



RELATÓRIO DO CENSO DA FAUNA BRAVA NO COMPLEXO DE MARROMEU

Edição de 2021



MAIO DE 2022



RELATÓRIO DO CENSO DA FAUNA BRAVIA NO COMPLEXO DE MARROMEU

Edição de 2021



COORDENAÇÃO CENTRAL:

Nome	Função
Dr. Madyo Couto	Coordenador do Projecto Áreas de Conservação para Biodiversidade e Desenvolvimento (Mozbio II)
Dr. Agostinho de Nazaré Manguze	Especialista de áreas de conservação do projecto Mozbio II

ELABORADO POR:



CENTRO DE ESTUDOS DE AGRICULTURA E GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS (CEAGRE)
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL (FAEF)
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE (UEM)



EQUIPA TÉCNICA:

Valério A. Macandza
Cornélio P. Ntumi
Faruk P. S. Mamugy
Carlos Manuel Bento
Carmen Nhambe
Núria Monjane
Braga Ambrósio

MAIO DE 2022

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	2
LISTA DE TABELAS.....	3
LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS	4
RESUMO.....	5
CONTEXTO E OBJECTIVOS.....	10
1. METODOLOGIA.....	12
1.1. Área de estudo.....	12
1.2. Breve historial de censos da fauna bravia no Complexo de Marromeu	13
1.3. Censo aéreo.....	15
2.3.1. Desenho da amostragem	15
2.3.2. Equipamento usado, calibração da largura da transecto e procedimento de voo.....	18
2.3.3. Época do ano e período do dia.....	19
2.3.4. Observações e registo de dados	20
1.4. Censo do hipopótamo	21
2.4.1. Amostragem e procedimentos do voo.....	21
2.4.2. Observações e registo de dados	22
1.5. Censo terrestre	22
2.5.1. Desenho experimental e intensidade de amostragem	23
1.6. Análise Estatística dos Dados	26
2.6.1. Censo Aéreo: estimativa da população e precisão.....	26
2.6.2. Censo do hipopótamo	29
2.6.3. Mapeamento da distribuição	29
2.6.4. Censo terrestre	29
3. RESULTADOS.....	33
3.1. Estimativas do tamanho e distribuição da população de cada espécie	38
3.2. Avifauna.....	71
3.3. Distribuição de Actividades humanas.....	73
3.4. Quotas de extracção	76
4. DISCUSSÃO	77
4.1. Tendências do tamanho e distribuição das populações.....	77
4.2. Métodos do censo e abordagem de amostragem.....	78
4.3. Estado de conservação	79
5. CONCLUSÕES	82
6. RECOMENDAÇÕES	82
7. REFERÊNCIAS.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica do Complexo de Marromeu.....	13
Figura 2. Linhas de voo usadas no censo da fauna bravia no Complexo de Marromeu sobrepostos ao mapa de uso e cobertura da terra e bloco onde foi realizado o censo terrestre.	17
Figura 3. Contagem dos animais que ocorrem em grandes manadas, no computador, usando fotografias tiradas durante o voo.....	21
Figura 4. Florestas decíduas húmidas densas no Complexo de Marromeu	22
Figura 5. Localização de transectos do censo terrestre.....	24
Figura 6. Distância perpendicular (x): corresponde à distância entre o animal detectado e o transecto; Distância de avistamento (r): distância do observador até ao animal detectado; Ângulo de avistamento (θ): correspondente ao ângulo da distância do avistamento.	25
Figura 7. Distribuição da densidade de fauna bravia no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	35
Figura 8. Distribuição do búfalo africano no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.	39
Figura 9. Distribuição do elefante Africano no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.	41
Figura 10. Distribuição do hipopótamo no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021. ...	43
Figura 11. Distribuição da piva no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	45
Figura 12. Distribuição do chango no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	47
Figura 13. Distribuição do facocero no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	49
Figura 14. Distribuição da palapala no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.	51
Figura 15. Distribuição da gondonga no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	53
Figura 16. Distribuição da inhala no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	55
Figura 17. Distribuição do elande e cudo no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.	57
Figura 18. Distribuição da imbabala no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	59
Figura 19. Distribuição da zebra no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	61
Figura 20. Distribuição do oribi e impala no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.	63
Figura 21. Distribuição do cabrito vermelho, cabrito cinzento e chengane no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.	66
Figura 22. Distribuição do porco-bravo no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021....	68
Figura 23. Distribuição do macaco-cão e macaco-samango no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.	70
Figura 24. Distribuição e abundância de aves (grou carunculado, grou coroado cinzento, pelicano branco pato-ferrão, jabiru e calau gigante) no Complexo do Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	72
Figura 25. Evidência de actividades ilegais realizadas no CM: exploração da madeira, produção de carvão e inhala morta por uma armadilha de laço.....	74
Figura 26. Distribuição de actividades humanas no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Áreas cobertas pelo censo da fauna bravia no Complexo de Marromeu.	12
Tabela 2. Resumo da amostragem e procedimentos do voo	19
Tabela 3. Taxa de defecação e de decomposição estimadas das espécies de estudo	31
Tabela 4. Número de animais observados durante o censo aéreo, estimativas do tamanho e da taxa de crescimento (r) da população entre os anos 2019 e 2021	33
Tabela 5. Número total de búfalos contados no Complexo de Marromeu	38
Tabela 6. Número total de elefantes contados no Complexo de Marromeu	40
Tabela 7. Número de hipopótamos no Complexo de Marromeu e rio Zambeze (160 km)	42
Tabela 8. Estimativa da população e densidade da piva no Complexo de Marromeu.....	44
Tabela 9. Estimativa da população e densidade do chango no Complexo de Marromeu.....	46
Tabela 10. Estimativa da população e densidade do facocero no Complexo de Marromeu	48
Tabela 11. Estimativa da população e densidade da palapala no Complexo de Marromeu	50
Tabela 12. Estimativa da população e densidade da gondonga no Complexo de Marromeu....	52
Tabela 13. Estimativa da população e densidade da inhala no Complexo de Marromeu.....	54
Tabela 14. Estimativa da população e densidade do elande no Complexo do Marromeu.....	56
Tabela 15 Estimativa da população e densidade do cudo no Complexo de Marromeu	56
Tabela 16. Estimativa da população e densidade da imbabala no Complexo de Marromeu.....	58
Tabela 17. Estimativa da população e densidade da zebra no Complexo de Marromeu.....	60
Tabela 18. Estimativa da população e densidade do oribi no Complexo do Marromeu	62
Tabela 19. Estimativa da população e densidade da impala no Complexo de Marromeu.....	62
Tabela 20. Estimativa da população e densidade do cabrito vermelho no Complexo de Marromeu.....	65
Tabela 21. Estimativa da população e densidade do cabrito chengane no Complexo de Marromeu.....	65
Tabela 22. Estimativa da população e densidade do cabrito cinzento no Complexo de Marromeu.....	65
Tabela 23. Estimativa da população e densidade do porco-bravo no Complexo do Marromeu	67
Tabela 24. Estimativa do número e densidade de grupos de Macaco-cão no Complexo do Marromeu.....	69
Tabela 25. Proposta de taxas e quotas de extracção de espécies de fauna bravia no Complexo de Marromeu	76
Tabela 26. Estado de conservação de espécies de mamíferos observadas no Complexo de Marromeu.....	80

LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS

ANAC – Administração Nacional das Áreas de Conservação

CEAGRE – Centro de Estudos de Agricultura e Gestão dos Recursos Naturais

CM – Complexo de Marromeu

FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IUCN – União Mundial para a Natureza

LC – Limite de Confidência

Mozbio - Projecto Áreas de Conservação para Biodiversidade e Desenvolvimento

PRP – Percentagem Relativa de Precisão

RNM – Reserva Nacional de Marromeu

SE – Erro Padrão (Standard Error)

SIG – Sistema de Informação Geográfica

TdR - Termos de Referência

UEM – Universidade Eduardo Mondlane

RESUMO

A tomada de decisões de gestão da fauna bravia requer o conhecimento do tamanho e distribuição espacial e temporal das populações. No Complexo de Marromeu (CM) a fauna bravia é gerida principalmente para: (i) conservação da biodiversidade, (ii) utilização sustentável através do turismo cinegético e (iii) mitigação do conflito homem-fauna bravia. O censo de fauna bravia no CM foi realizado de 14 de Novembro a 24 de Dezembro de 2021, no fim da estação seca. Os objectivos do censo foram os seguintes: (i) obter estimativas do tamanho das populações de espécies de fauna bravia, (ii) determinar a distribuição espacial de espécies de fauna bravia, (iii) documentar o tipo e distribuição espacial de actividades humanas, e (iv) determinar o estado de conservação de espécies seleccionadas para monitoria pelo projecto Mozbio II, nomeadamente búfalo e palapala. O censo é parte das actividades da componente 2 do projecto, cujo objectivo é fortalecer a gestão das áreas de conservação-alvo e monitorar o estado e distribuição de populações de fauna bravia. O censo realizado é continuidade das actividades de monitoria das populações de fauna bravia pelo projecto Mozbio II iniciadas no ano de 2019.

O censo foi realizado usando uma combinação de censo aéreo e censo terrestre. A área total do CM é de 9.703 km², dos quais 8.155 km² foram cobertos pelo censo aéreo, 1.263 km² pelo censo terrestre e 285 km² foram excluídos por se encontrarem degradados por actividades humanas. O CM foi dividido em dois estratos. O censo aéreo foi usado no estrato consistindo de pradaria de inundação, floresta decídua aberta, arbustos decíduos e áreas cobertas por um mosaico composto por florestas abertas e florestas densas, onde a visibilidade dos animais é boa a moderada. O censo terrestre foi usado num estrato consistindo em manchas extensas de florestas densas, onde a visibilidade dos animais usando censos aéreos é baixa.

Para o censo aéreo foi adoptada a abordagem de censo de área amostral através do estabelecimento de 60 transectos sistemáticos de 400 m de largura, distanciados por 2000 m, que cobriram uma área de 1.642 km², resultando numa intensidade de amostragem de cerca de 20%. Para o búfalo, elefante e hipopótamo foi feita uma contagem de área total. Foi usado um helicóptero Robbison 44 (R-44). A distância total sobrevoada foi de 4.105 km a uma velocidade e altura constantes a 160 km/h e 90 m (300 pés), respectivamente. A taxa de procura de animais nos transectos foi de 1,07 km²/minuto de voo. Durante o sobrevoo foram registados os seguintes dados: espécie e número de indivíduos em cada observação, tipo de

habitat e actividades humanas. Somente espécies de mamíferos com peso corporal ≥ 5 kg foram considerados no censo. A estimativa da população e a precisão da estimativa foram determinados pelo método de Jolly II. O mapeamento da distribuição foi feito usando símbolos graduados no Software ArcMap 10.2.2.

No censo terrestre foram percorridos a pé 36 transectos de 5 km de comprimento e 100 m de largura da faixa de observação, cobrindo uma área de 18 km² numa mancha de 1.263 km², representando uma intensidade de amostragem de cerca de 1,5%. Ao longo dos transectos as espécies foram documentadas através da identificação directa dos indivíduos e através da identificação de evidências indirectas da sua ocorrência, tais como fezes. Ao longo dos transectos foram também registadas evidências de actividades humanas. A densidade e abundância de cada espécie foram estimadas usando o programa DISTANCE.

Foram documentadas 21 espécies de mamíferos durante o censo aéreo e 24 espécies durante o censo terrestre (Tabela 1). As espécies mais abundantes no CM são piva, búfalo, chango, elefante, palapala, gondonga, facocero, zebra, elande e inhala, as quais perfazem 98% do número total de 83.851 animais estimados pelo censo aéreo. As populações de palapala, gondonga, inhala, imbabala, cabrito vermelho, chengane e porco-bravo foram sub-estimadas pelo censo aéreo dada a dificuldade de detectar e contar todos animais quando estes se encontravam nas florestas densas. As populações da maioria das espécies de fauna bravia cresceram desde o censo realizado em 2019 e já atingiram os tamanhos registados antes da guerra civil (1976-1992).

