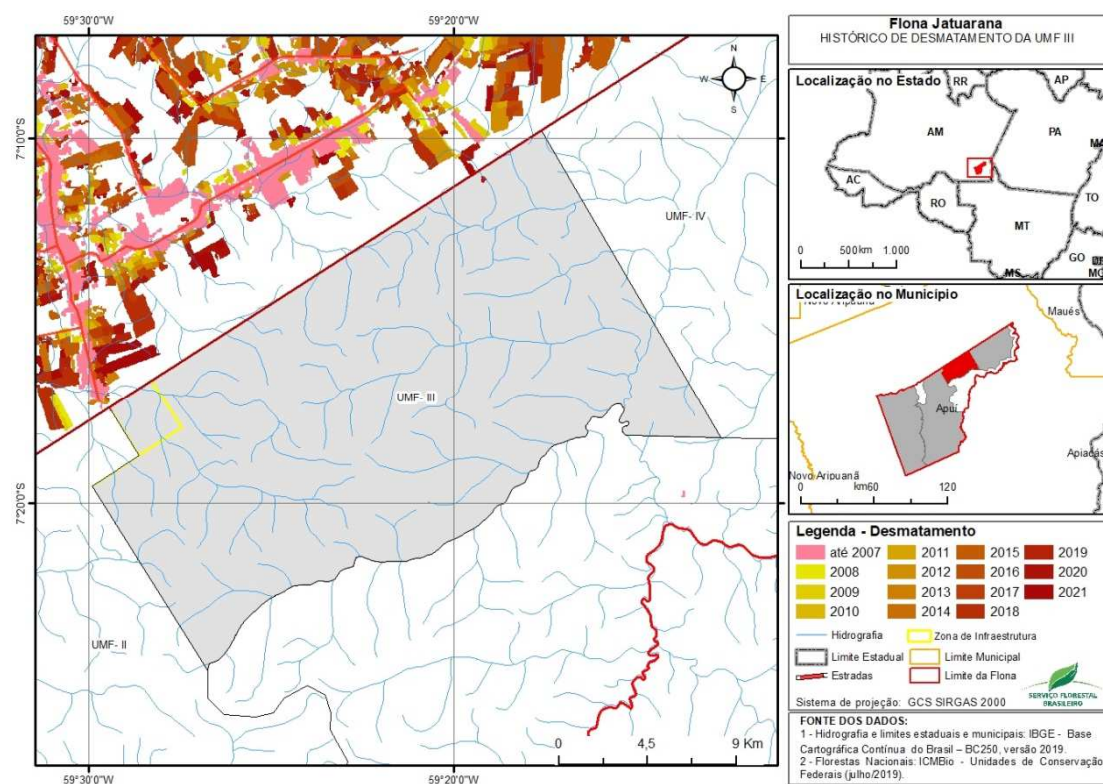
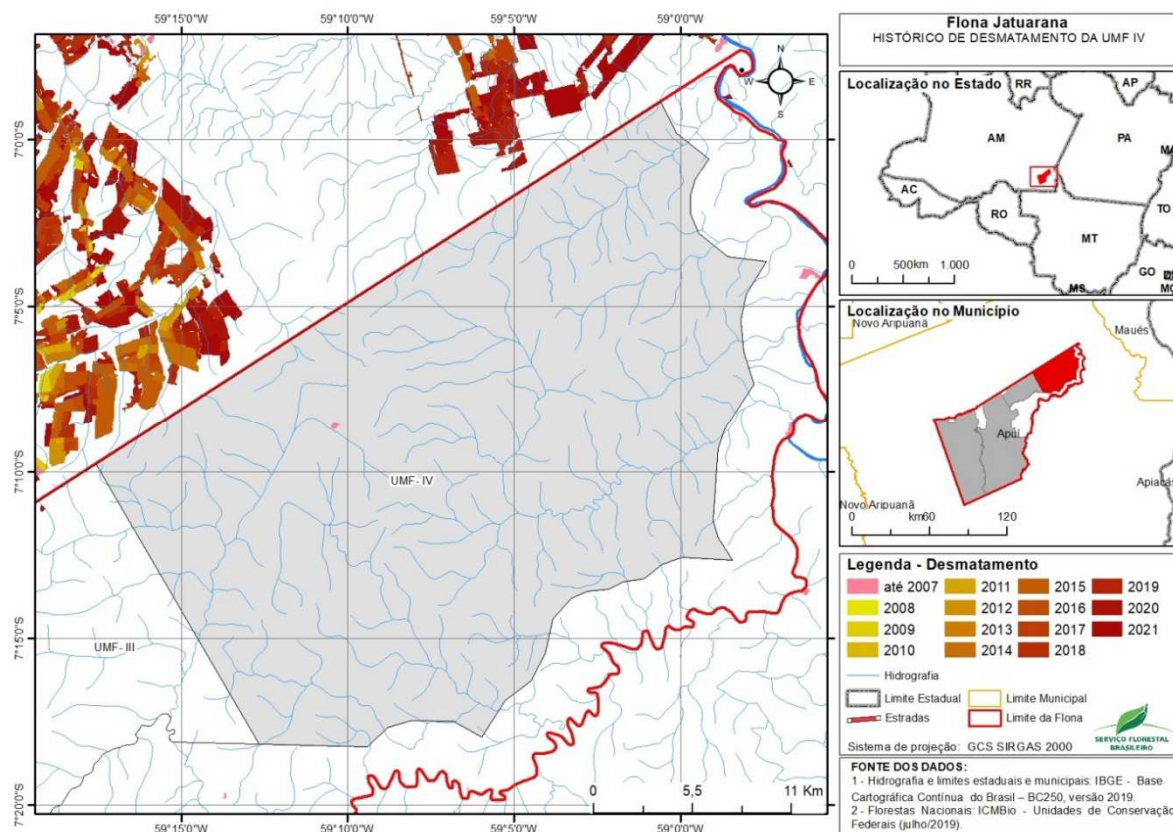


