

ANEXO 4

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

Concorrência nº [] – FLONA do Iquiri

Sumário

1.	Introdução	2
2.	Procedimentos Metodológicos	2
3.	Resultados	4
3.1.	<i>Desmatamento</i>	4
3.2.	<i>Degradação florestal</i>	8
3.3.	<i>Exploração seletiva de madeira</i>	9
3.4.	<i>Quadro resumo</i>	10
4.	Conclusão	12
5.	Referências Bibliográficas	12

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Imagens utilizadas para análise multitemporal da exploração seletiva de madeira na Floresta Nacional do Iquiri.....	3
Tabela 2 - Histórico de desmatamento na Flona do Iquiri	4
Tabela 3 - Histórico de degradação florestal na Flona do Iquiri	8
Tabela 4 - Histórico de alteração do solo identificado pelo DETEX na Flona do Iquiri	9
Tabela 5 - Resumo do antropismo na Flona do Iquiri	10
Tabela 6 - Resumo do antropismo nas UMFs	11

Lista de Figuras

Figura 1 - Histórico de desmatamento na Flona do Iquiri.....	5
Figura 2 - Histórico de desmatamento na UMF I da Flona do Iquiri	6
Figura 3 - Histórico de desmatamento na UMF II da Flona do Iquiri.....	6
Figura 4 - Histórico de desmatamento na UMF III da Flona do Iquiri	7
Figura 5 - Histórico de desmatamento na UMF IV da Flona do Iquiri	7
Figura 6 - Histórico de desmatamento na UMF V da Flona do Iquiri	7
Figura 7 - Histórico de degradação florestal na Flona do Iquiri.....	9
Figura 8 - Histórico de exploração seletiva de madeira na Flona do Iquiri	10
Figura 9 - Antropismo na Flona do Iquiri	11

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional do Iquiri é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável criada pelo Decreto Federal s/nº de 08 de maio de 2008, localizada no município de Lábrea, estado do Amazonas, com área de 1.476.073 ha, de acordo com seu Plano de Manejo.

Para o edital de concessão florestal da Flona do Iquiri foram definidas cinco UMF: UMF I (45.937,15 ha); UMF II (92.273,51 ha); UMF III (33.502,06 ha); UMF IV (199.563,49 ha); UMF V (197.488,03 ha).

Este anexo do edital de concessão florestal da Flona do Iquiri 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,

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/>)

buscando imagens do acervo do satélite LANDSAT disponíveis ao longo dos últimos 25 anos (1995 a 2021) foi possível realizar o processamento em 100 imagens, listadas abaixo, mesmo com expressivo quantitativo de cobertura de nuvens em algumas imagens. E ainda assim, nas imagens utilizadas, ainda com pouca cobertura de nuvens, existe um grau de dificuldade na interpretação do uso e cobertura do solo, até 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* 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 Iquiri.

Satélite	Sensor	Órbita/Ponto	Data
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	05/06/1995
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	07/06/1996
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	13/08/1997
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	29/06/1998
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	06/10/1999
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	21/08/2000
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	08/08/2001
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	14/08/2003
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	31/07/2004
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	16/06/2005
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	21/07/2006
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	22/06/2007
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	26/07/2008
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	15/09/2009
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	13/05/2010
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	19/07/2011
Landsat 5	TM	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	08/07/2013
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	12/08/2014
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	28/06/2015
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	14/06/2016
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	19/07/2017
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	20/06/2018
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	09/07/2019
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	05/08/2020
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	30/07/2021
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	25/07/2022
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	18/08/2022
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	20/07/2023
Landsat 8	OLI	233/65, 233/66, 1/65 e 1/66	21/08/2023

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 Iquiri um total de 9.994,37 hectares** de floresta (0,67% da sua área total). Sendo os maiores registros o ano de 2007 com 2419,79 hectares e posteriormente o total acumulado até 1997, que representa 1.495,99 hectares, como pode ser observado na Tabela 2 e Figura 1.