A população do búfalo, uma espécie indicadora para a monitoria do projecto Mozbio II, cresceu de 21.384 indivíduos em 2019 para 22.269 em 2021, uma taxa anual de crescimento exponencial de 2,0%. Em florestas abertas e densas, os censos de área total frequentemente resultam em sub-estimativas do tamanho da população. Portanto, este número absoluto é número mínimo de búfalos no CM. O resultado do censo para a palapala, outra espécie de monitoria do projecto, mostra uma ligeira redução da população. Em períodos do ano com escassez de água e pasto verde, a palapala usa a pradaria de inundação, enquanto que durante a maior parte do ano usa as florestas de miombo. A estimativa da população e a sua distribuição na área de ocorrência são afectadas pelo movimento das manadas entre estes dois habitats. O ano de 2021 foi extremamente húmido, pelo que, a ligeira redução registada pode ter sido causada pelos movimentos de dispersão das manadas para as florestas de miombo de baixa

visibilidade que continham abundante água e pasto verde no período da realização do censo. De modo geral, considera-se que esta espécie tem uma população estável no CM.

As populações do elefante e do hipopótamo, cresceram consideravelmente, de 454 indivíduos em 2019 para 521 em 2021 (taxa de crescimento de 6,9%) e de 164 indivíduos em 2019 para 233 em 2021 (taxa de crescimento de 17,6%), respectivamente. Em ambientes gradientes ambientais elevados (por exemplo, pradaria de inundação – floresta densa), as variações do tamanho das populações entre 2019 e 2021 podem reflectir os movimentos das populações em resposta à variações espaciais e temporais na disponibilidade de água e pasto, não necessariamente o balanço entre a natalidade e a mortalidade.

A distribuição das espécies não se alterou no período entre 2021. A pradaria de inundação e o ecótono entre estas e as florestas, são os habitats de maior concentração de animais, principalmente na Reserva Nacional de Marromeu, sudeste da Coutada Oficial nº 11 e nordeste da Coutada Oficial nº 10. Na Tabela 1 é apresentado o resumo do número de animais observado durante o censo aéreo, estimativas da população e a precisão da estimativa (limite de confiança a 95%).

O censo terrestre permitiu observar espécies que não foram documentadas pelo censo aéreo, nas áreas com densa cobertura florestal, tais como o cabrito azul e o chipene-grisalho. Adicionalmente, maior número de chengane, cabrito cinzento, cabrito vermelho, porco-bravo oribi e cudo foi estimado por unidade de área coberta pelo censo terrestre que pelo aéreo.

O CM sofre uma crescente proliferação de actividades humanas, principalmente pesca na zona costeira e na pradaria de inundação, assentamentos humanos, agricultura itinerante, produção de carvão e extracção ilegal da madeira. A zona central da RNM, sudeste da Coutada nº 11 e nordeste da Coutada nº 10 é a menos afectadas por actividades humanas e é nesta onde foram registadas as densidades mais elevadas da maioria das espécies. A redução da área do CM efectivamente disponível para a fauna bravia causada pela proliferação de actividades humanas, combinada com as alterações hidrológicas que acontecem no Delta do Zambeze, reduz o número total de animais que pode ser sustentado a longo prazo.

Recomendações:

- O censo terrestre mostrou ser útil como complementar do censo aéreo. A robustez da sua inferência depende da sua taxa de cobertura, que neste censo foi de apenas 1,5%. Para melhorar as estimativas das populações, recomenda-se que seja aumentada a intensidade de amostragem no bloco designado para o censo terrestre, através da alocação de mais transectos percorridos a pé ou adicionando o esforço por transectos percorridos usando veículos, incluindo durante o período nocturno;
- Monitorar a condição ecológica e produtiva das pastagens naturais em parcelas permanentes estabelecidas nos diferentes habitats. A monitoria permitirá detectar os impactos das populações animais em crescimento no habitat;
- Elaborar e implementar planos de uso da terra dos distritos do Marromeu, Cheringoma e Muanza de modo a orientar a ocupação da terra para actividades de desenvolvimento social e económico. Isto irá reduzir a progressiva invasão das áreas de conservação pelas comunidades locais, aumentando a sua viabilidade a longo prazo;
- Actualizar as quotas de abate aplicadas no Complexo de Marromeu tendo em conta os resultados de contagens de fauna bravia, os quais permitem estimar quotas que maximizam os benefícios económicos para o sector privado, Estado e comunidades locais de forma ecologicamente sustentável;
- Realizar estudos da estrutura sexual e etária das populações das espécies de monitoria do projecto Mozbio II (búfalo e palapala) para melhor entender a dinâmica destas populações no Complexo de Marromeu.

Tabela 1. Número de animais observados durante o censo aéreo, estimativas do tamanho e da taxa de crescimento (r) da população entre os anos 2019 e 2021

	Espécie	Nº Observado – 2019	Nº Estimado – 2019	Nº Observado – 2021	Nº Estimado – 2021	r (%)
1	Bufalo ¹	21.384	21.384	22.269	22.269	2,0
2	Elefante ¹	454	454	521	521	6,9
3	Hipopótamo (CM) Hipopótamo (rio Zambeze)	164 37	164 – 248 37 – 60	233 31	233 (233 – 373) 31 – 50	17,6
4	Piva	4.769	23.689 (14.950 – 32.428)	5.285	26.252 (16.711 – 35.794)	5,0
5	Chango	3.635	18.056 (12.389 – 23.723)	2.542	12.627 (8.177 – 17.077)	-17,8
6	Facocero	1.508	7.490 (5.185 – 9.796)	1.819	9.035 (6.379 – 11.693)	9,4
7	Palapala	936	4.650 (2.998 – 6.301)	907	4.505 (2.962 – 6.050)	-1,5

