

ANEXO 4

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA INTERVENÇÃO ANTRÓPICA NA FLORESTA NACIONAL DE PAU ROSA E SUAS UNIDADES DE MANEJO

Concorrência nº [] – FLONA de Pau Rosa

Sumário

1. INTRODUÇÃO	2
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	2
3. RESULTADOS	4
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 do Pau Rosa.....	3
Tabela 2 - Histórico de desmatamento na Flona de Pau Rosa/AM.....	4
Tabela 3 - Histórico de degradação florestal na Flona de Pau Rosa	7
Tabela 4 - Histórico de alteração do solo identificado pelo DETEX na Flona de Pau Rosa	8
Tabela 5 - Resumo do antropismo na Flona de Pau Rosa.....	9
Tabela 6 - Resumo do antropismo nas UMFs	10

Lista de Figuras

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

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional de Pau-Rosa é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável criada pelo Decreto Federal s/n de 07 de agosto de 2001, localizada no município de Maués, estado do Amazonas, com área de 984.996,09ha, de acordo com seu Plano de Manejo.

Para o edital de concessão florestal da Flona de Pau-Rosa foram definidas três Unidades de Manejo Florestal: UMF I com área de 39806,69 ha; UMF II com área de 90.710,56 ha; e UMF III com área de 119.188,63 ha.

Este anexo do edital de concessão florestal da Flona de Pau-Rosa 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 Florestal), 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 longo dos últimos 25 anos (1995 a 2018) foi possível realizar o processamento somente em 50 imagens, listadas abaixo, por conta do excesso de cobertura de nuvens nas demais. E ainda assim nessas utilizadas ainda havia muitas nuvens, gerando grande dificuldade na interpretação do uso e cobertura do solo, até porque como a região ainda é considerada bem conservada, não havia muitos pontos de alteração da cobertura florestal detectados previamente para servirem como ponto comparativo.

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

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/>)

espacial. Estas imagens (Tabela 1) foram obtidas diretamente da plataforma Google Earth Engine 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 do Pau Rosa.

Satélite	Sensor	Órbita/Ponto	Data
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	05/08/1995
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	06/07/1996
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	07/06/1997
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	10/06/1998
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	15/07/1999
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	02/08/2000
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	06/09/2001
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	26/07/2003
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	28/07/2004
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	13/06/2005
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	18/07/2006
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	13/08/2007
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	23/07/2008
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	11/08/2009
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	27/06/2010
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	29/05/2011
Landsat 5	TM	229/063 e 229/064	06/08/2013
Landsat 8	OLI	229/063 e 229/064	08/07/2014
Landsat 8	OLI	229/063 e 229/064	12/08/2015
Landsat 8	OLI	229/063 e 229/064	29/07/2016
Landsat 8	OLI	229/063 e 229/064	16/07/2017
Landsat 8	OLI	229/063 e 229/064	19/07/2018
Landsat 8	OLI	229/063 e 229/064	22/07/2019
Landsat 8	OLI	229/063 e 229/064	22/06/2020
Landsat 8	OLI	229/063 e 229/064	12/08/2021