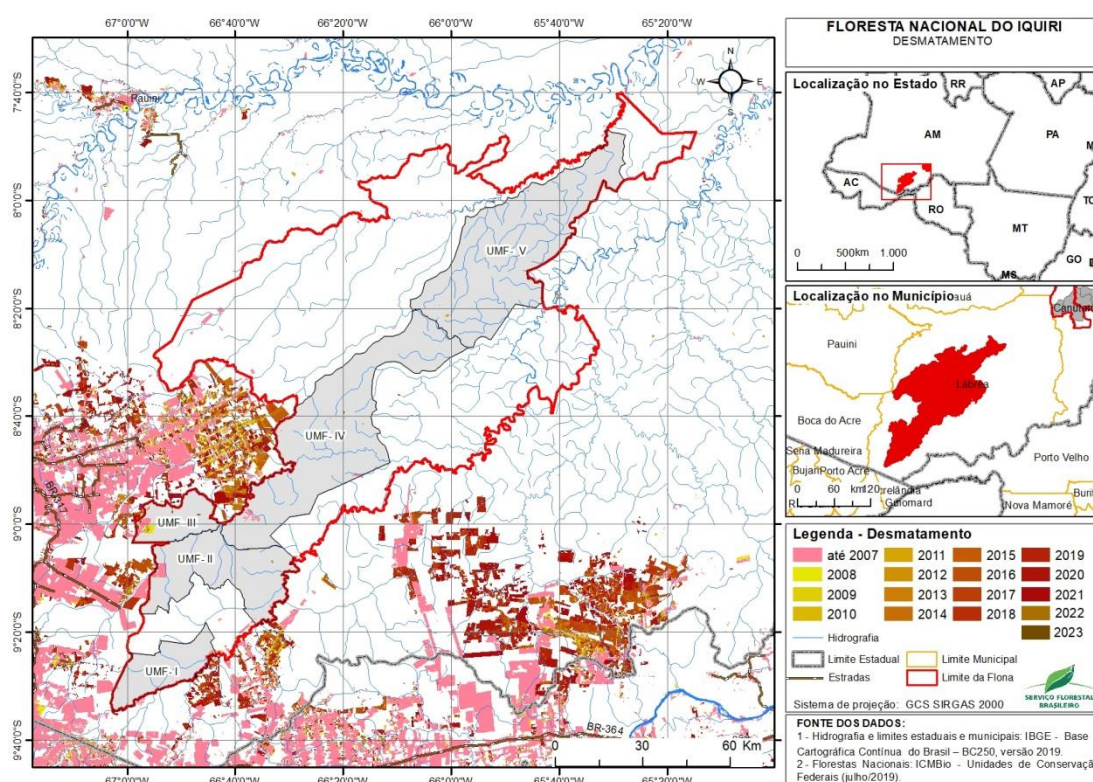
Tabela 2 - Histórico de desmatamento na Flona do Iquiri

Ano	UMF					Fora das UMF	Total na Flona (ha)
	I	II	III	IV	V		
1997		7,33	3,68	3,65		1.481,34	1.495,99
2000	52,02	79,65		201,27	68,60	783,07	1.184,60
2001					13,16	10,32	23,48
2002	10,63					53,43	64,06
2003	5,72			1,06		19,18	25,96
2004	3,16	244,18				730,71	978,06
2005	96,30	84,60				305,72	486,62
2006	86,02	21,83	91,43	5,70		376,09	581,06
2007	85,55	1.268,98	1.045,49			19,77	2.419,79
2008	27,09	6,16		813,24			846,50
2009		38,55	510,04	14,71		56,65	619,95
2010	28,04	15,74	187,34			34,94	266,06
2011			17,17			18,03	35,20
2012	15,39		131,52	53,52	82,66	58,07	341,17
2013					15,91	83,40	99,31
2014			36,80	14,32		9,02	60,14

2015							75,36
2016			24,92	16,05		7,78	48,75
2017				11,37		12,20	23,56
2018			46,22		7,61	7,51	61,34
2019	7,38	24,75	16,38	0,58		48,36	97,43
2020	9,05		33,19			0,93	43,18
2021			52,94	11,27		52,59	116,80
2022			73,81	44,09		9,70	127,60
2023			82,59	8,75		27,62	118,96
Total	426,36	1.791,74	2.428,88	1.199,58	187,95	4.206,42	10.240,93

Fonte: PRODES/INPE

Figura 1 - Histórico de desmatamento na Flona do Iquiri



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

- UMF I até o ano de 2023 totalizou 426,36 ha de desmatamento (0,93 % da sua área).
- UMF II até o ano de 2023 totalizou 1791,74 ha de desmatamento (1,94 % da sua área).
- UMF III até o ano de 2023 totalizou 2.428,88 ha de desmatamento (7,25 % da sua área).
- UMF IV até o ano de 2023 totalizou 1.199,58 ha de desmatamento (0,60 % da sua área).

- UMF V até o ano de 2023 totalizou 187,95 ha de desmatamento (0,10 % da sua área).