8	Gondonga	764	3.795 (2.108 – 5.481)	543	2.697 (1.667 -3.728)	-17,0
9	Inhala	543	2.698 (1.737 – 3.657)	447	2.220 (1.442 – 2.999)	-9,8
10	Zebra	232	1.153 (114 – 2.191)	219	1.087 (1.087 – 2.284)	-2,9
11	Elande	107	532 (107 – 1.094)	182	904 (04 – 1.809)	26
12	Oribi	81	402 (199 – 605)	48	238 (117 – 361)	26
13	Impala	75	373 (75 – 769)	78	387 (50 – 725)	1,8
14	Imbabala	61	303 (190 – 416)	98	487 (301 – 674)	23,7
15	Cabrito vermelho	41	204 (123 – 284)	51	253 (117 – 390)	10,8
16	Macaco cao ²	40	199 (121 – 276)	171	581 (44 – 1.120)	*
17	Porco-bravo	25	124 (26 - 223)	5	25 (5 – 54)	*
18	Chengane	10	50 (10 – 106)	5	25 (5 – 57)	*
19	Cudo	7	35 (7 – 95)	2	10 (2 – 30)	*
20	Cabrito cinzento	2	10 (2 – 24)	9	45 (12 – 78)	*
21	Macaco simango ²	2	10 (2 – 24)	0	0	*
22	Macaco-de-cara-preta ²	0	0	1	5 (1 – 15)	*
23	Grou carunculado ³	107	532 (107 – 1.095)	15	75 (2 – 148)	*
24	Grou coroadado ³	35	174 (55 – 293)	20	99 (9 – 191)	*
	Total de animais, excluindo aves e macacos	34.855	85.554	35.295	83.851	*

¹a contagem foi total

² a estimativa é do número de grupos de macacos e não da população

³ espécies de aves

* taxa de crescimento não estimada devido à baixa precisão da estimativa da população (LC>50%)

CONTEXTO E OBJECTIVOS

A gestão eficaz da fauna bravia para conservação da biodiversidade, exploração sustentável ou controlo do crescimento de populações em casos de conflito homem-fauna bravia requer o conhecimento do tamanho e dinâmica populacional e dos factores que determinam a distribuição espacial e temporal das populações (Bothma, 2002 e Sinclair *et al.*, 2007). O Complexo de Marrromeu (CM) cobre uma área total de 9.703 km². Nesta área a fauna bravia é gerida principalmente para: (i) conservação da biodiversidade, (ii) utilização sustentável através do turismo cinegético e (iii) mitigação do conflito homem-fauna bravia através do abate ou afugentamento de animais envolvidos em conflitos com a população humana.

O CM já teve uma das maiores densidades de fauna bravia na África Austral (Tello e Dutton, 1979). Todavia, devido à guerra civil (1976 – 1992) e à caça furtiva, populações de muitas espécies sofreram drásticos declínios. Com o fim da guerra civil e reinício da implementação de acções de protecção da fauna bravia e dos seus habitats, os efectivos animais têm estado a aumentar. Esta área é uma das que possui elevado valor de conservação da biodiversidade ao nível nacional. Em termos de fauna bravia, os atributos que tornam elevado o valor biológico do CM são os seguintes:

- Populações diversas e abundantes de grandes mamíferos, incluindo uma das maiores densidades efectivas de búfalo do continente Africano, a ocorrência de espécies ameaçadas tais como o cão selvagem – *Lycaon pictus* (em Perigo, de acordo com IUCN, 2021), o elefante Africano – *Loxodonta africana*, o hipopótamo – *Hippopotamus amphibius*, o leopardo – *Panthera pardus* e os reintroduzidos leão – *Panthera leo* e a chita – *Acinonyx jubatus* (Vulneráveis, de acordo com IUCN, 2021);
- A maior concentração de aves aquáticas em Moçambique, incluindo o grou coroadado cinzento - *Balearica regulorum* (em Perigo), grou carunculado - *Bugeranus carunculatus* (Vulnerável), uma das maiores colónias do pelicano branco - *Pelecanus onocrotalus* a procriar na África Austral. A concentração de aves aquáticas foi uma justificação importante para a proclamação do CM como sítio Ramsar através da Resolução nº 45/2003 do Conselho de Ministros.

Nas áreas de conservação de Moçambique, o turismo cinegético é actividade que mais receita produz. Para maximizar os benefícios económicos desta actividade é necessário que os operadores sejam atribuídos quotas de abate de animais que representam a Colheita Máxima

Sustentável (CMS) de cada espécie alvo de caça. A CMS depende do tamanho da população, taxa de crescimento e da capacidade de carga do habitat. A extracção da CMS mantém a população animal produtiva e evita uma redução da taxa de crescimento dependente da densidade.

No CM, censos de fauna bravia vêm sendo periodicamente realizados desde 1990 e o mais recente foi realizado em 2019. A monitoria da abundância e distribuição das populações é necessária para detectar a tendência destes parâmetros no tempo e no espaço, para permitir a tomada de decisões de gestão com base em evidências científicas.

Neste contexto, o Centro de Estudos de Agricultura e Gestão de Recursos Naturais (CEAGRE) da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF), da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), realizou um censo da fauna bravia no CM, com o objectivo geral de obter estimativas da abundância, densidade, distribuição e estado de conservação de espécies de mamíferos de médio e grande porte. De acordo com os Termos de Referência (TdR), os objectivos específicos são os seguintes:

- Contar, registar e georreferenciar a presença de espécies de fauna bravia de médio e grande porte, incluindo a sua abundância e tamanho das manadas;
- Contar, registar e georreferenciar as carcaças de elefantes e búfalos;
- Registar e georreferenciar ecossistemas ou habitats nos quais os animais são vistos;
- Registar e georreferenciar as áreas de ocorrência de actividades de desmatamento;
- Contar, registar e georreferenciar a presença de assentamentos humanos, animais domésticos, campos de cultivo, acampamentos de pesca, outras estruturas e infra-estruturas humanas permanentes ou temporárias e quaisquer actividades ilegais, incluindo áreas de mineral ilegal;
- Contar e georreferenciar as fontes de água natural; e
- Treinar técnicos da Reserva Nacional de Marromeu (RNM) e Administração Nacional das Áreas de Conservação (ANAC) sobre como conduzir censos aéreos de fauna bravia.