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

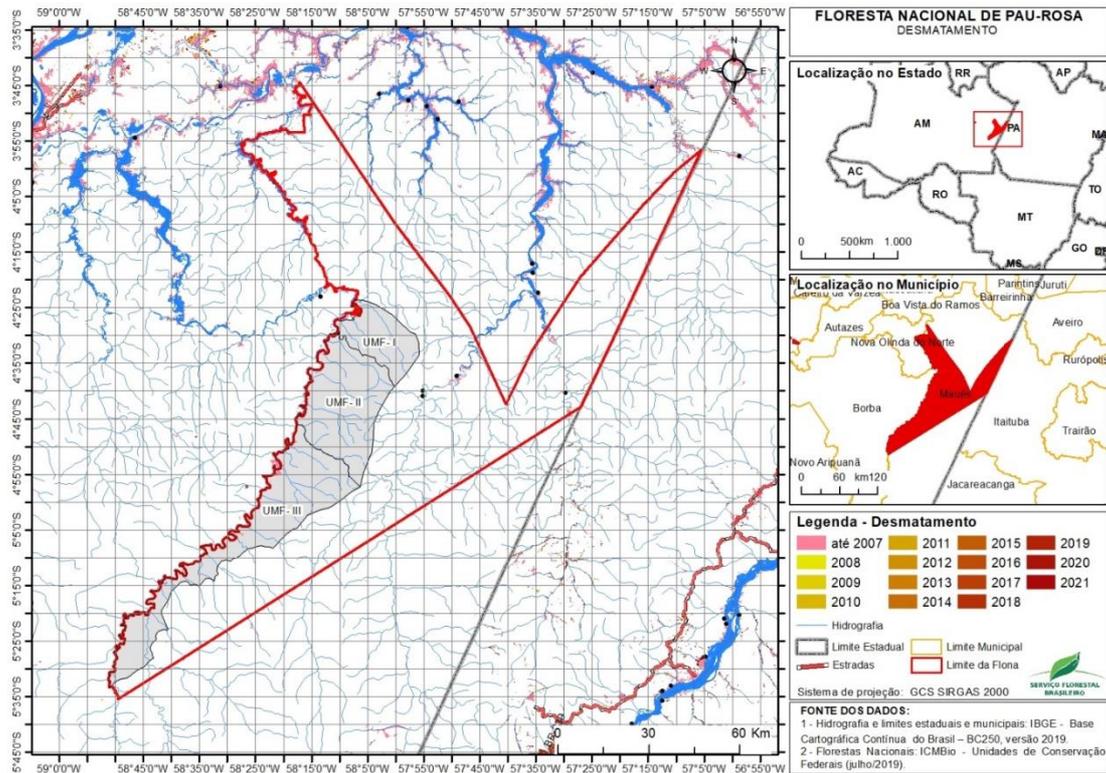
De acordo com os dados do Projeto PRODES foram **desmatados na Flona de Pau Rosa um total de 3.912,38 hectares** de floresta (0,40% da sua área total). A maior parte, 2.838,42 hectares, até o ano de 1997, e 706,07 hectares, entre 2000 e 2002, como pode ser observado na Tabela 2 e Figuras 1 e 2.

Tabela 2 - Histórico de desmatamento na Flona de Pau Rosa/AM.

Ano	UMF			Fora das UMFs	Total na Flona (ha)
	I	II	III		
1997	70,29	153,90	303,26	2.306,23	2.833,69
2000	-	-	230,75	299,34	530,09
2001	-	-	-	21,47	21,47
2002	-	1,78	7,81	144,92	154,51
2003	-	-	7,45	65,27	72,72
2004	-	-	-	39,49	39,49
2005	-	-	-	30,01	30,01
2006	-	-	-	11,63	11,63
2007	-	-	-	14,91	14,91
2008	-	-	-	58,37	58,37
2009	-	-	-	18,38	18,38
2010	-	-	-	56,92	56,92
2011	-	-	-	27,44	27,44
2013	-	-	-	4,27	4,27
2014	-	-	-	6,62	6,62
2017	-	-	-	12,74	12,74
2019	-	-	-	6,66	6,66
2021	-	-	-	7,73	7,73
Total	70,29	155,68	549,27	3.132,40	3.907,65

Fonte: PRODES/INPE

Figura 1 - Histórico de desmatamento na Flona de Pau Rosa



Considerando os limites da UMF I, o desmatamento até o ano de 2021 totalizou 70,29 hectares de desmatamento (0,18% da sua área). Considerando os limites da UMF II, o desmatamento até o ano de 2021 totalizou 155,68 hectares de desmatamento (0,17 % da sua área). Considerando os limites da UMF III, o desmatamento até o ano de 2021 totalizou 549,27 hectares de desmatamento (0,46 % da sua área).

