

## ANEXO 4

### ANÁLISE MULTITEMPORAL DA INTERVENÇÃO ANTRÓPICA NA FLORESTA NACIONAL DE BALATA-TUFARI E SUAS UNIDADES DE MANEJO FLORESTAL

#### Concorrência nº 02/2026 – FLONA de Balata-Tufari

#### Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	2
3. RESULTADOS.....	3
4. CONCLUSÕES.....	9
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	10

#### Lista de Tabelas

Tabela 1 - Imagens de satélite utilizadas para análise de antropismo na Flona de Balata-Tufari.....	3
Tabela 2 - Tabela resumo do antropismo identificado na Flona de Balata-Tufari.....	4
Tabela 3 - Antropismo - Histórico de desmatamento na Flona de Balata-Tufari. ....	7
Tabela 4 - Antropismo - Histórico de degradação florestal na Flona de Balata-Tufari. ....	8
Tabela 5 - Antropismo - Histórico de corte seletivo e queda de árvores na Flona de Balata-Tufari. ....	9

#### Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa do antropismo identificado em toda a Flona de Balata-Tufari.....	4
Figura 2 - Mapa do antropismo identificado na UM I da Flona de Balata-Tufari .....	5
Figura 3 - Mapa do antropismo identificado na UM II da Flona de Balata-Tufari .....	6
Figura 4 - Mapa do antropismo identificado na UM III da Flona de Balata-Tufari. ....	6

## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional (Flona) de Balata-Tufari é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável criada pelo Decreto Federal s/n de 08 de maio de 2008, localizada no município de Canutama, estado do Amazonas entre o interflúvio Purus-Madeira (BR-319), com área de 1.079.434 hectares, de acordo com seu Plano de Manejo.

Para o edital de concessão florestal da Flona de Balata-Tufari foram definidas três Unidades de Manejo Florestal (UMFs), as quais têm a seguinte área: a) UMF I = 83.910 hectares, b) UMF II = 53.910 hectares, e c) UMF III = 129.075 hectares.

Este anexo do edital de concessão florestal apresenta uma análise da intervenção antrópica na Flona de Balata-Tufari e nas áreas propostas para concessão (UMFs), com objetivo de identificar e mensurar as áreas com indícios de desmatamento, degradação florestal, exploração seletiva de madeira e outros antropismo.

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 multi-temporais 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 Flona e nas UMFs 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 (SFB) 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 PRODES<sup>1</sup> e para estimar a degradação florestal dados do Sistema DEGRAD<sup>2</sup>, 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 2021) foi possível realizar o processamento em 50 imagens, listadas abaixo.

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

---

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

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

Tabela 1 - Imagens de satélite utilizadas para análise de antropismo na Flona de Balata-Tufari.

Satélite	Sensor	Órbita/Ponto	Data
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	19/03/1995
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	25/06/1996
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	28/06/1997
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	01/07/1998
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	18/06/1999
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	04/06/2000
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	10/08/2001
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	02/02/2002
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	15/07/2003
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	15/06/2004
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	04/07/2005
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	21/06/2006
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	27/08/2007
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	07/04/2008
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	31/07/2009
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	02/07/2010
Landsat 5	TM	232/65 e 233/65	05/07/2011
Landsat 8	OLI	232/65 e 233/65	27/08/2013
Landsat 8	OLI	232/65 e 233/65	30/08/2014
Landsat 8	OLI	232/65 e 233/65	01/08/2015
Landsat 8	OLI	232/65 e 233/65	02/07/2016
Landsat 8	OLI	232/65 e 233/65	21/07/2017
Landsat 8	OLI	232/65 e 233/65	24/07/2018
Landsat 8	OLI	232/65 e 233/65	29/07/2020
Landsat 8	OLI	232/65 e 233/65	08/08/2021

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 a 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 tipos de antropismo não mapeados pelas categorias anteriores (PRODES, DEGRAD). Por esse motivo, outros tipos de antropismo também são englobados no trato das informações do DETEX.