O censo enquadra-se na Componente 2 do Projecto Áreas de Conservação para Biodiversidade e Desenvolvimento (Mozbio II). Um dos principais objectivos desta componente é fortalecer a gestão das áreas de conservação-alvo e monitorar o estado e distribuição de populações de

fauna bravia. Os resultados deste censo são de aplicação directa na atribuição de quotas de abate para a obtenção de uma colheita máxima sustentável no turismo cinegético nas Coutadas Oficiais do CM e na implementação de acções para a conservação de habitats e mitigação de actividades ilegais que afectam as populações de fauna bravia e seus habitats.

1. METODOLOGIA

1.1. Área de estudo

No CM a área abrangida pelo censo foi de 9.703 km² nos distritos de Marromeu, Cheringoma e Muanza, província de Sofala. Esta área inclui a RNM e as Coutadas Oficiais nº 10, 11, 12 e 14. Os tipos de habitats da fauna bravia predominantes são: (1) a pradaria de inundação, (2) florestas e (3) corpos de água. O rio Zambeze, no troço desde a Ponte Armando Emílio Guebuza (distrito de Caia) até cerca de 53 km a Este da vila de Luabo foi abrangido pelo censo de hipopótamos numa extensão de cerca de 160 km (Tabela 2) (Figura 1).

Tabela 1. Áreas cobertas pelo censo da fauna bravia no Complexo de Marromeu.

Área de conservação	Área (Km²)
Reserva Nacional de Marromeu	1.556
Coutada oficial nº 10	2.605
Coutada oficial nº 11	1.868
Coutada oficial nº 12	2.732
Coutada oficial nº 14	942
Total	9.703

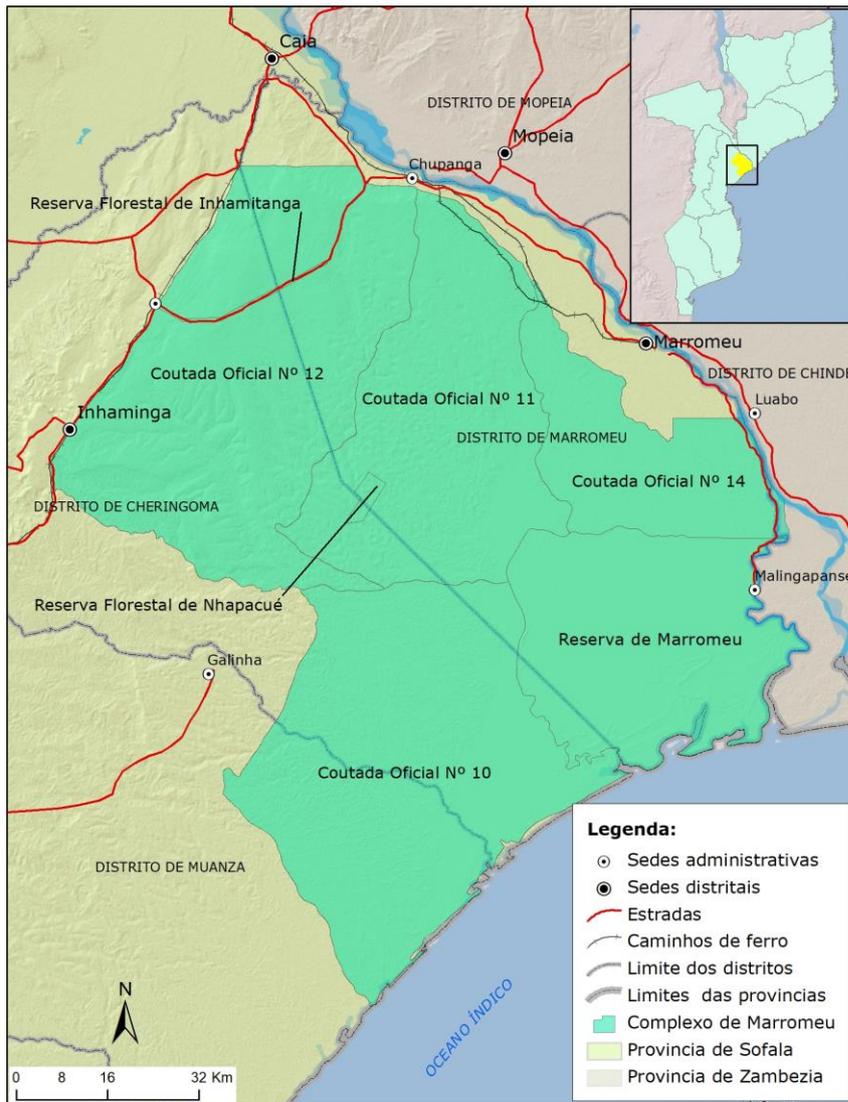


Figura 1. Localização geográfica do Complexo de Marromeu.

1.2. Breve historial de censos da fauna bravia no Complexo de Marromeu

O CM tem uma longa história de censos de fauna bravia, com registos de censos datados dos anos 1960 (Tinley, 1969). No período pós-independência, o primeiro censo no CM foi realizado em 1977 e 1978 por Tello e Dutton (1979). Este censo revelou que o CM era uma das áreas com elevadas densidades de herbívoros de médio e grande porte em África, com cerca de 110.590 animais e uma densidade de 23,9 animais/Km² na pradaria de inundações. Em 1990, foi realizado um censo usando uma avioneta Cessna 210 a uma intensidade de amostragem de 10% e foi registado um declínio severo das populações animais (Anderson *et al.*, 1990), como consequência da guerra civil que afectou o país entre 1976 e 1992. Por exemplo, o censo