Figura 2 - Histórico de desmatamento na UMF I da Flona de Pau Rosa

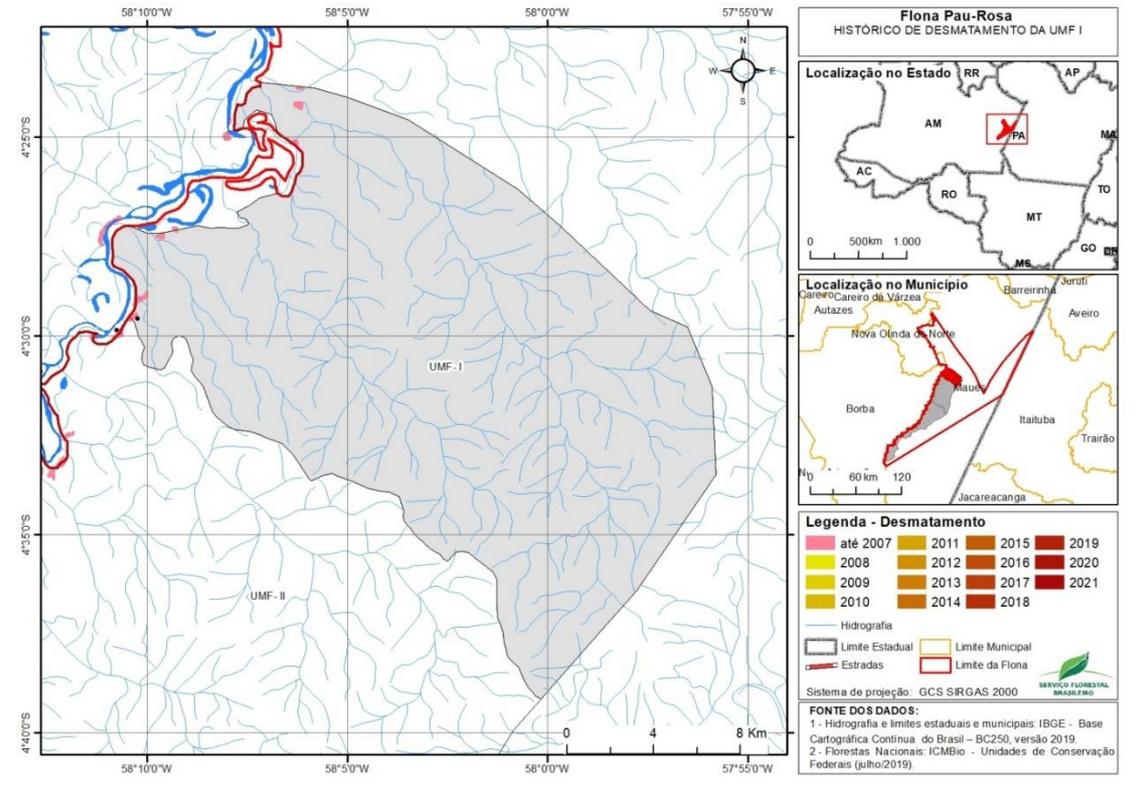


Figura 3 - Histórico