

## ANEXO 4

### ANÁLISE MULTITEMPORAL DA INTERVENÇÃO ANTRÓPICA NA FLORESTA NACIONAL DO BOM FUTURO E SUAS UNIDADES DE MANEJO

#### **Sumário**

1.	Introdução .....	2
2.	Procedimentos Metodológicos .....	2
3.	Resultados .....	4
3.1.	<i>Desmatamento</i> .....	4
3.2.	<i>Degradação florestal</i> .....	7
3.3.	<i>Exploração seletiva de madeira</i> .....	8
3.4.	<i>Quadro resumo</i> .....	9
4.	Conclusão.....	11
5.	Referências Bibliográficas .....	11

#### **Lista de Tabelas**

Tabela 1 – Quantitativo de Imagens utilizadas para análise multitemporal da exploração seletiva de madeira na FLONA DO BOM FUTURO .....	3
Tabela 2 - Histórico de desmatamento na FLONA DO BOM FUTURO .....	4
Tabela 3 - Histórico de degradação florestal na DO BOM FUTURO .....	7
Tabela 4 - Histórico de alteração do solo identificado pelo DETEX na FLONA DO BOM FUTURO .....	8
Tabela 5 - Resumo do antropismo na FLONA DO BOM FUTURO.....	10
Tabela 6 - Resumo do antropismo nas UMs .....	10

#### **Lista de Figuras**

<b>Figura 1</b> - Histórico de desmatamento na FLONA DO BOM FUTURO .....	5
<b>Figura 2</b> - Histórico de desmatamento na UM I da FLONA DO BOM FUTURO .....	6
<b>Figura 3</b> - Histórico de desmatamento na UM II da FLONA DO BOM FUTURO.....	6
<b>Figura 4</b> - Histórico de desmatamento na UM III da FLONA DO BOM FUTURO .....	7
<b>Figura 5</b> - Histórico de degradação florestal na FLONA DO BOM FUTURO .....	8
<b>Figura 6</b> - Histórico de exploração seletiva de madeira na FLONA DO BOM FUTURO .....	9
<b>Figura 7</b> - Antropismo na FLONA DO BOM FUTURO .....	10

## 1. Introdução

A FLORESTA NACIONAL (FLONA) do Bom Futuro é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável criada pelo Decreto Federal nº 96.188 de 21/06/1988 / Lei nº 12.249 de 11 de junho de 2010, localizada no município de Porto Velho, estado de Rondônia, com área atual de 98.319,14 hectares, de acordo com seu Plano de Manejo.

Para o edital de concessão florestal da Flona do Bom Futuro foram definidas três UNIDADES DE MANEJO (UMs): UM I (33.564,02 ha); UM II (38.336,99 ha) e UM III (26.418,13 ha).

Este ANEXO do EDITAL de concessão florestal da FLONA DO BOM FUTURO apresenta uma análise da intervenção antrópica na área, com objetivo de identificar e mensurar as áreas com indícios de desmatamento (corte raso da floresta), degradação florestal (onde a floresta não foi totalmente removida), exploração seletiva ilegal de madeira e outros antropismos (ex. garimpo).

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 e 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 UMs antes do início das atividades de restauração.

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 5-TM, LANDSAT 7-ETM e LANDSAT 8-OLI das Orbitas Ponto 232/066, 232/067, 233/066 e

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônia por Satélite. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/>.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira (DEGRAD). Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/degrad/>

233/067 disponíveis ao longo dos últimos 36 anos (1985 a 2023) foi possível realizar o processamento em 2794 imagens, listadas abaixo, mesmo com expressivo quantitativo de cobertura de nuvens em algumas imagens. Vale destacar que para os anos de 2022 e 2023 não foi possível realizar análise das imagens devido a cobertura de nuvens, sendo que o *script* para processamento de imagens foi executado até o ano de 2023. E ainda assim, nas imagens utilizadas com pouca cobertura de nuvens, existe um grau de dificuldade na interpretação do uso e cobertura do solo, como a região ainda possui uma cobertura florestal alta, isto implica em muitos pontos de alteração da cobertura florestal que não são detectados previamente para servirem de indicativo de exploração.

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 disponibilizado de forma gratuita. As análises das imagens para detecção foram realizadas em ordem cronológica.