Figura 5 - Histórico de desmatamento na UMF IV da Flona do Jatuarana



3.2. DEGRADAÇÃO FLORESTAL

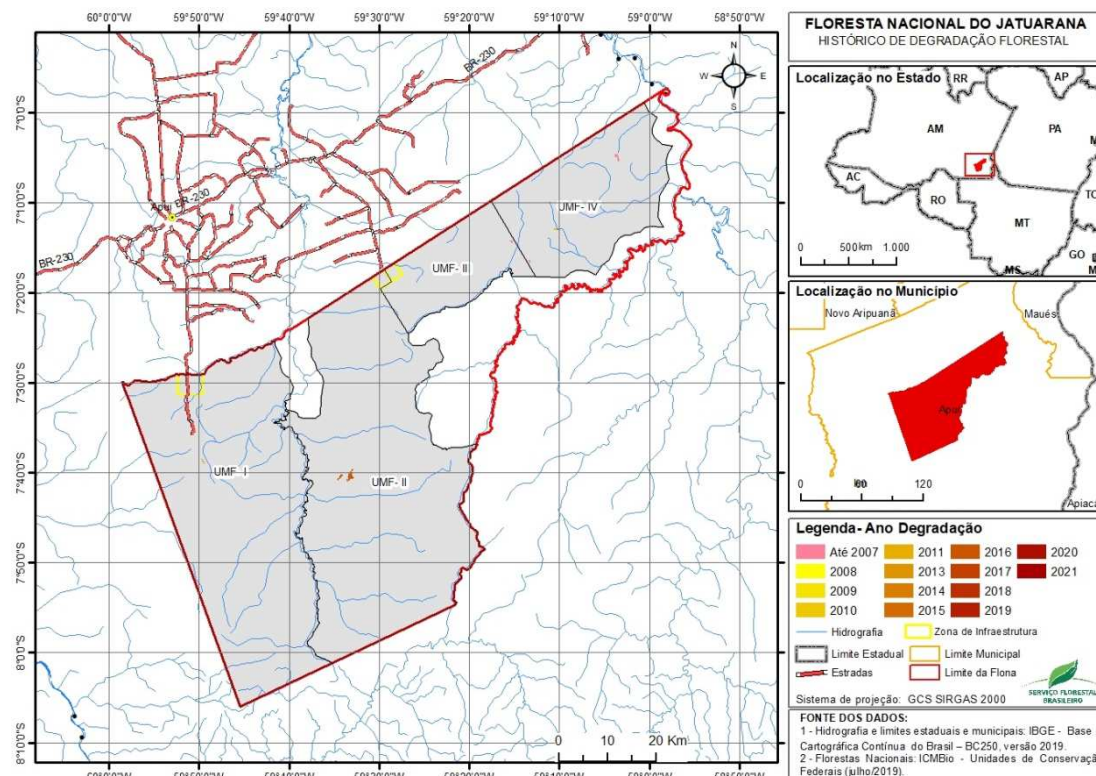
Os dados do Sistema DEGRAD para os anos de 2007 a 2021 totalizaram **377,20 hectares de degradação florestal** no interior da Flona do Jatuarana (Tabela 3, Figura 8). Degradação esta ocorrida principalmente na UMF II e IV no interior da floresta sem nenhum indícios de estradas ou ramais de acesso ao local.