### 3. RESULTADOS

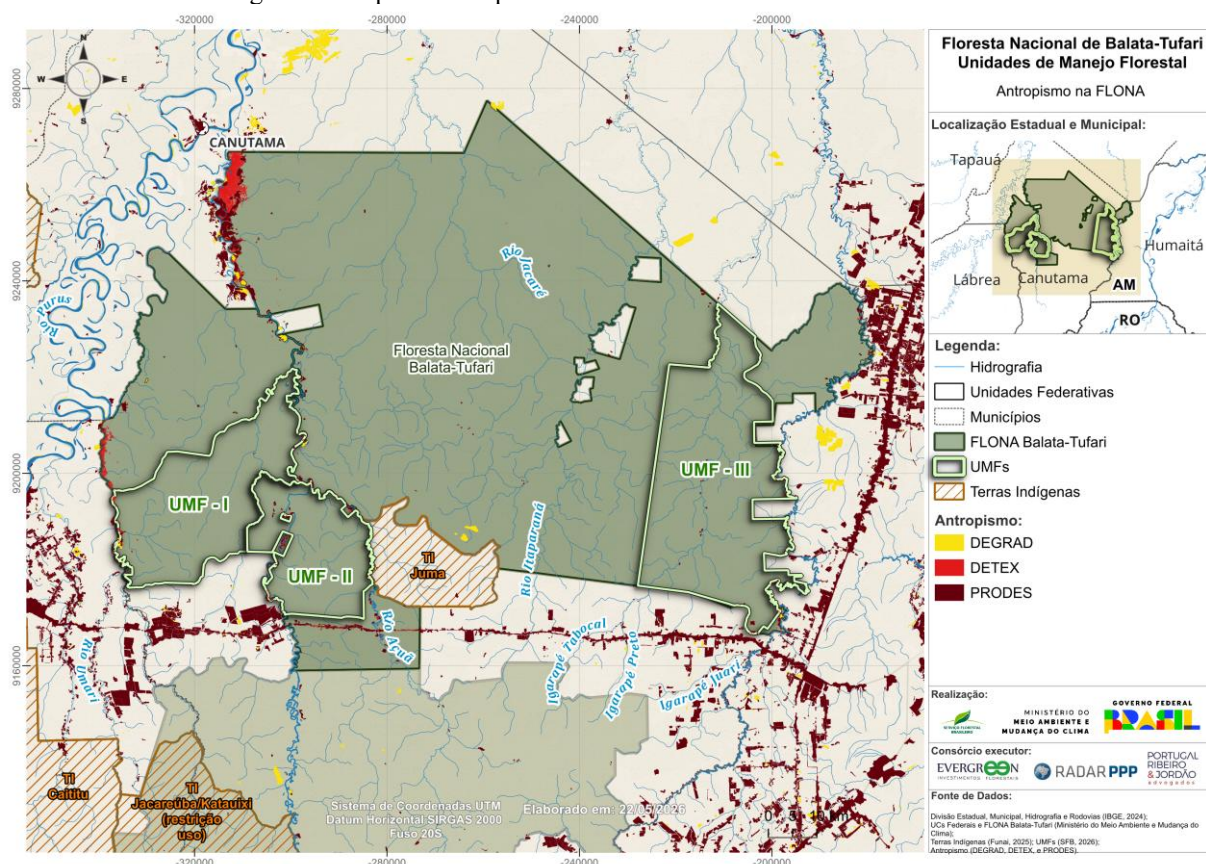
O resultado agregado da análise dos três tipos de antropismo associados: a) desmatamento, b) degradação florestal e c) exploração seletiva de madeira são apresentados na Tabela 1 e Figura 1.

Nas Figuras 2, 3 e 4 são apresentadas as visualizações do antropismo dentro das três UMFs propostas para concessão. E nas Tabelas 3, 4 e 5 são apresentadas as análises temporais específicas por tipo de programa ótico e tipo de antropismo: a) PRODES – Desmatamento, b) DETEX – Corte seletivo e queda de árvores, e c) DEGRAD – Degradação.