**Tabela 1** – Quantitativo de Imagens utilizadas para análise multitemporal da exploração seletiva de madeira na FLONA DO BOM FUTURO.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
1984					2	4	2	6	4	4			22	
1985		2	3	1	4	4	6	6	4				30	
1986	1			1	3	3	6	4	5	1	2	1	27	
1987		1	2	3	1	1	5	7	4	5			29	
1988	2		5	3	2	4	8	8	8	6	2		48	
1989	2	2		1	2	6	8	2	5	4	3		35	
1990	1	1	2	8	6	2	2	3	5	5		2	37	
1991				4	4	7	6	8	3	5	7		44	
1992	2	2		1	2	4	4	4	6	3	2	2	32	
1993	1	1	3	4	2	4	5	7	3	6	1		37	
1994				2	6	8	8	4		4	3	1	36	
1995	1		3	1	4	6	6	3	6	6		2	38	
1996		1		2	4	6	7	8	7	3	1	2	41	
1997	2	1			3	6	6	4	6	6	4	1	39	
1998	2			2	2	3	8	6	2	2	3	2	32	
1999		3			1	1	4	14	16	12	9	9	5	74
2000	6	4	4	8	13	11	10	15	6	14	9	7	107	
2001	2	3	4	7	7	9	13	14	13	9	10	6	97	
2002	6	9	8	5	8	7	7	8	8	4	6	4	80	
2003	3	2	8	6		9	10	6	14	5	4		67	
2004	3	2	6	10	10	11	12	16	16	9	6	9	110	
2005	11	1	5	9	11	13	15	15	15	8	7		110	
2006	1	1	2	3	10	13	14	12	14	7	6	1	84	
2007	4	7	4	9	14	8	14	16	14	6	3	3	102	
2008	1	2		10	10	10	15	16	10	8	1	3	86	
2009	3	2	6	8	7	14	13	13	12	15	10	1	104	
2010	2	4	4	13	11	10	13	10	9	6	3	7	92	
2011	3	5		7	10	10	14	11	8	7	3	2	80	
2012	1	2	3	7	8	8	8	6	8	5	5	1	62	
2013	2	2	4	12	11	10	15	12	14	13	2	1	98	

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2014	5	4	1	2	11	13	14	16	14	11	3	7	101
2015	7	5	7	12	5	14	14	14	16	16	14	8	132
2016	7	6	8	12	11	10	16	16	14	9	12	7	128
2017	7	3	8	8	15	13	16	15	13	14	6	4	122
2018	5	2	7	10	13	10	14	14	15	11	5	1	107
2019	7		4	10	12	13	16	13	15	8	6	6	110
2020	7	3	1	8	15	14	14	14	14	12	3	4	109
2021	1	1	6	7	15	11	14	14	15	12	4	5	105
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>85</b>	<b>112</b>	<b>219</b>	<b>281</b>	<b>304</b>	<b>391</b>	<b>386</b>	<b>349</b>	<b>287</b>	<b>166</b>	<b>109</b>	<b>2794</b>

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 (*Normalized Differencing Fraction index*).

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 e DEGRAD). Por esse motivo, outros antropismos também são englobados no trato das informações do DETEX.

### 3. Resultados

#### 3.1. Desmatamento

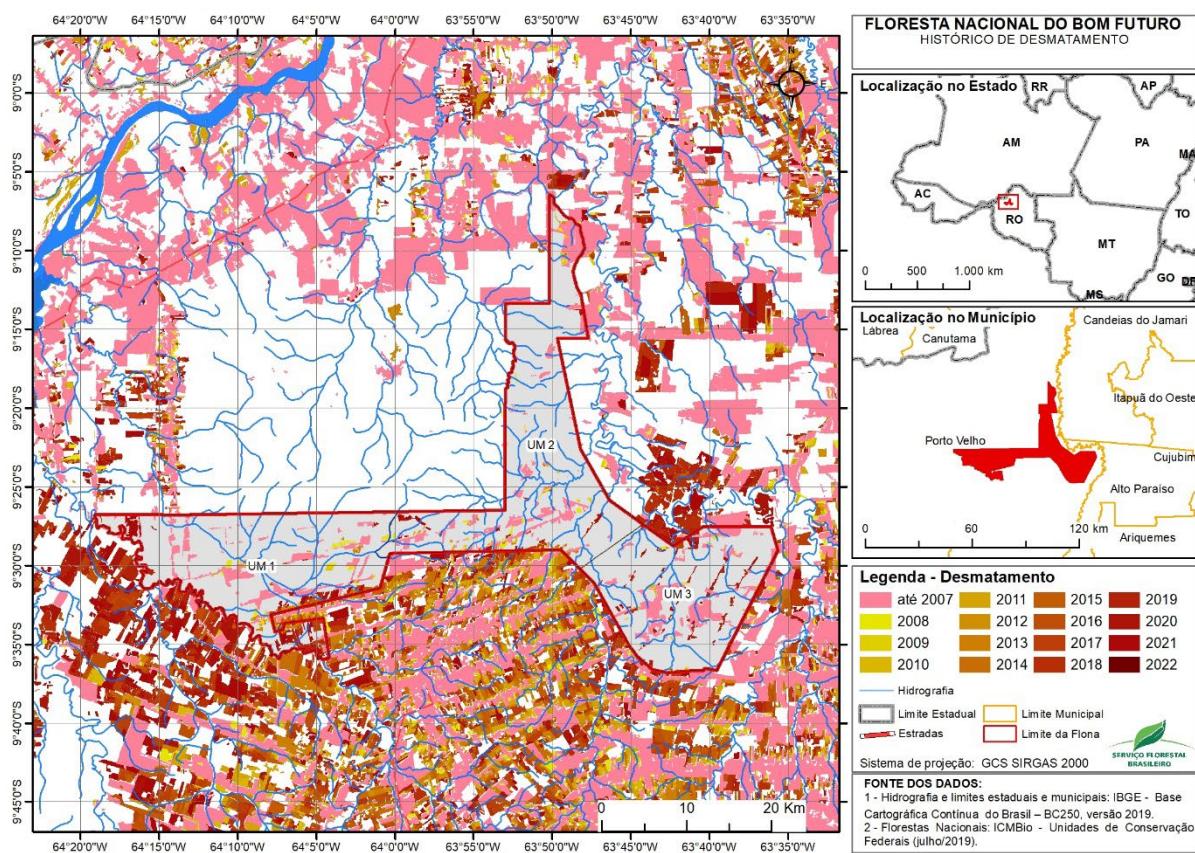
De acordo com os dados do Projeto PRODES foram **desmatados na FLONA DO BOM FUTURO um total de 18.257,86 hectares** de floresta (18,57% da sua área total). A maior parte, 11.661,54 hectares até o ano de 2007 e 6.596,31 hectares de 2007 até 2022, como pode ser observado na Tabela 2 e Figuras 1.