Tabela 3 - Histórico de degradação florestal na Flona do Jatuarana

Ano	UMF						Fora das UMF	Total na Flona (ha)	
	I		II		III				IV
	Zona de manejo	Zona de Infraestrutura	Zona de manejo	Zona de Infraestrutura	Zona de manejo	Zona de Infraestrutura			IV
2007	-	-	-	-	0,01	-	18,43	-	18,44
2011	-	-	-	-	-	-	26,01	-	26,01
2012	-	-	-	-	26,76	-	62,97	-	89,73
2013	27,00	-	-	-	-	-	-	-	27,00
2015	-	-	-	-	0,88	-	-	-	0,88
2016	-	-	212,64	-	-	-	-	-	212,64
2020	-	-	-	-	0,06	-	-	0,16	0,22
2021	-	2,03	-	-	0,26	-	-	-	2,29
Total	27,00	2,03	212,64	-	27,96	-	107,42	0,16	377,21

Fonte: INPE

Figura 6 - Histórico de degradação florestal na Flona do Jatuarana



3.3. EXPLORAÇÃO SELETIVA DE MADEIRA

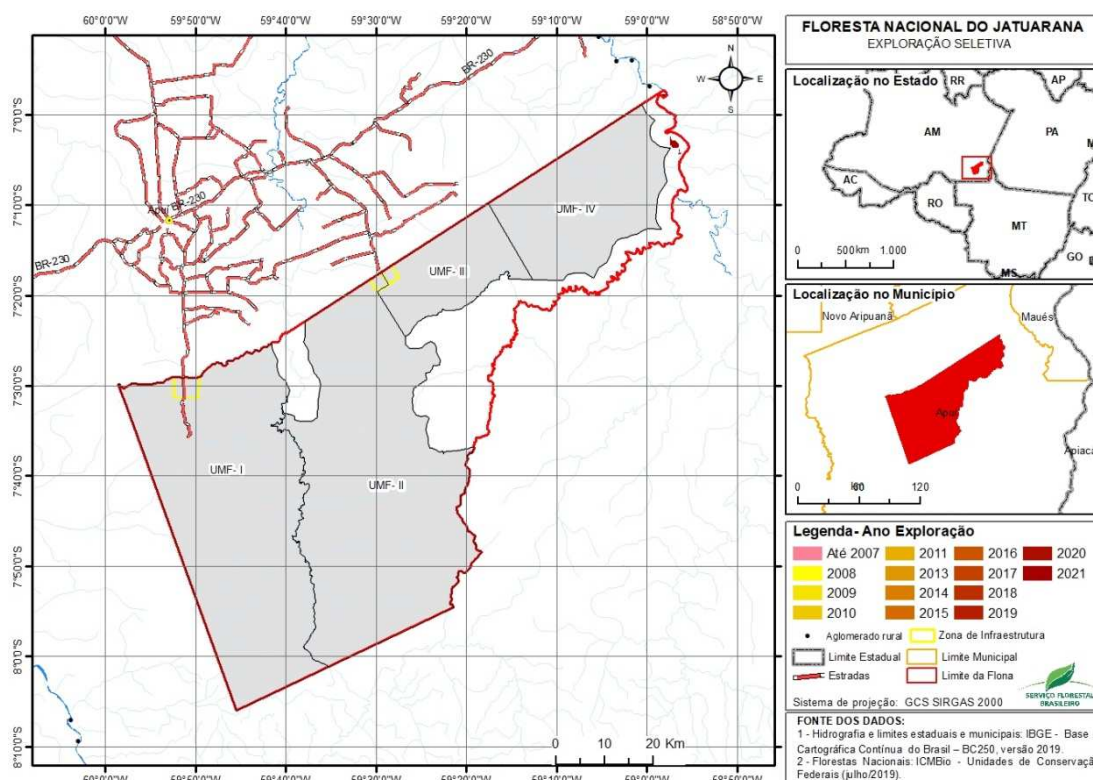
Com a análise das imagens de satélite interpretadas pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) foi identificada nenhuma área de exploração seletiva na Zona de manejo florestal empresarial, 9,28 ha na Zona de Infraestrutura e uma área de 263,04 ha fora das UMF's com indicativos de **exploração seletiva de madeira** e outros usos antrópicos no interior da Flona do Jatuarana, porém não foram identificadas áreas com maior relevância na alteração da cobertura florestal, dentro das UMF, que não tinham sido detectadas pelo PRODES ou DEGRAD. Na Tabela 4 é possível observar o quantitativo anual de área.