Tabela 2 - Tabela resumo do antropismo identificado na Flona de Balata-Tufari.

Programa	Tipo de Antropismo	Unidades de Manejo Florestal			Outras áreas (ha)	Total na Flona (ha)
		UMF I (ha)	UMF II (ha)	UMF III (ha)		
PRODES	Desmatamento	194,11	183,48	172,38	4.738,76	5.288,73
DETEX	Corte seletivo / queda	164,97	21,54	53,26	5.810,22	6.049,99
DEGRAD	Degradação	93,07	-	0,22	1.147,95	1.338,65
Total		452,15	205,02	225,86	11.696,93	12.677,36
		0,54%	0,38	0,17%	1,08%	1,17%
Área Total		83.910	53.910	129.075	266.895.782	1.079.434

Figura 1 - Mapa do antropismo identificado em toda a Flona de Balata-Tufari.



O processamento de imagens de satélite indica que **todo antropismo** ocorrido na Floresta Nacional de Balata-Tufari até o ano de 2021 foi de 12.580 hectares, o que representa 1,17% de toda área da Flona, de 1.079.434 hectares. Assim, 98,8% da área total da Flona não apresenta antropismo.

Em específico às Unidades de Manejo Florestal:

- UMF I apresenta 452 hectares antropizados, o que representa 0,54% de toda área da UMF de 83.910 hectares. Assim, 99,46% a área total da UMF não apresenta antropismo.
- UMF II apresenta 205 hectares antropizados, o que representa 0,38% de toda área da UMF de 53.910 hectares. Assim, 99,62% a área total da UMF não apresenta antropismo.
- UMF III apresenta 226 hectares antropizados, o que representa 0,17% de toda área da UMF de 129.075 hectares. Assim, 99,83% a área total da UMF não apresenta antropismo.

- Estes resultados apontam que toda a degradação dentro das UMFs soma 883,03 hectares o que representa 0,08% de toda a Flona de 1.079.434 hectares. Assim, 99,92% da área antropizada dentro da Flona se encontra nas áreas que não são destinadas à concessão florestal.