**Tabela 2 - Histórico de desmatamento na FLONA DO BOM FUTURO**

Ano	UM			Total na FLONA (ha)
	I	II	III	
até 2007	3.575,57	4.198,79	3.887,19	11.661,54
2008	342,96	279,34	96,20	718,51
2009	72,76	139,36	41,28	253,40
2010	27,77	60,2	78,65	166,62
2011	118,26	100,14	9,00	227,40
2012	99,60	28,13		127,74
2013	331,66	135,36	7,07	474,08

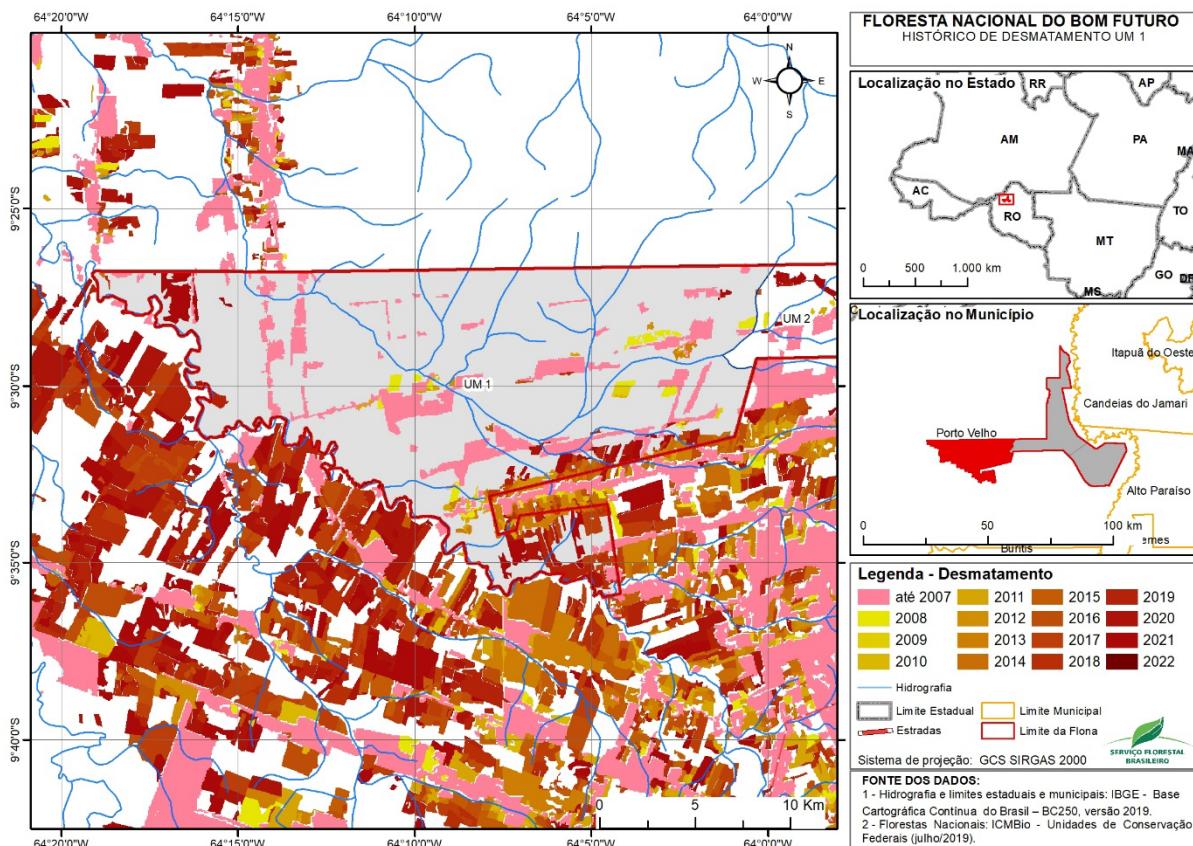
Ano	UM			Total na FLONA (ha)
	I	II	III	
2014	141,07	4,22		145,29
2015	77,84	18,01		95,85
2016	74,26	29,37	16,76	120,39
2017	328,94	100,08	162,42	591,44
2018	106,15	29,64	36,06	171,85
2019	348,29	22,76	513,08	884,13
2020	391,73	269,8	467,96	1.129,49
2021	833,12	164,04	116,22	1.113,39
2022	257,15	50,7	68,88	376,73
<b>Total</b>	<b>7.127,13</b>	<b>5.629,98</b>	<b>5.500,75</b>	<b>18.257,86</b>