de desmatamento na UMF II da Flona de Pau Rosa

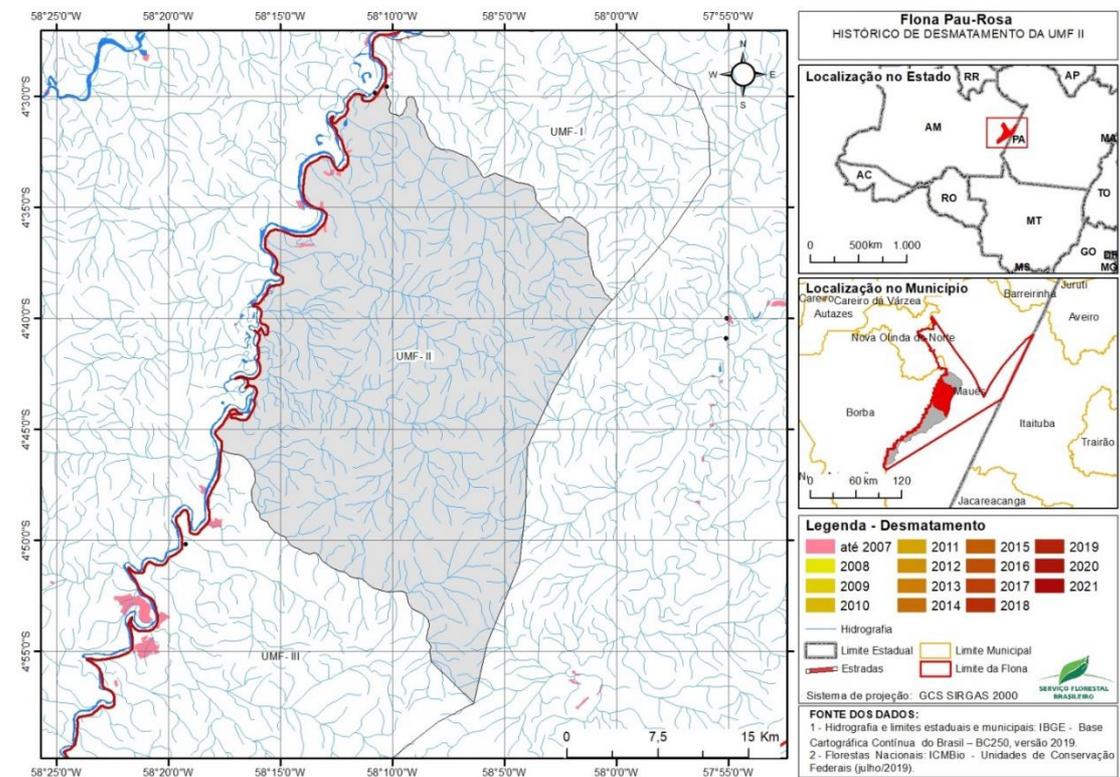
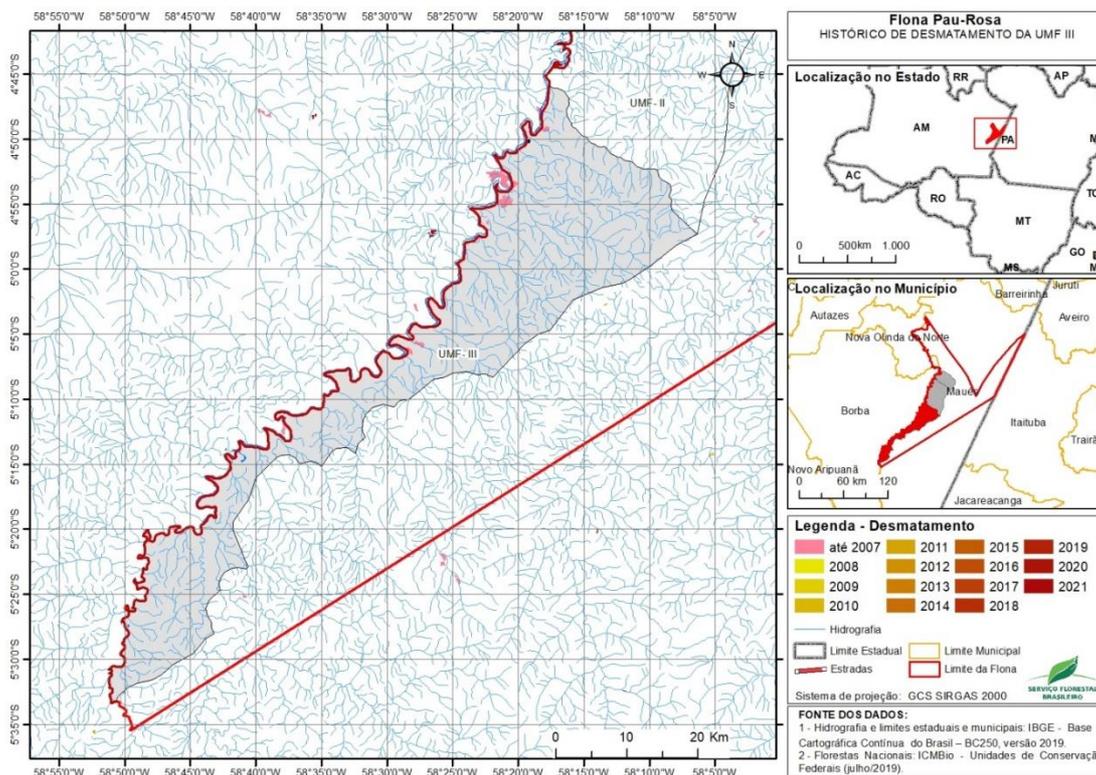