mostrou que a população de búfalo declinou de 30.394 indivíduos estimados em 1977/8 para 3.696 estimados em 1990. Em 1994, Cumming *et al.* (1994) realizaram um censo usando uma avioneta Cessna 206 a uma intensidade de 9,76%. Em 2001, o censo realizado por Dutton *et al.* (2002) usando um helicóptero Bell 206, resultou numa intensidade de amostragem de 25%. Beilfuss *et al.* (2010) em 2008 e 2009 realizaram censos aéreos com helicóptero Robinson 44 (R-44) a uma intensidade de 40% na pradaria de inundação e censo total no ecótono entre a pradaria de inundação e as florestas de miombo, tendo estimado 16.124 indivíduos de 11 espécies de mamíferos na pradaria de inundação. Em 2014, o censo aéreo concentrou-se numa área de 2.307 km² da pradaria de inundação, cobrindo a RNM e uma estreita área adjacente a uma intensidade de amostragem de 20% (Grossmann *et al.*, 2014). Estes autores estimaram uma população animal composta por 23.895 indivíduos de 13 espécies, em 2.307 km², o que corresponde a uma densidade de 10,36 animais/km². Beilfuss *et al.* (2010) e Grossmann *et al.* (2014) excluíram as áreas cobertas por florestas de miombo, devido à baixa visibilidade dos animais durante censos aéreos neste habitat. O censo aéreo realizado em 2016 cobriu todo o CM a uma intensidade de amostragem de 20% usando helicóptero R-44 (CEAGRE, 2017). Porém, este autor reportou dificuldades de visibilidade e detecção de animais nas florestas densas que cobrem a parte norte das Coutadas oficiais nº 11 e 12, tendo recomendado a necessidade de estratificação do CM e a consideração de outros métodos de inventariação da fauna bravia neste habitat. CEAGRE (2017) estimou uma população animal composta por 68.891 indivíduos de 18 espécies em 9.446 km², o que corresponde a uma densidade de 7,29 animais/km². Em 2019, o CEAGRE realizou censo aéreo numa área de 8.155 km² e censo terrestre numa área de 1.263 km². Na área abrangida pelo censo aéreo o número total de animais foi estimado 85.554 animais de 21 espécies, correspondente a uma densidade de 10,49 animais/km² (CEAGRE, 2020).

Apesar de diferenças nos métodos do censo, intensidade da amostragem ou área abrangida, os resultados dos quatro últimos censos aéreos (Beilfuss *et al.*, 2010; Grossmann *et al.*, 2014, CEAGRE, 2017 e CEAGRE, 2020), mostram que as populações da maioria das espécies de fauna bravia estão a registar uma rápida recuperação resultante das medidas de protecção. O crescimento das populações é também indicador de uma caça ecologicamente sustentável nas Coutadas oficiais. A monitoria do tamanho e distribuição das populações de fauna bravia pelo projecto Mozbio II e pela Administração Nacional das Áreas de Conservação (ANAC) será feita nos anos 2019, 2021 e 2023 mantendo o mesmo equipamento, intensidade de amostragem, área abrangida e unidades de amostra (transectos) de modo a gerar resultados

comparáveis entre os anos e detectar tendências do tamanho e distribuição da população de cada espécie.

Existem vários métodos que são usados para o censo da fauna bravia. Geralmente, em áreas muito extensas, o método mais viável é o método de censo aéreo (Sutherland, 1996). Contudo, em áreas cobertas por florestas densas que impossibilitam a observação de animais, ou topografia acidentada que dificulta a sua realização, os censos aéreos não são recomendados (WWF, 2004), recomendando-se censos terrestres. Usando o mapa de uso e cobertura da terra de Moçambique em 2016 produzido por FNDS (2019), o CM foi dividido em dois estratos: (1) pradaria de inundação, floresta decídua aberta, arbustos decíduos e áreas cobertas por um mosaico composto por florestas abertas e florestas densas e (2) manchas extensas e homogéneas cobertas por florestas densas (Figura 2). No estrato 1 a visibilidade varia de boa na pradaria de inundação a moderada nos restantes habitats. Neste estrato foi usado o censo aéreo, adoptando a abordagem de censo de área amostral (“*sample area count*”) (Bothma, 2002) a uma intensidade de amostragem de 20% para facilidade de comparação com os censos aéreos mais recentes, realizados em 2016 e 2019 (ver detalhes na secção 2.3). No estrato 2 a densa cobertura florestal dificulta a visibilidade e o censo aéreo dos animais, pelo que neste estrato foi usado o censo terrestre (“*drive count*”) (ver detalhes na secção 2.5).

1.3. Censo aéreo

2.3.1. Desenho da amostragem

Os transectos para o censo aéreo foram desenhados usando o programa Manifold em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), usando uma amostragem sistemática. Com base nas coordenadas geográficas do limite do estrato 1 e na indicação da orientação dos transectos e do espaçamento entre estes, o Software produziu transectos ou linhas de voo sistemáticos. A área total do CM é de 9.703 km². Desta área, a área coberta pelo censo terrestre (1.263 km²) e as áreas invadidas pelas plantações de cana-de-açúcar da empresa Companhia de Sena e pelas comunidades locais na Coutada oficial nº 14 (285 km²) foram excluídas do estudo, reduzindo a área abrangida pelo censo aéreo para 8.155 km².

Número, orientação e largura dos transectos: em censos aéreos de área amostral, para a mesma intensidade da amostragem, a precisão da estimativa do tamanho da população aumenta com o número de unidades amostrais (transectos) e com a redução da variabilidade em atributos

ecológicos entre os transectos. Sendo assim, para aumentar o número de transectos, estes tiveram uma orientação Este-Oeste, perpendicularmente ao maior comprimento do CM. Os transectos foram também orientados perpendicularmente ao ecótono entre a pradaria de inundação e a floresta de miombo (Figura 2). Esta orientação permitiu que os transectos tivessem, ao longo do seu percurso gradientes ecológicos, atravessando habitats potencialmente diferentes em diversidade e densidades de espécies de fauna. As coordenadas de início e fim e o comprimento de cada transecto estão apresentados no anexo 1. Essas coordenadas estiveram em UTM e foram transferidas para um receptor de Sistema de Posicionamento Geográfico (GPS) no helicóptero Robinson-44 (R-44) antes do início do censo para orientar a navegação do piloto durante o censo.