Figura 2 - Mapa do antropismo identificado na UMF I da Flona de Balata-Tufari

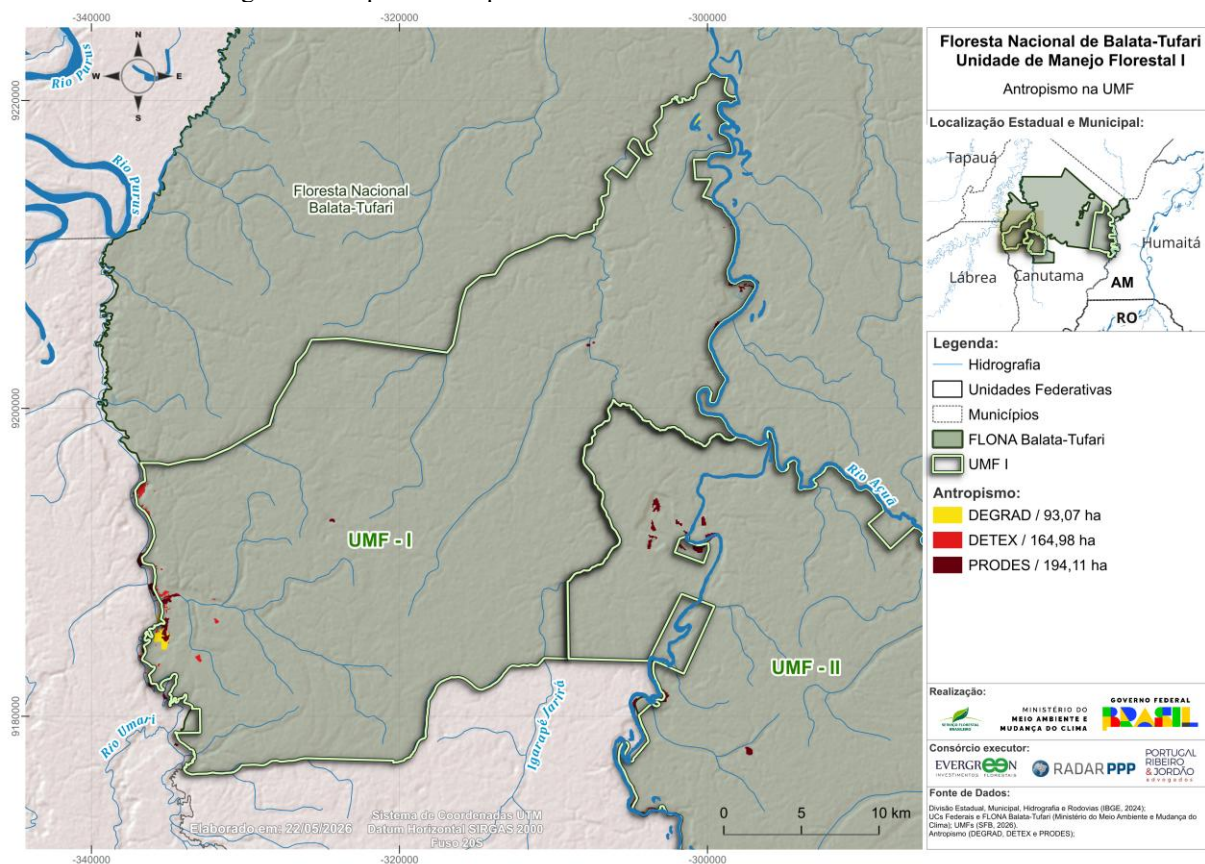


Figura 3 - Mapa do antropismo identificado