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

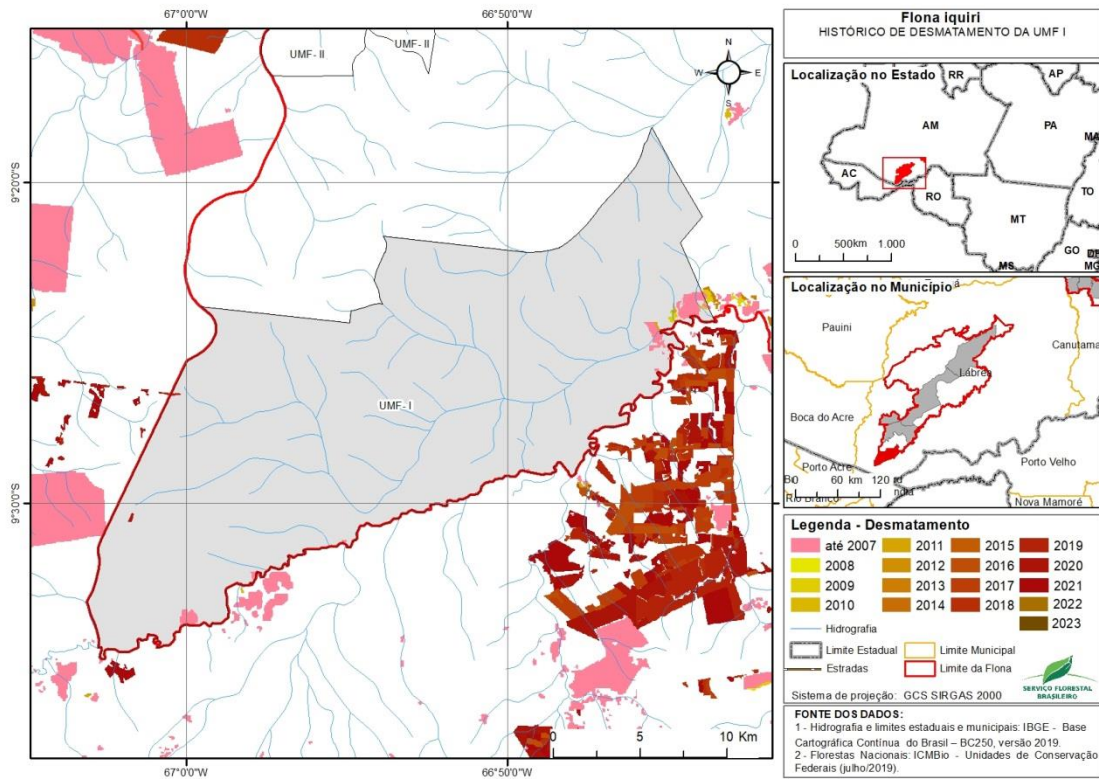


Figura 3 - Histórico de desmatamento na UMF II da Flona do Iquiri