Foram planejados e sobrevoados 60 transectos de 400 m de largura, sendo 200 m de cada lado do helicóptero, conforme sugerido por Bothma (2002) e usado nos censos aéreos mais recentes no CM (Grossmann *et al.*, 2014, CEAGRE, 2017 e 2020). O comprimento e, por isso, a área, variou entre os transectos, resultando em unidades amostrais desiguais. A distância entre os transectos sistemáticos foi de 2.000 m (Figura 2).

Intensidade da amostragem: foram sobrevoados transectos que cobriram cerca de 4.105 km no sistema geográfico, que, a uma largura do transecto de 400 m resulta em 1.642 km² de área onde a fauna bravia foi efectivamente contada, permitindo uma intensidade de amostragem de 20%. Tal como no censo realizado em 2019, a taxa de procura de animais nos transectos foi de 1,07 km²/minuto de voo, uma taxa próxima a taxas usadas em censos recentes no CM (e.g. 1,01 km²/minuto – Grossmann *et al.*, 2014 e 1,05 km²/minuto – CEAGRE, 2017). O censo aéreo teve a duração de 7 dias (14 – 20 de Novembro de 2021).

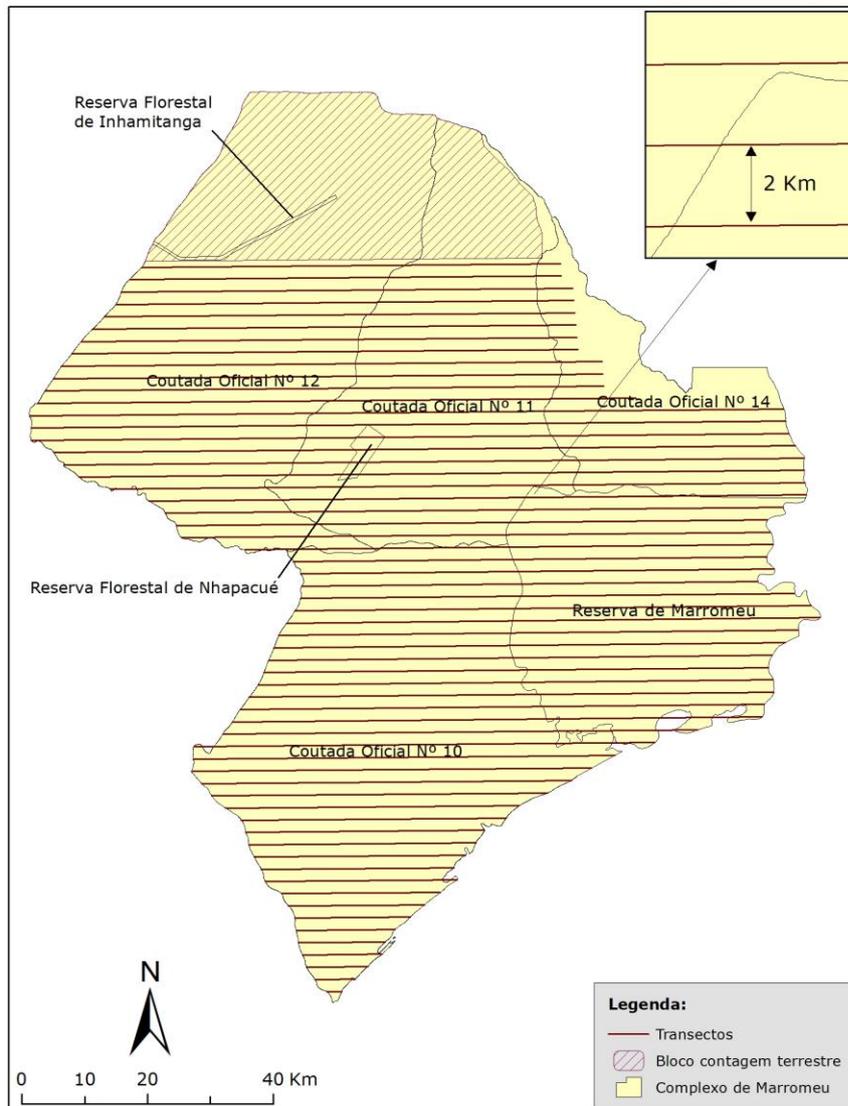


Figura 2. Linhas de voo usadas no censo da fauna bravia no Complexo de Marromeu sobrepostos ao mapa de uso e cobertura da terra e bloco onde foi realizado o censo terrestre.

Para espécies chaves no ecossistema, tais como, o búfalo e o elefante, tal como na maior parte dos censos anteriores no CM, foi feito um censo de área total (“total area count”). Para o efeito, se manadas destas espécies fossem vistas fora da largura do transecto, o piloto desviava o helicóptero para registar os dados dessas espécies (estimativa do número, fotografia da manada e registo das coordenadas geográficas) e depois retornava ao ponto de desvio para continuar com o voo ao longo do transecto.

2.3.2. Equipamento usado, calibração da largura da transecto e procedimento de voo

Equipamento do censo: tal como nos censos mais recentes (CEAGRE 2017, 2020), foi usado um helicóptero Robinson - 44 (R-44), equipado com um altímetro radar e um receptor Garmin GPSmap 60CSx. O helicóptero estava equipado com um sistema de microfones e auscultadores que permitiu comunicação interna entre os membros da equipa do censo e reduziu o efeito negativo do ruído do helicóptero na concentração dos observadores, o permitindo uma boa qualidade da observação e contagem dos animais. Foi usado o helicóptero da empresa *Wildlife Helicopters* – Mozambique, registada em Moçambique e com permissão para sobrevoar o espaço aéreo nacional. Para melhorar a detenção dos animais, as portas do helicóptero foram retiradas durante os voos das contagens (Fritsch et al., 2021).