Figura 4 - Histórico de desmatamento na UMF III da Flona de Pau Rosa



3.2. DEGRADAÇÃO FLORESTAL

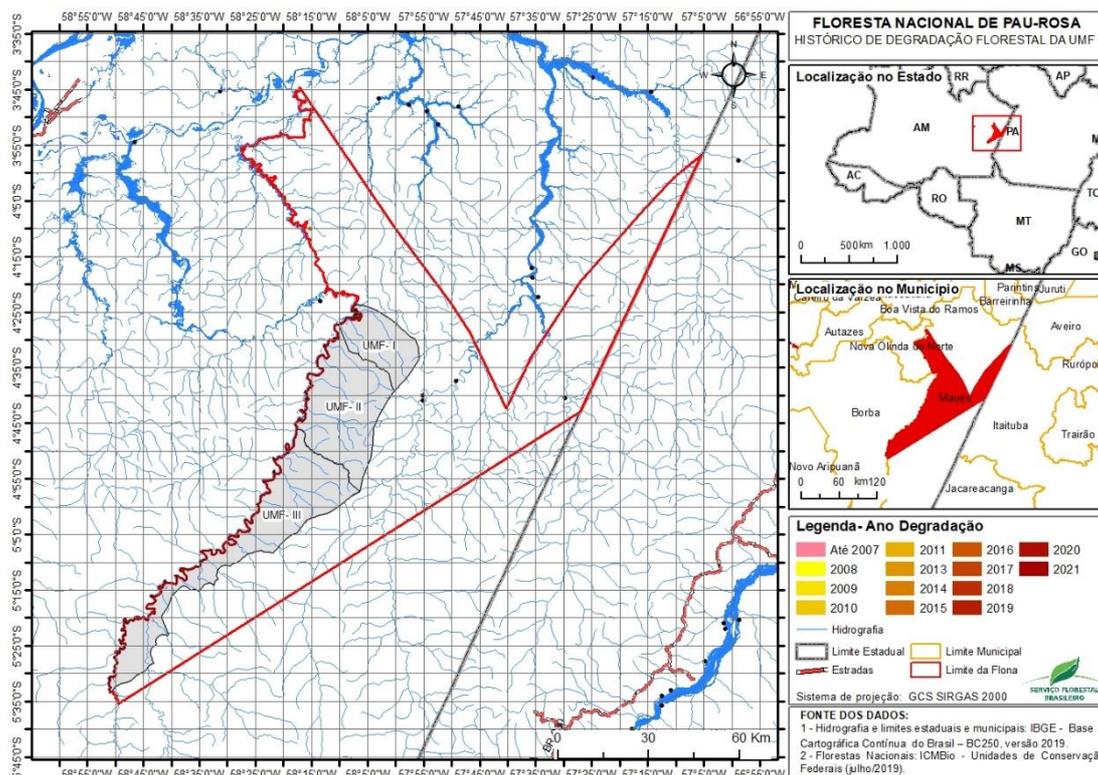
Os dados do Sistema DEGRAD para os anos de 2007 a 2021 totalizaram **444,33 hectares de degradação florestal** no interior da Flona de Pau Rosa (Tabela 3, Figura 5). Degradação esta ocorrida em sua maioria entre os anos de 2009 e 2016, fora dos limites das UMFs I e II. Na UMF III os dados de degradação florestal indicam para o ano de 2012, 46,78 ha de degradação florestal.

Tabela 3 - Histórico de degradação florestal na Flona de Pau Rosa

Ano	UMF			Fora das UMFs	Total na Flona (ha)
	I	II	III		
2009	-	-	-	5,18	5,18
2011	-	-	-	28,80	28,80
2012	-	-	46,78	192,11	238,89
2016	-	-	-	171,46	171,46
Total	-	-	46,78	397,55	444,33