na UMF II da Flona de Balata-Tufari

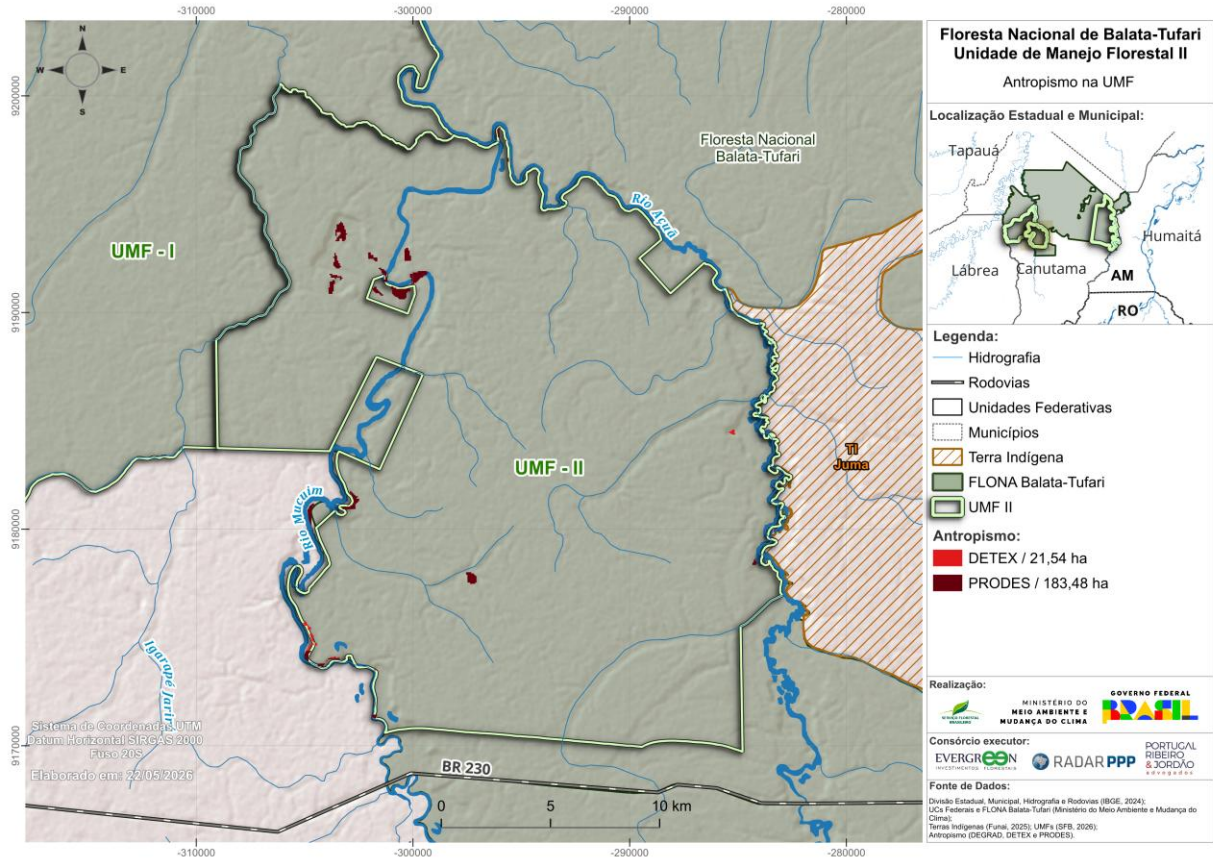


Figura 4 - Mapa do antropismo identificado na UMF III da Flona de Balata-Tufari.