(Fonte: PRODES/INPE)

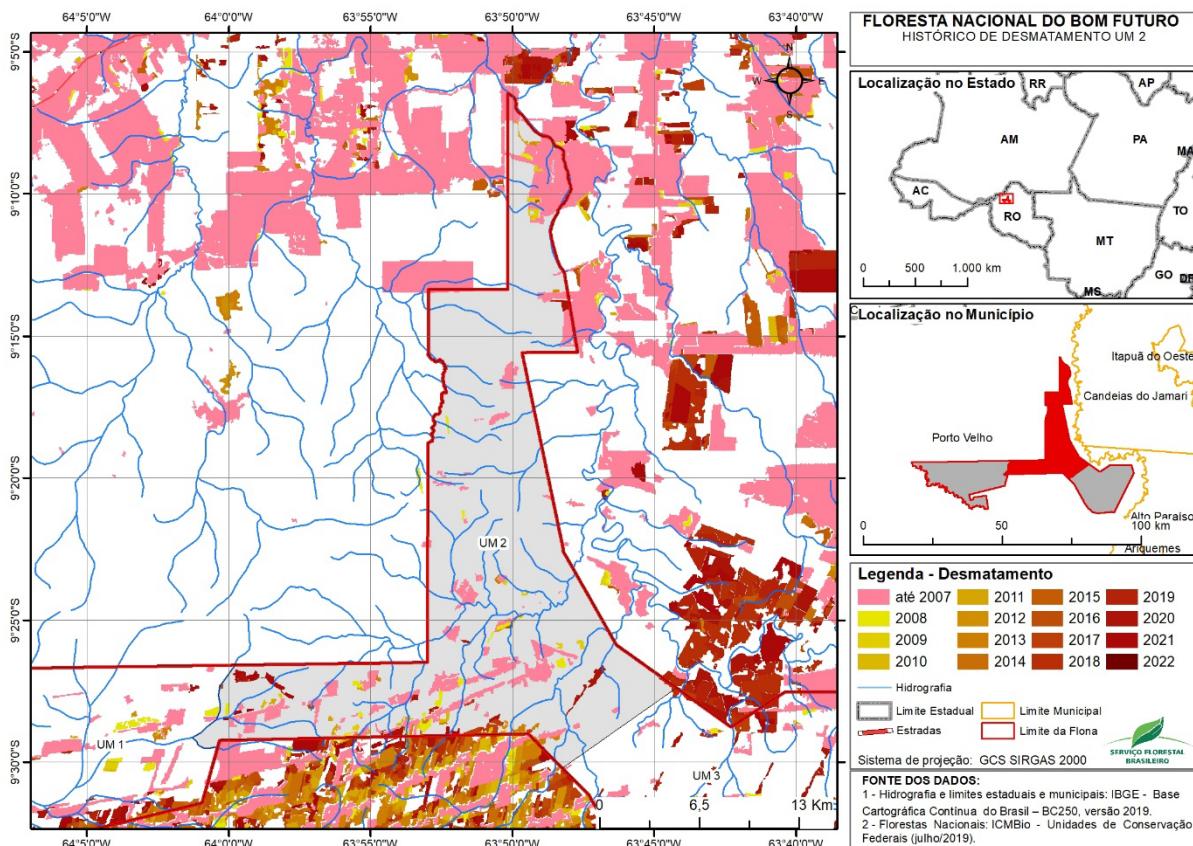


**Figura 1 - Histórico de desmatamento na FLONA DO BOM FUTURO**

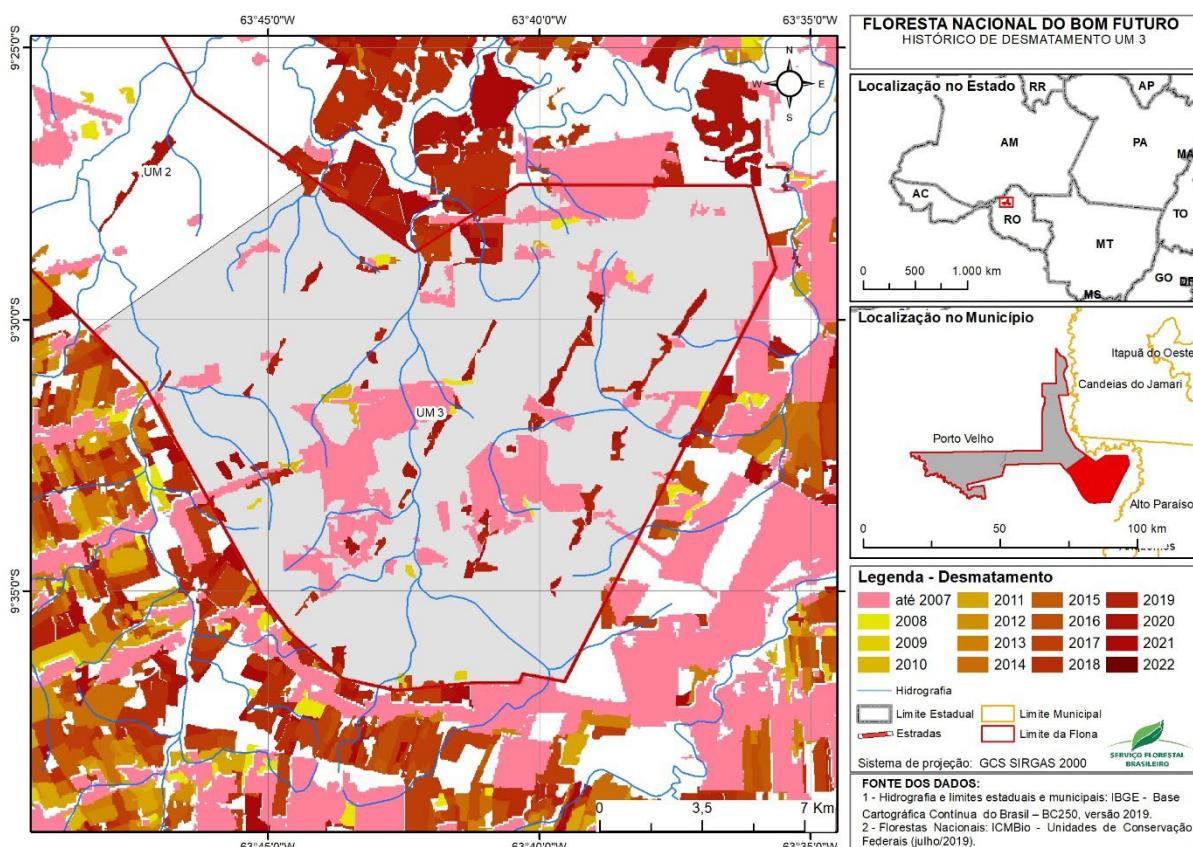
Considerando os limites da UM I, o desmatamento até o ano de 2022 totalizou 7.127,13 hectares de desmatamento (21,23% da sua área). Considerando os limites da UM II, o desmatamento até o ano de 2022 totalizou 5.629,98 hectares de desmatamento (14,68 % da sua área). Considerando os limites da UM III, o desmatamento até o ano de 2022 totalizou 5.500,75 hectares de desmatamento (20,82 % da sua área).