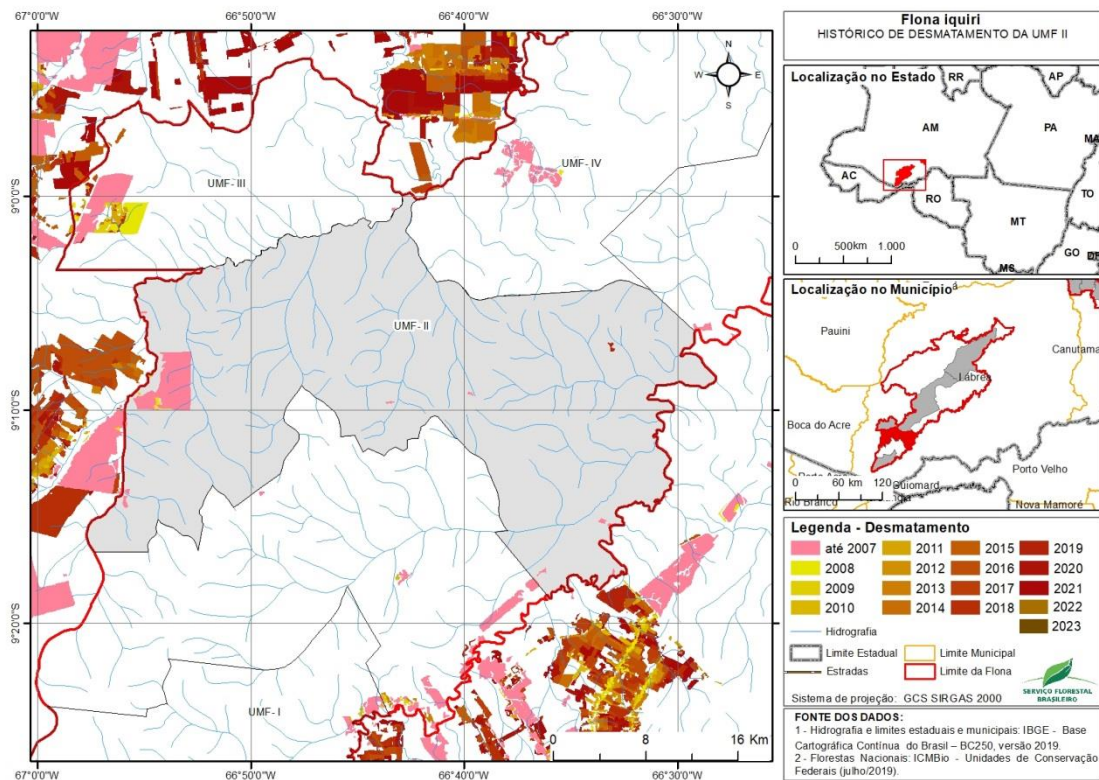


Figura 4 - Histórico de desmatamento na UMF III da Flona do Iquiri

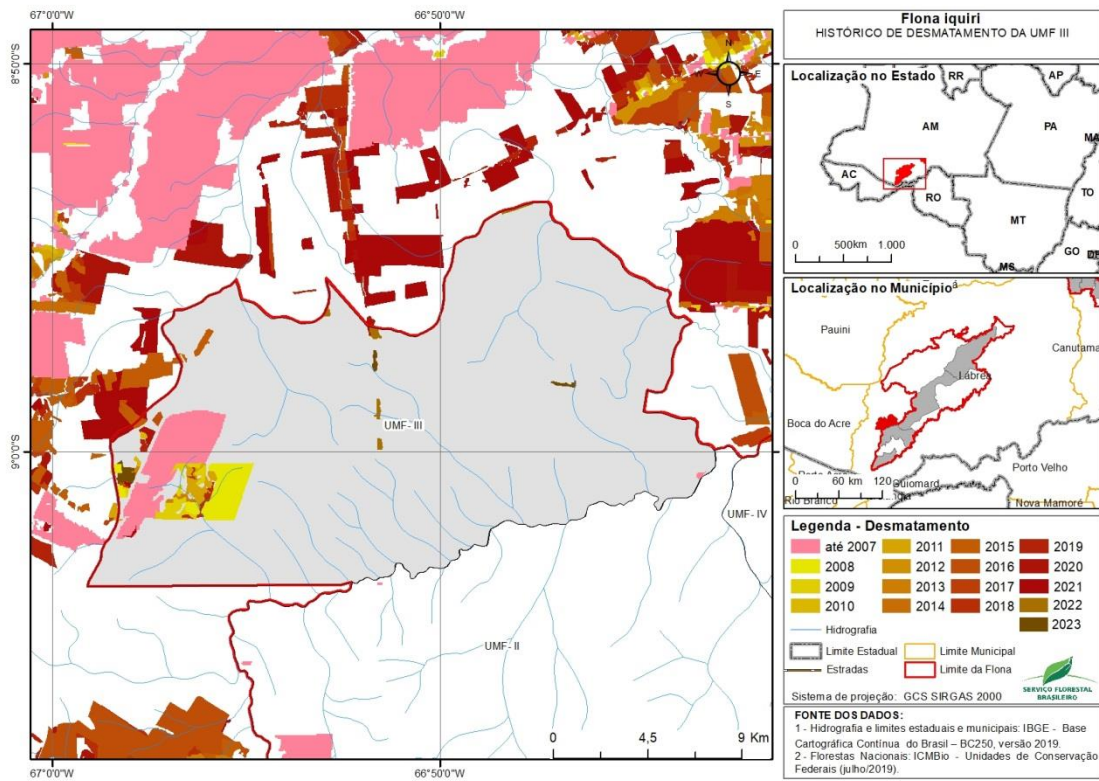