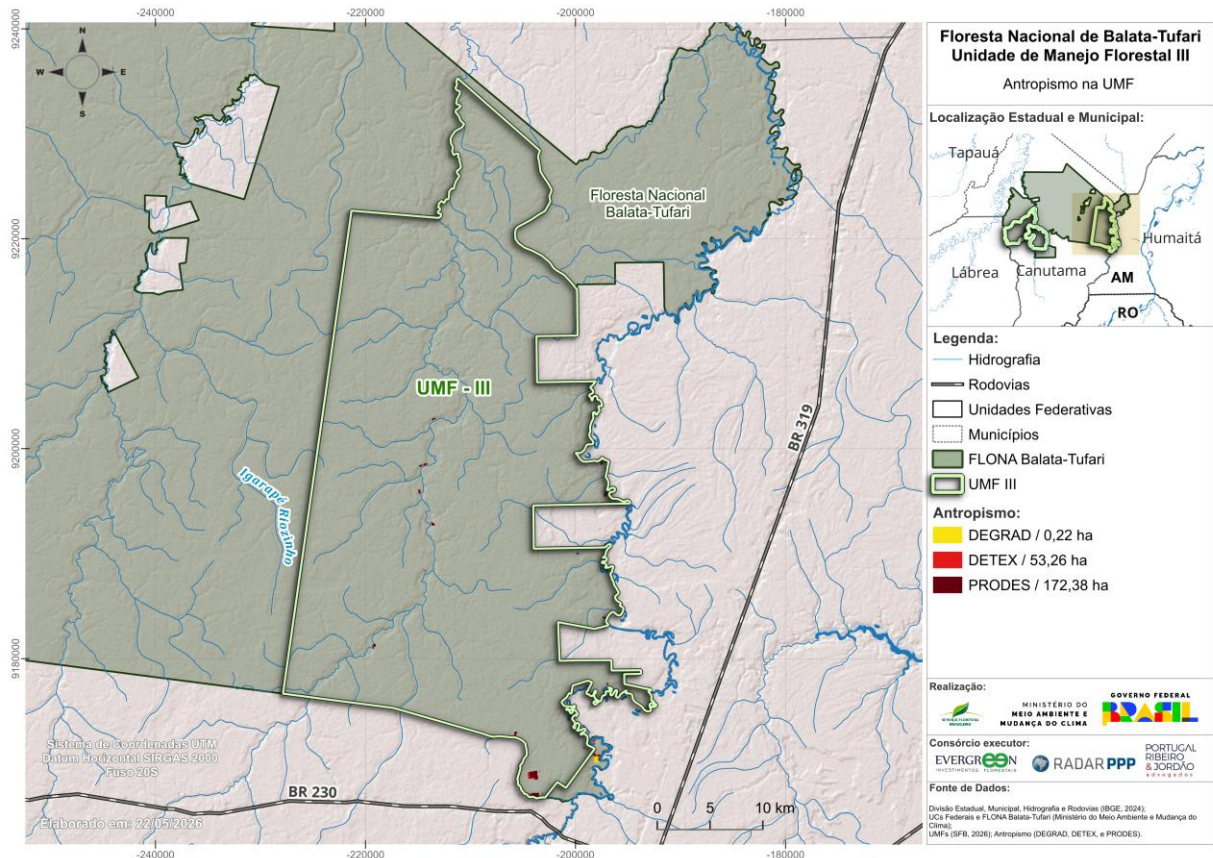


Tabela 3 - Antropismo - Histórico de desmatamento na Flona de Balata-Tufari.

Programa PRODES	Unidades de Manejo Florestal			Outras áreas	Total na Flona
	UMF I	UMF II	UMF III		
1995	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-
1997	86,64	118,94	69,35	1.969,77	<b>2.244,70</b>
1998	0,00	0,00	0,00	-	-
1999	0,00	0,00	0,00	-	-
2000	0,00	0,00	8,25	141,66	<b>149,91</b>
2001	0,00	0,00	1,89	36,80	<b>38,69</b>
2002	3,89	0,00	4,24	52,50	<b>60,47</b>
2003	39,32	64,53	0,00	2.316,77	<b>2.420,62</b>
2004	0,00	0,00	0,00	51,04	<b>51,04</b>
2005	0,00	0,00	44,49	57,59	<b>102,08</b>
2006	0,00	0,00	36,01	-	<b>36,01</b>
2007	0,00	0,00	0,00	46,21	<b>46,21</b>
2008	0,00	0,00	0,00	32,51	<b>32,51</b>
2009	0,00	0,00	0,00	108,92	<b>108,92</b>
2010	0,00	0,00	0,00	45,88	<b>45,88</b>
2011	0,00	0,00	0,00	52,51	<b>52,51</b>
2012	0,00	0,00	0,00	20,96	<b>20,96</b>
2013	0,00	0,00	0,00	15,30	<b>15,30</b>
2014	0,00	0,00	0,00	82,25	<b>82,25</b>
2015	0,00	0,00	0,00	6,81	<b>6,81</b>
2016	0,00	0,00	0,00	35,46	<b>35,46</b>
2017	0,00	0,00	8,32	43,76	<b>52,08</b>
2018	0,00	0,00	0,00	37,21	<b>37,21</b>
2019	0,00	0,00	0,00	39,90	<b>39,90</b>
2020	3,34	0,00	0,00	47,05	<b>50,39</b>
2021	60,92	0,00	0,00	75,89	<b>136,81</b>
<b>Total de degradação</b>	<b>194,11</b>	<b>183,47</b>	<b>172,39</b>	<b>4.738,76</b>	<b>5.288,73</b>
	<b>0,23%</b>	<b>0,34%</b>	<b>0,13%</b>	<b>0,44%</b>	<b>0,49%</b>
<b>Área Total</b>	<b>83.910</b>	<b>53.910</b>	<b>129.075</b>	<b>266.895</b>	<b>1.079.434</b>

Tabela 4 - Antropismo - Histórico de degradação florestal na Flona de Balata-Tufari.