**Figura 2 - Histórico de desmatamento na UM I da FLONA DO BOM FUTURO**



**Figura 3 - Histórico de desmatamento na UM II da FLONA DO BOM FUTURO**



**Figura 4** - Histórico de desmatamento na UM III da FLONA DO BOM FUTURO

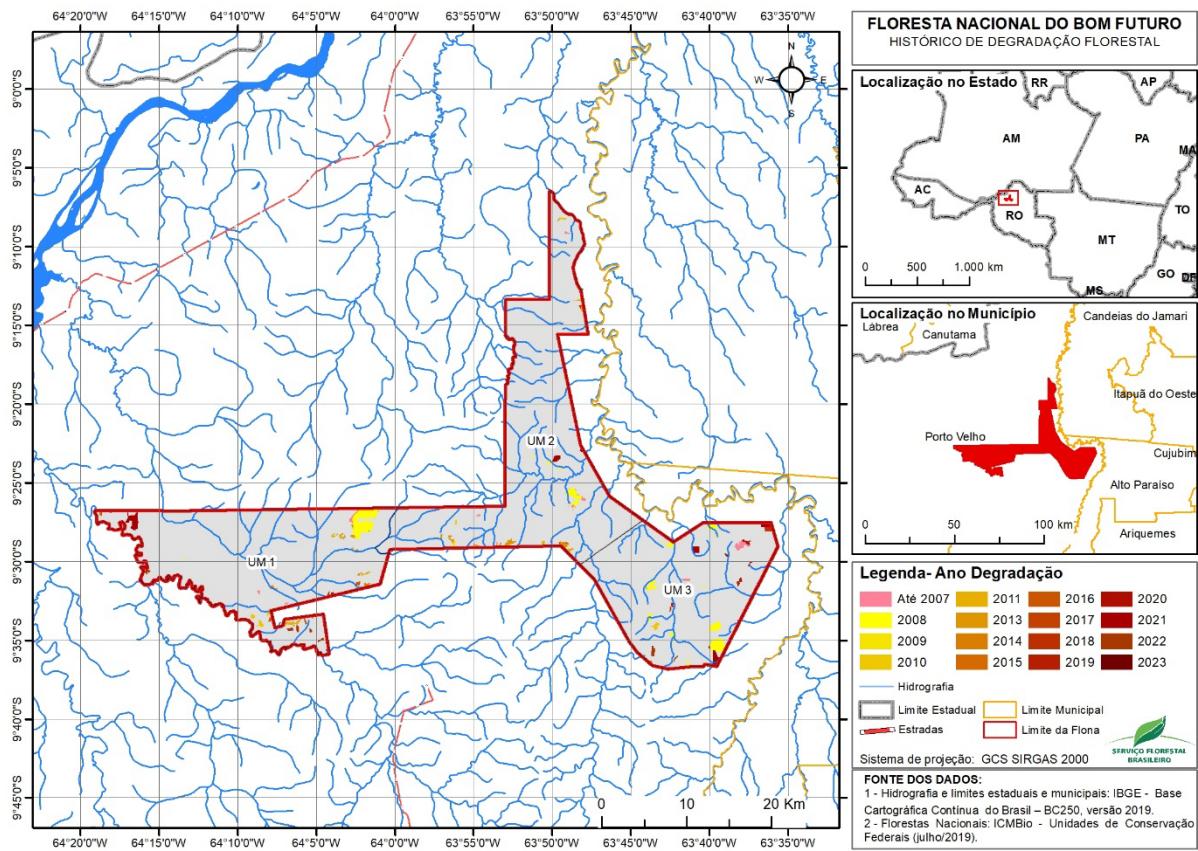
### 3.2. Degradação florestal

Os dados do Sistema DEGRAD/DETER, excluída as cicatrizes de queimada, para os anos de 2007 a 2023 totalizaram **1.031,54 hectares de degradação florestal** no interior da FLONA DO BOM FUTURO (Tabela 3, Figura 9). Degradação esta ocorrida principalmente entre os anos de 2019 e 2021, nos limites das UMs I, II, III.

**Tabela 3** - Histórico de degradação florestal na DO BOM FUTURO

Ano	UM			Total na Flona (ha)
	I	II	III	
2016	22,79	36,99	7,14	66,91
2017	30,40	18,76	58,62	107,78
2018	6,05	2,90	96,50	105,45
2019	18,88	19,52	248,09	286,48
2020	16,25	26,48	59,81	102,54
2021	169,19	42,81	39,65	251,65
2022	26,36	-	19,57	45,93
2023	50,79	-	14,01	64,80
<b>Total</b>	<b>340,72</b>	<b>147,44</b>	<b>543,38</b>	<b>1.031,54</b>

(Fonte: INPE)