Figura 5 - Histórico de desmatamento na UMF IV da Flona do Iquiri

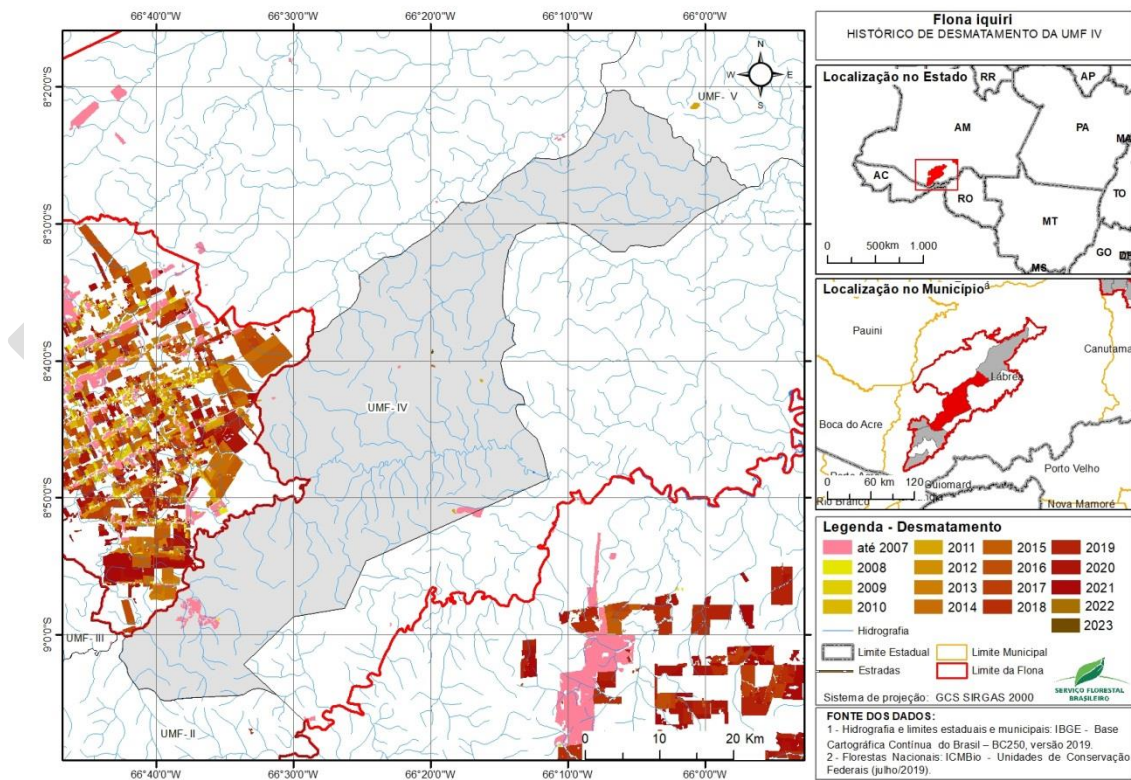
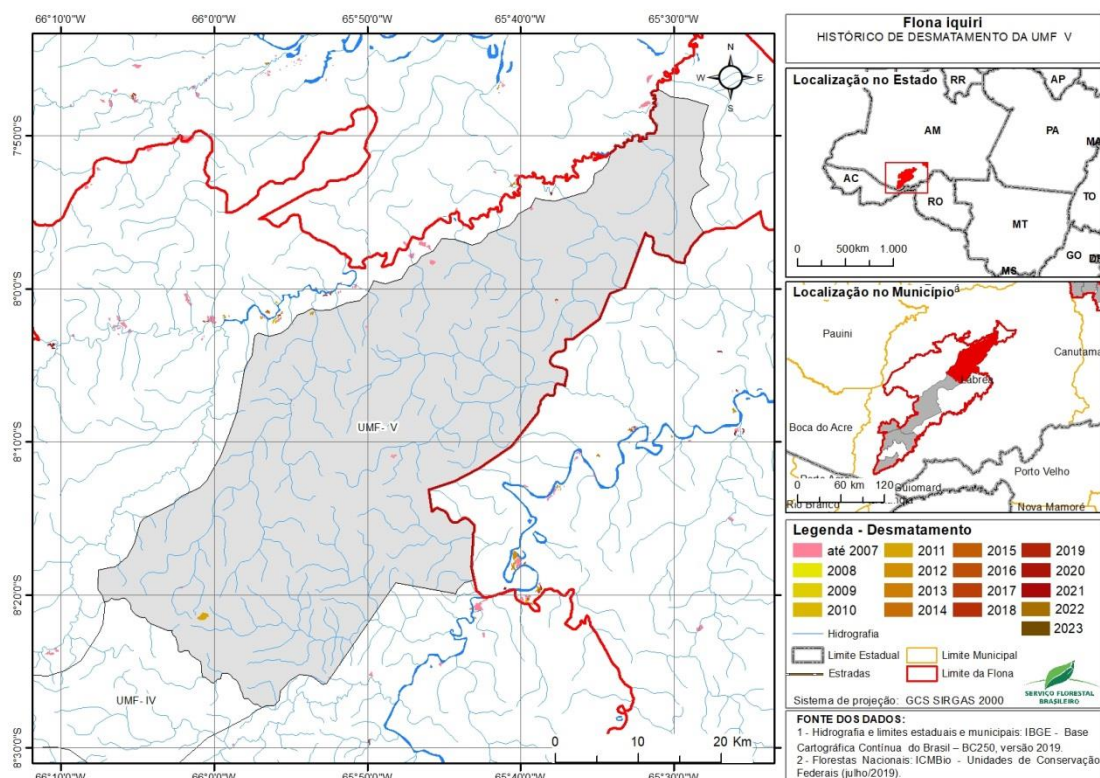