Fonte: INPE

Figura 5 - Histórico de degradação florestal na Flona de Pau Rosa



3.3. EXPLORAÇÃO SELETIVA DE MADEIRA

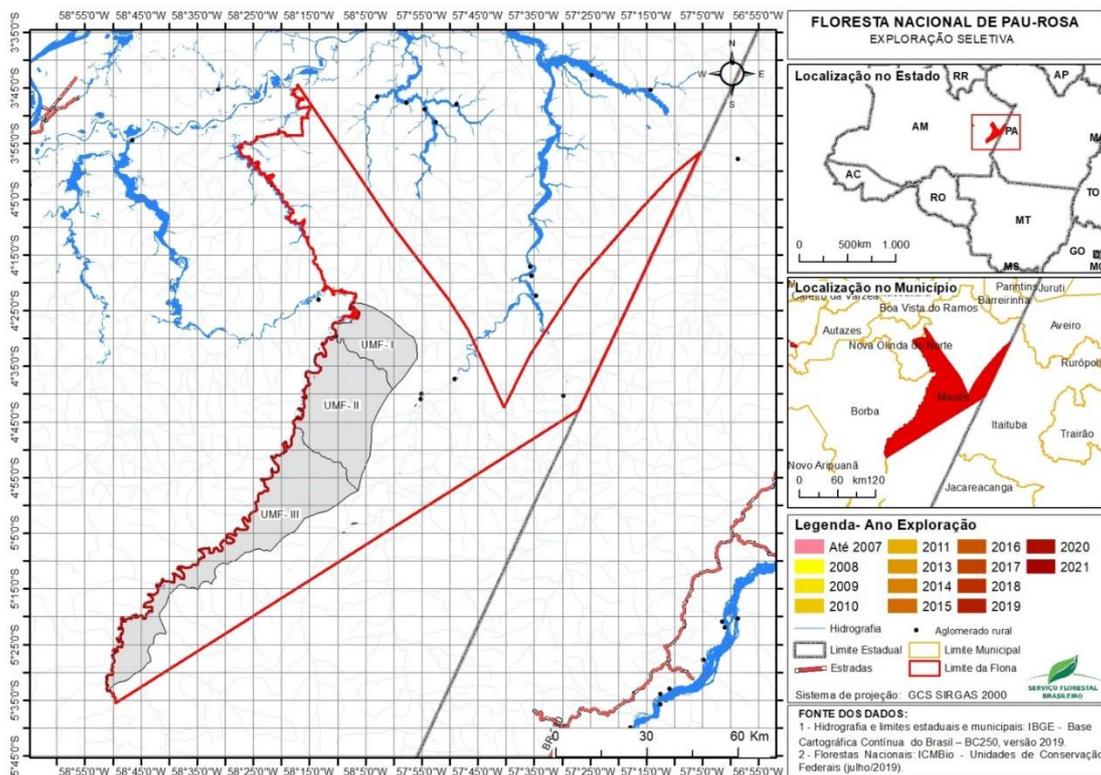
Com a análise das imagens de satélite interpretadas pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) foi identificada uma área de 1.371,87 hectares com indicativos de exploração seletiva de madeira e outros usos antrópicos no interior da Flona de Pau Rosa, porém não foram identificadas áreas com relevância na 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 de Pau Rosa

Ano	UMF			Fora das UMFs	Total na Flona (ha)
	I	II	III		
1995	-	-	10,15	64,73	74,88
1996	-	-	0,43	42,48	42,91
1997	-	-	1,88	28,21	30,09
1999	-	0,48	0,04	230,25	230,77
2000	-	-	-	30,75	30,75
2003	-	-	0,51	45,42	45,93
2004	-	-	0,27	100,24	100,51
2005	-	-	0,01	60,92	60,93
2006	-	-	0,28	28,73	29,02
2007	-	-	0,44	-	0,44
2008	-	0,28	0,01	83,88	84,18
2009	-	-	0,45	-	0,45
2010	-	-	0,67	82,50	83,17
2011	-	-	-	45,24	45,24
2013	-	-	0,27	93,48	93,75
2014	-	-	2,27	20,21	22,47
2015	-	0,25	4,41	40,64	45,29

Ano	UMF			Fora das UMFs	Total na Flona (ha)
	I	II	III		
2016	-	26,74	1,01	33,41	61,16
2017	-	-	0,53	8,65	9,18
2018	-	-	0,00	2,65	2,66
2020	-	-	0,04	18,87	18,91
2021	-	1,03	0,01	258,13	259,18
Total	-	28,78	23,69	1.319,40	1.371,87