**Figura 5 - Histórico de degradação florestal na FLONA DO BOM FUTURO**

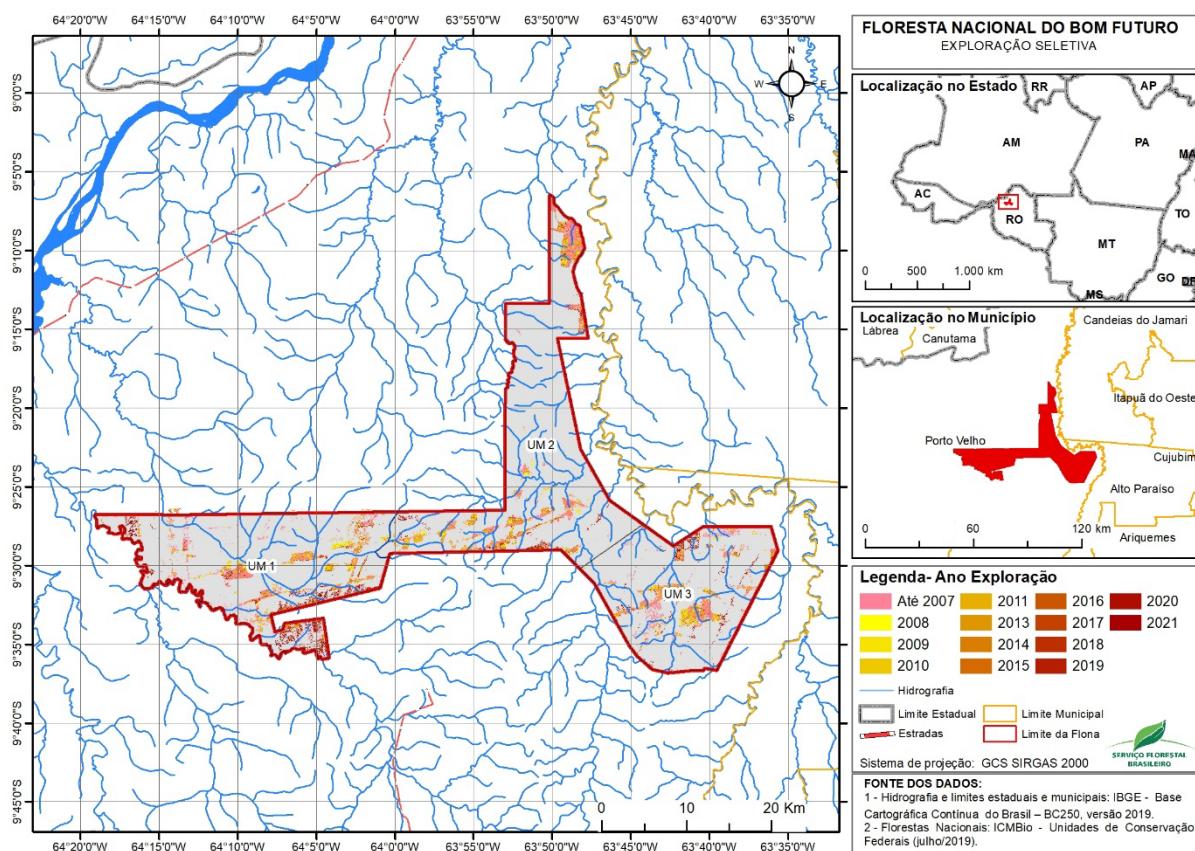
### 3.3. Exploração seletiva de madeira

Com a análise das imagens de satélite interpretadas pelo SFB foi identificada uma área de **2.185,00 hectares com indicativos de exploração seletiva de madeira** e outros usos antrópicos no interior da FLONA DO BOM FUTURO, porém foram identificadas uma maior relevância na alteração da cobertura florestal, provavelmente degradação da vegetação, entre os anos de 2007 a 2011 dentro das UMs, 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 BOM FUTURO**

Ano	UM			Total na Flona (ha)
	I	II	III	
até 1999	211,17	76,23	29,84	317,23
2000	0,18	16,31		16,49
2001	0,62	13,84	2,40	16,85
2002	1,21	3,19	1,83	6,24
2003	1,30	5,67	6,44	13,40
2004	24,71	23,8	33,78	82,30
2005	31,54	12,4	11,17	55,11
2006	68,43	25,79	16,76	110,97
2007	144,65	93,8	52,30	290,75
2008	57,58	39,8	32,19	129,56
2009	52,63	108,41	50,29	211,34

Ano	UM			Total na Flona (ha)
	I	II	III	
2010	17,09	111,97	25,87	154,93
2011	125,69	138,21	30,40	294,30
2012	26,34	42,01	10,86	79,22
2013	50,29	24,64	2,80	77,73
2014	8,67	6,34	3,65	18,66
2015	12,26	11,42	5,87	29,55
2016	3,89	5,23	1,57	10,69
2017	8,78	13,27	20,90	42,96
2018	22,16	22,13	6,92	51,22
2019	12,05	21,98	36,31	70,33
2020	18,19	7,98	13,77	39,94
2021	28,90	13,34	22,98	65,23
<b>Total</b>	<b>1.189,17</b>	<b>1.123,49</b>	<b>160,00</b>	<b>2.185,00</b>