Figura 6 - Histórico de desmatamento na UMF V da Flona do Iquiri



3.2. DEGRADAÇÃO FLORESTAL

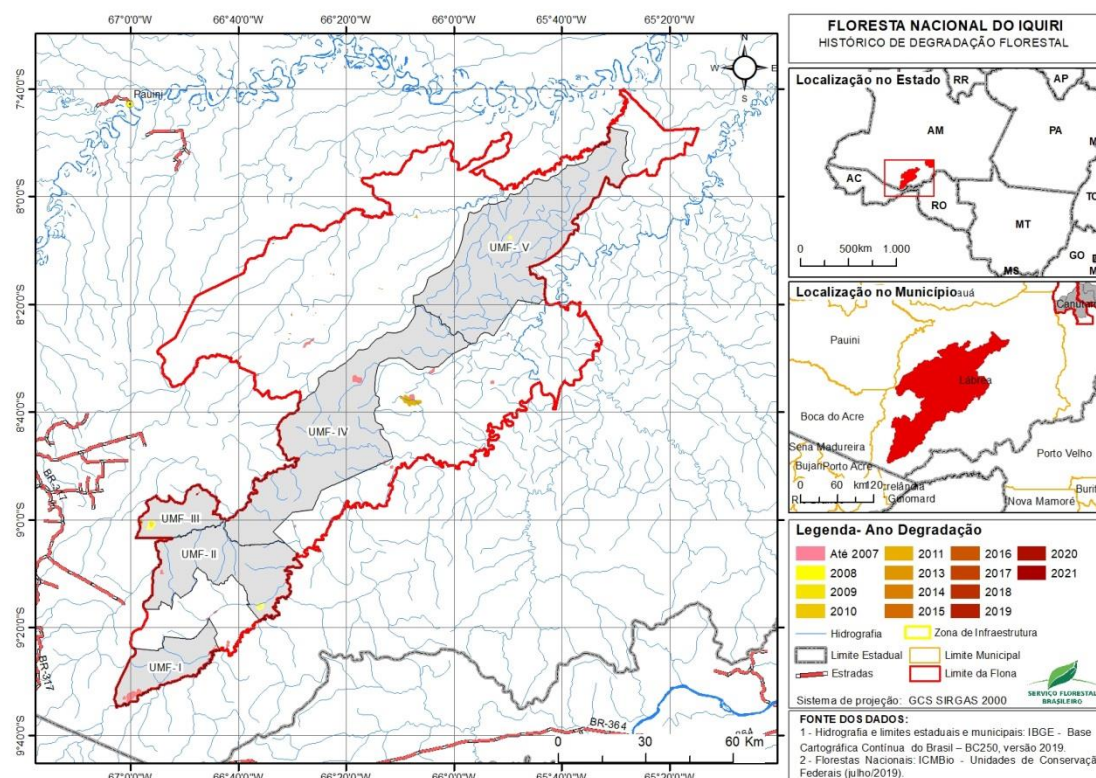
Os dados do Sistema DEGRAD para os anos de 2007 a 2021 totalizaram **5.822,76 hectares de degradação florestal** no interior da Flona do Iquiri (Tabela 3, Figura 7). Degradação esta ocorrida principalmente no ano de 2007 e 2021.

Tabela 3 - Histórico de degradação florestal na Flona do Iquiri

Ano	UMF					Fora das UMF	Total na Flona (ha)
	I	II	III	IV	V		
2007	878,95	220,37		391,60		899,62	2.390,53
2008		240,10	347,51		30,47	-	618,08
2009	81,87		149,83			92,85	324,55
2010						49,89	49,89
2011	7,94	16,71	301,72			1.743,08	2.069,45
2012				17,14			17,14
2013		1,91				33,46	35,37
2015			18,57	2,15		158,03	178,76
2016			32,03			-	32,03
2020						11,15	11,15
2021			95,82			-	95,82
Total	968,76	479,09	945,49	410,89	30,47	2.988,07	5.822,76

Fonte: INPE

Figura 7 - Histórico de degradação florestal na Flona do Iquiri



3.3. EXPLORAÇÃO SELETIVA DE MADEIRA

Com a análise das imagens de satélite interpretadas pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) foi identificada uma área de **35.977,62** hectares com indicativos de exploração seletiva de madeira e outros usos antrópicos no interior da Flona do Iquiri, tendo as áreas com maior relevância na alteração da cobertura florestal ao sul da Flona, entre as UMFs 1 e 2, com respectivos **7.679,89** e **11.753,20** hectares com indícios de exploração seletiva, que não haviam sido detectadas pelo PRODES ou DEGRAD. Na Tabela 4 é possível observar o quantitativo anual de área.