Tabela 4 - Histórico de alteração do solo identificado pelo DETEX na Flona do Jatuarana

Ano	UMF						Fora das UMF	Total na Flona (ha)	
	I		II		III				IV
	Zona de manejo	Zona de Infraestrutura	Zona de manejo	Zona de Infraestrutura	Zona de manejo	Zona de Infraestrutura			IV
1999	-	2,71	-	-	-	-	-	2,71	
2000	-	0,97	-	-	-	-	-	0,97	
2001	-	-	-	-	-	-	-	0,5	
2009	-	-	-	0,5	-	-	-	5,01	
2010	-	-	-	5,01	-	-	-	0,09	
2017	-	-	-	0,09	-	-	-	0,97	
2019	-	-	-	-	-	-	-	8,02	
2021	-	-	-	-	-	-	-	255,02	

Total - **3,68** - **5,6** - - **263,04** **273,29**

Figura 7 - Histórico de exploração seletiva de madeira na Flona do Jatuarana



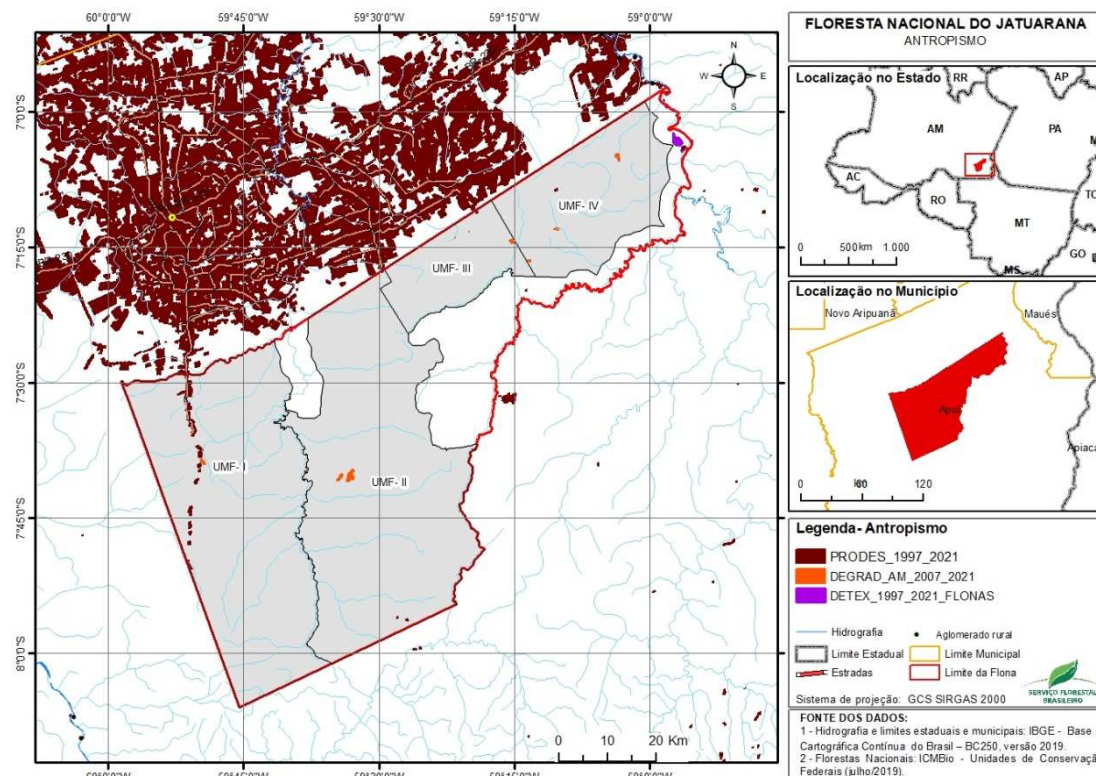
3.4. QUADRO RESUMO

Considerando os antropismos associados a desmatamento, degradação florestal e exploração seletiva de madeira e outras ações antrópicas não detectados pelo PRODES ou DEGRAD, tem-se o seguinte quadro situacional para a Flona do Jatuarana (Tabela 5) e para as UMFs (Tabela 6).

Tabela 5 - Resumo do antropismo na Flona do Jatuarana

Antropismos	Área (ha)	% da Flona
Desmatamento	1.361,17	0,24%
Degradação florestal	377,21	0,07%
Exploração seletiva de madeira e outros antropismos	273,29	0,05%
Total	2.011,67	0,34%

Figura 8 - Antropismo na Flona do Jatuarana



Considerando que a o somatório de UMF's da Flona Jatuarana possui 484.944,95 hectares, nota-se que apenas 1.265,34 hectares da zona de manejo florestal empresarial e 306,82 hectares da Zona de Infraestrutura possuem algum sinal de antropismo, **o que significa que 99,74% da área total destinada as concessões florestais encontram-se bem preservadas**

Tabela 6 - Resumo do antropismo nas UMFs para as zonas de manejo

UMF	PRODES	DEGRAD	DETEX	Área total de antropismo	% Área com antropismo	Área sem antropismo	% Área sem antropismo
I	857,95 ZM + 304,34 ZI	27,00 ZM + 2,03 ZI	3,68 ZI	1.195,00	0,68%	174.815,98	99,32%
II	10,94 ZM + 304,34 ZI	212,64	5,6 ZI	224,42	0,12%	194.355,91	99,88%
III	10,11 ZM + 304,34 ZI	27,96	-	39,70	0,10%	39.910,15	99,90%
IV	11,31	107,42	-	118,73	0,16%	74.285,06	99,84%

*ZM = Zona de Manejo Florestal ZI = Zona de Infraestrutura