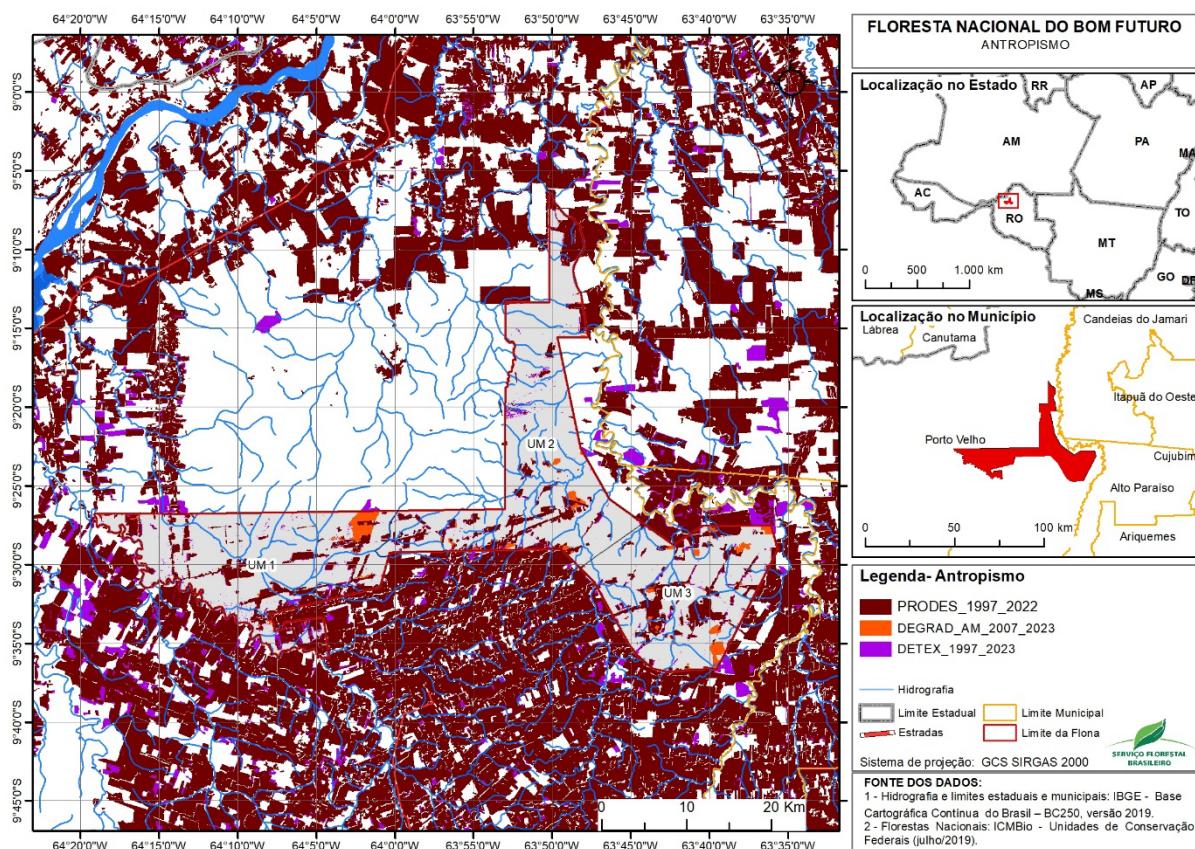
**Figura 6 - Histórico de exploração seletiva de madeira na FLONA DO BOM FUTURO**

### 3.4. Quadro resumo

Considerando os antropismos associados a desmatamento, degradação florestal e exploração seletiva de madeira e outros antropismos não detectados pelo PRODES ou DEGRAD, tem-se o seguinte quadro situacional para a FLONA DO BOM FUTURO (Tabela 5) e para as UMs (Tabela 6).

**Tabela 5 - Resumo do antropismo na FLONA DO BOM FUTURO.**

<b>Antropismos</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% da Flona</b>
Desmatamento	18.257,86	18,57%
Degradação florestal	1.031,54	1,05%
Exploração seletiva de madeira e outros antropismos	2.472,66	2,51%
<b>Total</b>	<b>21.762,06</b>	<b>22,13%</b>



**Figura 7 - Antropismo na FLONA DO BOM FUTURO**

Considerando que a FLONA DO BOM FUTURO possui **98.319,14** hectares, restam, portanto, um quantitativo de **21.762,06** hectares de áreas com indícios de antropismo (22,13% da área total).

**Tabela 6 - Resumo do antropismo nas UMs**

<b>UM</b>	<b>PRODES</b>	<b>DEGRAD</b>	<b>DETEx</b>	<b>Área total de antropismo</b>	<b>% Área com antropismo</b>	<b>Área sem antropismo</b>	<b>% Área sem antropismo</b>
I	7.127,13	340,72	1.189,17	8.657,02	25,79%	24.907,00	74,21%
II	5.629,98	147,44	1.123,49	6.900,91	18,00%	31.436,08	82,00%
III	5.500,75	543,38	160,00	6.204,13	23,48%	20.214,00	76,52%

Na UM I, que possui 38.564,02 ha de área total, existem, portanto, um quantitativo de **8.657,02 hectares de áreas com indícios de antropismo** (25,79% da área da UM I). Na UM II, que possui 38.336, 98 ha de área total, residem, um quantitativo de **6.900,91 hectares de áreas com indícios de antropismo** (18,00 % da área da UM II). Na UM III, que possui 26.418,13 ha de área total, remanescem, um quantitativo de **6.204,13 hectares de áreas com indícios de antropismo** (23,48 % da área da UM III).

#### **4. Conclusão**

Foram identificadas intervenções antrópicas de médio impacto no interior da FLONA DO BOM FUTURO. Foi registrada a alteração de 21.762 ha (22,13% da área da FLONA) da cobertura florestal decorrente de corte raso, degradação ou exploração seletiva.

É importante destacar que as áreas com intervenções antrópicas apresentadas neste anexo levam em consideração dados históricos de desmatamento e degradação da Flona do Bom Futuro, sendo assim, nem todas estas áreas estão aptas à restauração. As áreas aptas à restauração encontram-se no ANEXO 2 – CARACTERIZAÇÃO DAS UMs da FLONA DO BOM FUTURO

#### **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.

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. Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires. **Remote Sensing of Environment**, v. 98, issues 2-3, 329-343, 2005.