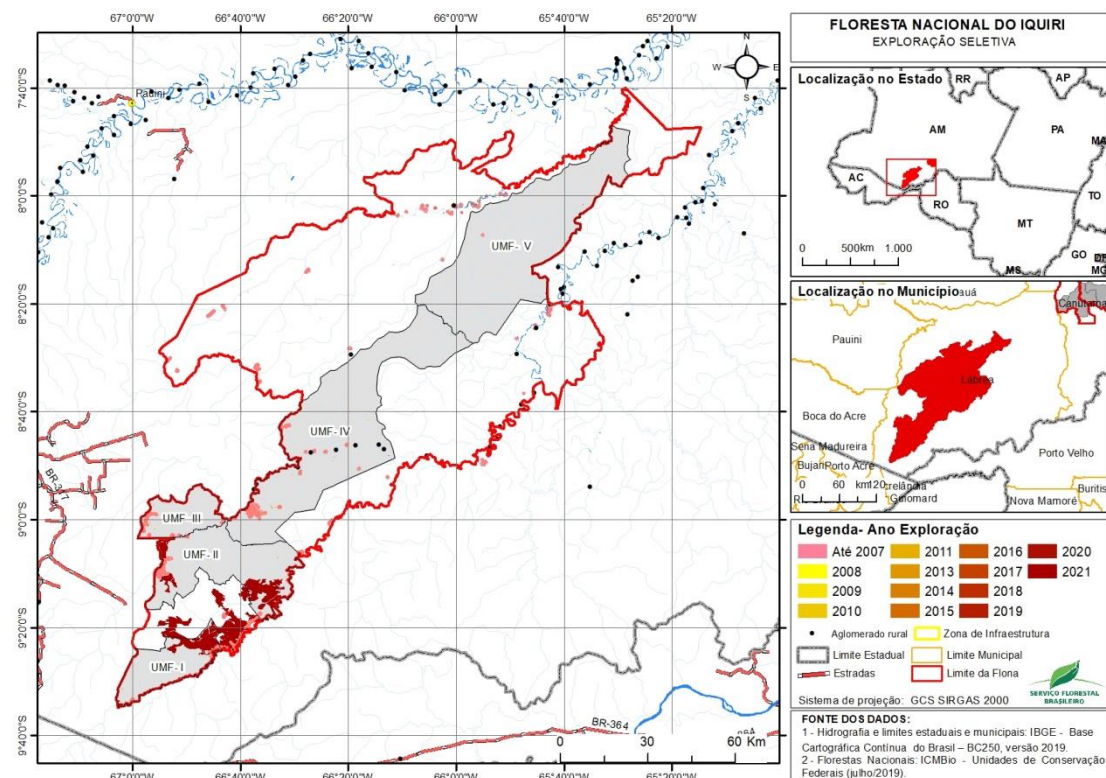
Tabela 4 - Histórico de alteração do solo identificado pelo DETEX na Flona do Iquiri

Ano	UMF					Fora das UMF	Total na Flona (ha)
	I	II	III	IV	V		
1995	0,08	0,49		3,30	0,94	15,42	20,23
1996	0,59			0,08		25,40	26,07
1998	2,47	0,24		12,77		30,41	45,90
1999	5,41	1,04		3,84	0,29	61,52	72,10
2001	1,18			1,63	0,00	4,56	7,36
2003	4,15	51,55			0,00	13,77	69,47
2004	3,22	63,39		1,76	0,00	266,84	335,21
2005	7,69	212,36	46,07	9,86	0,00	95,87	371,86
2006	49,10	61,38	59,24	8,57		379,86	558,15
2007	15,94	19,23	4,87	186,05	0,00	98,49	324,57
2008	16,23	84,31	55,97	24,60	7,85	106,60	295,56

2010	7,12	2,87	6,69	0,91		20,72	38,31
2011	12,36	27,88	62,03	54,40		63,02	219,69
2013	2,25	0,66	3,96	38,27	0,50	19,90	65,53
2015	2,94	2,91	15,10	15,92		77,46	114,33
2016	0,01	1,81	6,94	7,51		90,64	106,91
2017	0,09	30,43	1,94	7,24	5,93	147,80	193,43
2018	0,73	0,34	0,01	10,88		21,31	33,27
2019	1,79	2,95	5,02	0,05		28,52	38,34
2020	0,66	0,71	0,58	0,19	0,04	12,70	14,88
2021	7545,88	11188,65	1,60	1,49	0,18	14.288,66	33.026,46
Total	7.679,89	11.753,20	270,01	389,34	15,72	15.869,47	35.977,62