Figura 6 - Histórico de exploração seletiva de madeira na Flona de Pau Rosa



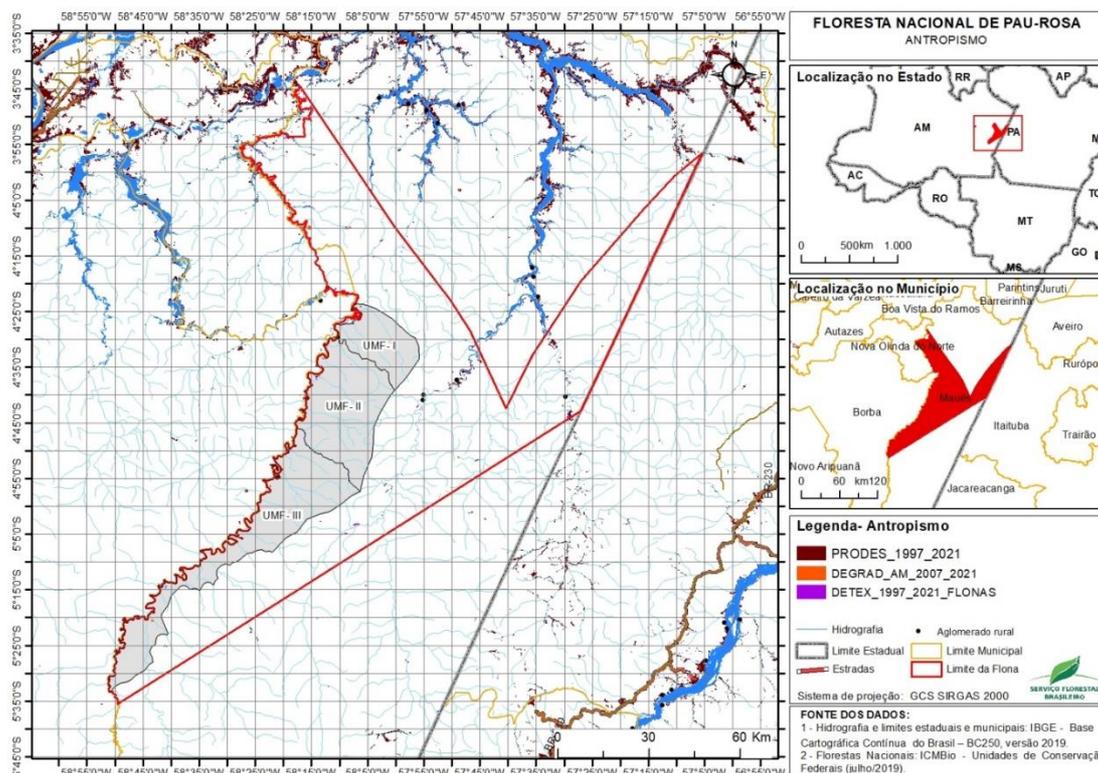
3.4. QUADRO RESUMO

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 de Pau Rosa (Tabela 5) e para as UMFs (Tabela 6).

Tabela 5 - Resumo do antropismo na Flona de Pau Rosa

Antropismos	Área (ha)	% da Flona
Desmatamento	3.907,65	0,40%
Degradação florestal	444,33	0,05%
Exploração seletiva de madeira e outros antropismos	1.371,87	0,14%
Total	5.723,85	0,58%

Figura 7 - Antropismo na Flona de Pau Rosa



Considerando que a o somatório de UMF's da Flona Pau Rosa possui 249.705,88 hectares, nota-se que apenas 874,49 hectares possuem algum sinal de antropismo, **o que significa que 99,70% da área total destinada as concessões florestais encontram-se bem preservadas.**

Tabela 6 - Resumo do antropismo nas UMFs

UMF	PRODES	DEGRAD	DETEX	Área total de antropismo	% Área com antropismo	Área sem antropismo	% Área sem antropismo
I	70,29	0	0	70,29	0,18%	39.736,40	99,82%
II	155,68	0	28,78	184,46	0,20%	90.526,10	99,80%
III	549,27	46,78	23,69	619,74	0,52%	118.568,89	99,48%

Na UMF I, que possui 39.806,69 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **39.806,69 hectares de floresta sem indícios de antropismo** (99,82% da área da UMF I). Na UMF II, que possui 90.710,56 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **90.526,10 hectares de floresta sem indícios de antropismo** (99,80% da área da UMF II). Na UMF III, que possui 119.188,63 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **118.568,89 hectares de floresta sem indícios de antropismo** (99,48% da área da UMF III).

4. CONCLUSÃO

Foram identificadas intervenções antrópicas de baixo impacto no interior da Floresta Nacional (Flona) de Pau Rosa. Foi registrada a redução de 5.728,58ha (0,59% da área da Flona) da cobertura florestal decorrente de corte raso, degradação ou exploração seletiva. Já na UMF (I, II e III) essa redução de cobertura florestal foi de 70,29 ha, 184,46 ha e 619,74 ha respectivamente.

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