Na UMF I, que possui 176.010,98 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **174.815,98 hectares de floresta sem indícios de antropismo (99,32% da área da UMF I)**. Na UMF II, que possui 194.580,33 ha de área total ao excluir a zona de Infraestrutura, restam, portanto, um quantitativo de **194.355,91 hectares de floresta sem indícios de antropismo (99,88% da área da UMF II)**. Na UMF III, que possui 39.949,85 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **39.910,15 hectares de floresta sem indícios de antropismo (99,90% da área da UMF III)**. Na UMF IV, que possui 74.403,79 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **74.285,06 hectares de floresta sem indícios de antropismo (99,87% da área da UMF IV)**.

4. CONCLUSÃO

Foram identificadas intervenções antrópicas de baixo impacto no interior da Floresta Nacional (Flona) de Jatuarana. Foi registrada a redução de apenas 1.935,10 ha (0,34% da área da Flona) da cobertura florestal decorrente de corte raso, degradação ou exploração seletiva. Já nas UMFs (I, II, III e IV) essa redução de cobertura florestal foi de 884,95 ha, 223,58 ha, 38,07 ha e 96,11 ha respectivamente para as zona de manejo florestal empresarial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. **Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira – DEGRAD**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/degrad/>. Acesso em Maio/2022.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. **Projeto PRODES - Monitoramento do desmatamento das formações florestais na Amazônia Legal**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/>. Acesso em Maio/2022.

Shimabukuro, Y.E. & Smith, J.A. The least squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.29, p. 16-20, 1991.

Souza Jr, Carlos M. et al. Ten-year Landsat classification of deforestation and forest degradation in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing**, v. 5, n. 11, p. 5493-5513, 2013.

Souza Jr, C. M., Roberts, D. A., & Cochrane, M. A. (2005). Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires. **Remote Sensing of Environment**, 98(2-3), 329-343