* 1997, 2002, 2012 e 2014 sem imagens, com baixa cobertura de nuvens disponíveis

Figura 8 - Histórico de exploração seletiva de madeira na Flona do Iquiri



3.4. QUADRO RESUMO

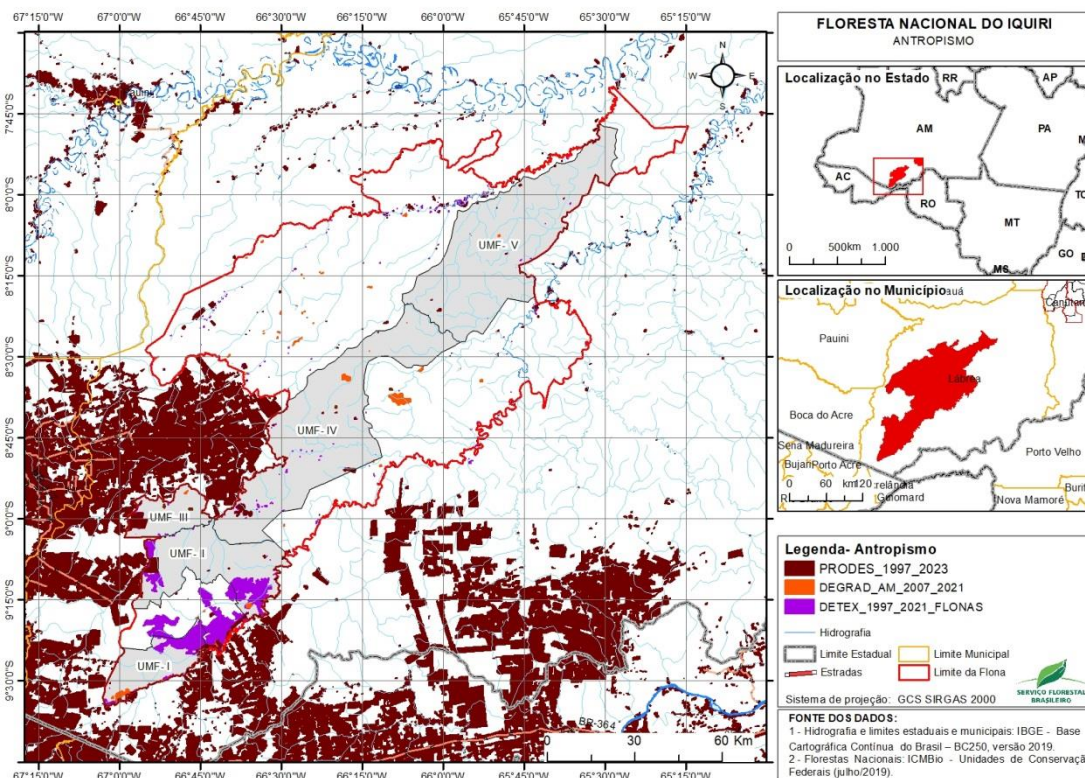
Considerando os antropismos associados a desmatamento, degradação florestal e exploração seletiva de madeira e outros antropismos não detectados pelo PRODES ou DEGRAD, tem-se o seguinte quadro situacional para a Flona do Iquiri (Tabela 5) e para as UMFs (Tabela 6).

Tabela 5 - Resumo do antropismo na Flona do Iquiri

Antropismos	Área (ha)	% da Flona
Desmatamento	10.240,93	0,69%

Degradação florestal	5.822,76	0,39%
Exploração seletiva de madeira e outros antropismos	35.977,62	2,44%
Total	51.420,27	3,48%

Figura 9 - Antropismo na Flona do Iquiri



Considerando que a Floresta Nacional do Iquiri possui 1.476.073 hectares, restam, portanto, um quantitativo de **1.424.665,83 hectares de floresta sem indícios de antropismo** (96,52% da área total).

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	426,36	968,76	7679,89	9.075,00	19,76%	36.862,15	80,24%
II	1.791,74	479,09	11753,20	14.024,04	15,20%	78.249,47	84,80%
III	2.428,88	945,49	270,01	3.644,37	10,88%	29.857,69	89,12%
IV	1.199,58	410,89	389,34	1.999,81	1,00%	197.563,68	99,00%
V	187,95	30,47	15,72	234,14	0,12%	197.253,89	99,88%
Total	6.034,51	2.834,69	20.108,16	28.977,36	9%	539.786,88	91%

*OBS: A área total de DETEX mapeado não foi excluída da área de efetivo manejo, sendo estes polígonos passíveis de exploração dentro do PMFS de cada UMF ou destinadas para área de reserva absoluta.

Na UMF I, que possui 45.937,15 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **36.862,15 hectares de floresta sem indícios de antropismo** (80,24% da área da UMF I). Na UMF II, que possui 92.273,51 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **78.249,47 hectares de floresta sem indícios de antropismo** (84,80% da área da UMF

II). Na UMF III, que possui 33.502,06 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **29.857,69 hectares de floresta sem indícios de antropismo** (89,12% da área da UMF III). Na UMF IV, que possui 199.563,49 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **197.563,68 hectares de floresta sem indícios de antropismo** (99,00% da área da UMF IV). Na UMF V, que possui 197.488,03 ha de área total, restam, portanto, um quantitativo de **197.253,89 hectares de floresta sem indícios de antropismo** (99,88% da área da UMF V).

4. CONCLUSÃO

Foram identificadas intervenções antrópicas de impacto relevante no interior da Floresta Nacional (Flona) do Iquiri equivalente a **51.420,27** ha (3,48% da área da Flona) da cobertura florestal decorrente de corte raso, degradação ou exploração seletiva. Já nas UMFs (I, II, III, IV, V) o grau de antropismo foi de 28.977,36 ha (9% da área total das UMFs).

Vale destacar que para o cálculo da área de efetivo manejo os polígonos mapeados no DETEX foram considerados como áreas aptas ao efetivo manejo.

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. (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