Programa DEGRAD	Unidades de Manejo Florestal			Outras áreas	Total na Flona
	UMF I	UMF II	UMF II		
1995	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-
2007	0,00	0,00	0,00	21,74	21,74
2008	0,00	0,00	0,00	43,44	43,44
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	16,71	16,71
2011	0,00	0,00	0,22	154,40	154,40
2012	0,00	0,00	0,00	395,18	395,18
2013	0,00	0,00	0,00	88,76	88,76
2014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2015	5,63	0,00	0,00	167,80	173,43
2016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	52,56	0,00	0,00	173,44	226,00
2021	34,88	0,00	0,00	184,11	218,99
<b>Total de degradação</b>	<b>93,07</b>	<b>0,00</b>	<b>0,22</b>	<b>1.245,36</b>	<b>1.338,65</b>
	<b>0,11%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,0002%</b>	<b>0,12%</b>	<b>0,12%</b>
<b>Área Total</b>	<b>83.910</b>	<b>53.910</b>	<b>129.075</b>	<b>266,895.782</b>	<b>1.079.434</b>

**Tabela 5** - Antropismo - Histórico de corte seletivo e queda de árvores na Flona de Balata-Tufari.

<b>Programa DETEX</b>	<b>Unidades de Manejo Florestal</b>			<b>Outras áreas</b>	<b>Total na Flona</b>
<b>Ano</b>	<b>UMF I</b>	<b>UMF II</b>	<b>UMF III</b>		
1995	7,99	1,79	0,00	216,85	226,64
1996	1,42	0,02	1,40	1.011,27	1.014,31
1997	3,48	4,62	0,88	2.015,26	2.024,24
1998	0,68	0,00	0,71	495,41	496,81
2000	1,35	0,00	0,58	83,86	85,79
2001	0,85	0,07	2,96	64,43	68,31
2002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	2,31	0,00	1,72	58,34	62,37
2004	0,00	2,13	0,00	60,19	62,32
2005	0,33	2,33	10,94	88,30	101,9
2006	14,99	1,87	7,29	19,27	43,42
2007	3,56	2,22	11,13	144,63	161,54
2008	4,56	3,66	0,00	109,59	117,81
2009	0,00	1,44	0,79	53,15	55,38
2010	17,71	0,00	0,72	43,69	62,12
2011	0,00	0,00	0,001	65,05	65,05
2012	0,00	0,00	0,00	18,45	18,45
2013	0,89	0,00	0,12	334,91	335,92
2014	1,52	0,00	2,28	50,16	53,96
2015	24,98	0,00	0,82	431,96	457,76
2016	2,86	1,05	2,29	148,73	154,94
2017	15,44	0,34	0,01	70,30	86,09
2018	12,46	0,00	1,89	34,86	49,21
2019	6,49	0,00	6,47	61,27	74,23
2020	19,90	0,00	0,27	96,07	116,24
2021	21,20	0,00	0,00	33,97	55,17
<b>Total</b>	<b>164,97</b>	<b>21,54</b>	<b>53,28</b>	<b>5.812,23</b>	<b>6049,99</b>
	<b>0,19%</b>	<b>0,04%</b>	<b>0,04%</b>	<b>0,54%</b>	<b>0,56%</b>
<b>Área Total</b>	<b>83.910</b>	<b>53.910</b>	<b>129.075</b>	<b>266.895</b>	<b>1.079.434</b>

#### 4. CONCLUSÕES

Com o processamento e interpretação das imagens de satélite dos sensores PRODES, DETEX e Degrad, foram identificadas, entre 1995 até o ano de 2021, indicadores de antropismo de baixa monta no interior da Floresta Nacional (Flona) de Balata-Tufari. Foi registrada a redução 12.677,36 hectares, número esse que representa 1,17% do total da área da Flona. Nas Unidades de Manejo Florestal proposta para as concessões foram identificados o antropismo no seguinte montante: UMF I = 452,15 hectares representando 0,54% da área, UMF II = 205,02 hectares representando 0,38% da área e na UMF III = 225,02 hectares representando 0,17% da área.

## 5. 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.

\_\_\_\_\_. **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.

\_\_\_\_\_, 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