Calibração da largura do transecto: Antes do início do censo aéreo foi feita a calibração do helicóptero para definir-se a largura da faixa da contagem para os observadores. Para o efeito, na pista de Mungari rio (acampamento da Coutada oficial nº 11), o helicóptero posicionou-se numa linha de voo e foram colocados marcos a 200 m de cada lado deste. O helicóptero elevou-se com os observadores posicionados em cada lado. À medida que o helicóptero se elevava, os observadores anotavam a altitude conforme a indicação do altímetro radar, até que o helicóptero estivesse a 300 pés (90 m). O observador de cada lado mirava no marco a 200 m e com base nesse marco colocava uma fita adesiva no suporte da janela posterior do helicóptero. A fita adesiva definiu o ângulo de observação para que quando o helicóptero sobrevoasse a 300 pés, a largura da faixa da contagem na superfície do solo fosse de 200 m para o observador.

Procedimento de voo e composição da equipa do censo: Um dos pressupostos do censo aéreo é que todos os animais presentes nos transectos são detectados e contados. Para aumentar a probabilidade de detectar os animais presentes nos transectos (faixa de observação), o helicóptero sobrevoou a área a uma velocidade baixa e constante (90 nós, aproximadamente 160 km/h) e a baixa altitude e constante (300 pés – 90 m) sobre o nível do solo (Bothma, 2002; Grossmann *et al.*, 2014; CEAGRE, 2017, 2020). Estes parâmetros de voo (altura e velocidade) conferiram aos observadores tempo suficiente para procurar e contar os animais nos transectos, a uma taxa de procura de 1,07 km²/minuto de voo. A navegação ao longo dos transectos foi feita pelo piloto, com auxílio do receptor de GPS e seu indicador de direcção. O piloto, através do altímetro radar controlava a altura de voo, mantendo-a constante sobre o nível do solo, por

forma a manter a largura da faixa da contagem calibrada para cada observador. A equipa do censo estava composta por quatro membros: piloto (Dustin Haldane), registador (Valério Macandza) e dois observadores (esquerdo e direito) (Cornélio Ntumi, Carlos Bento e Faruk Mamugy), de forma intercalada.

Tabela 2. Resumo da amostragem e procedimentos do voo

Área (km ²)	8.155
Área amostrada (km ²)	1.642
Espaçamento dos transectos (m)	2.000
Orientação dos transectos (graus)	90
Nº de transectos	60
Comprimento médio dos transectos (km) média±desvio padrão	68±31
Largura do transecto (m)	400
Velocidade do voo (km/h)	160 km/h
Taxa de procura (km ² /min)	1,07

2.3.3. Época do ano e período do dia

O censo aéreo foi realizado no período de 14 a 20 de Novembro de 2021, fim da época seca. Neste período, geralmente maior parte das folhas das árvores e arbustos decíduos estão caídos, e tanto a visibilidade como a detectabilidade dos animais pelos observadores são elevadas, o que aumenta a precisão dos resultados. No entanto, no CM existe um número considerável de espécies de árvores sempre verdes, o que terá de certo modo afectado a visibilidade e a detectabilidade das espécies que habitam áreas com vegetação arbórea densa, resultando em sub-estimativas do tamanho das populações dessas espécies. Em áreas com pradarias que ficam inundadas durante a estação chuvosa, adjacentes à florestas não inundadas, maior parte das espécies de fauna bravia usa as florestas durante a estação chuvosa e movimenta-se às pradarias de inundação durante a estação seca quando estas têm menos água e mantêm abundante pasto verde. Portanto, o fim da estação seca é o período de maior congregação de animais de diferentes espécies na pradaria de inundação, onde a probabilidade de detecção é elevada.

Os voos para o censo foram realizados nas horas mais frescas do período diurno e que coincidem com o período de maior actividade de pastoreio pelos animais (6:00 – 10:00h e 15:00 – 18:00h) e nos dias de boa visibilidade (ex: poucas nuvens e sem ventos fortes). Em

todos os dias a visibilidade foi boa (ex: céu limpo) e não houve ventos fortes. Dentro destes períodos, foram feitos intervalos para descanso ou mudança dos observadores, por forma a evitar o efeito negativo da fadiga na qualidade dos resultados do censo. A duração de cada secção de contagem foi em média de 2 horas e 30 minutos.

2.3.4. Observações e registo de dados

Durante o voo foram realizadas as seguintes actividades:

- a) Observação, identificação e contagem de mamíferos: todos os animais vistos pelos dois observadores dentro das faixas de observação foram anunciados para registo pelo registador, incluindo a espécie, número de indivíduos e tipo de habitat. Para casos de grandes manadas e que não fosse possível contar os indivíduos com exactidão, o tamanho do grupo foi estimado pelos observadores e tiradas fotografias para posterior contagem de indivíduos no computador usando o Software ArcMap 10.2.2 (Figura 3);
- b) Carcaças de elefantes e búfalo: as carcaças foram registadas e classificadas seguindo Douglas-Hamilton e Hillman (1981) em frescas, recentes, velhas e muito velhas;
- c) Censo de espécies de aves ameaçadas: o número de indivíduos de espécies de aves ameaçadas ao nível internacional tais como o grou coroado cinzento, grou carunculado, pelicano branco e calau gigante foi registado;
- d) Actividades antropogénicas: actividades humanas tais como habitações, actividades que perturbam e degradam o habitat (ex: agricultura e exploração de recursos florestais), evidências de caça furtiva (ex: acampamentos de caçadores furtivos) e assentamentos humanos sazonais (ex: acampamentos de pescadores) foram registadas;
- e) As coordenadas geográficas de todas as observações foram registadas por meio de um GPS para posterior mapeamento da distribuição.

Ao longo do transecto, os observadores anunciavam as observações relevantes, o registador marcava o ponto/coordenadas geográficas de cada observação no GPS e registava o número do ponto e as observações num bloco de notas. Depois do fim de cada secção de contagem, os pontos do GPS eram baixados no computador, os dados das observações nesse ponto digitalizados e os indivíduos em grandes manadas contados no computador (Figura 3).

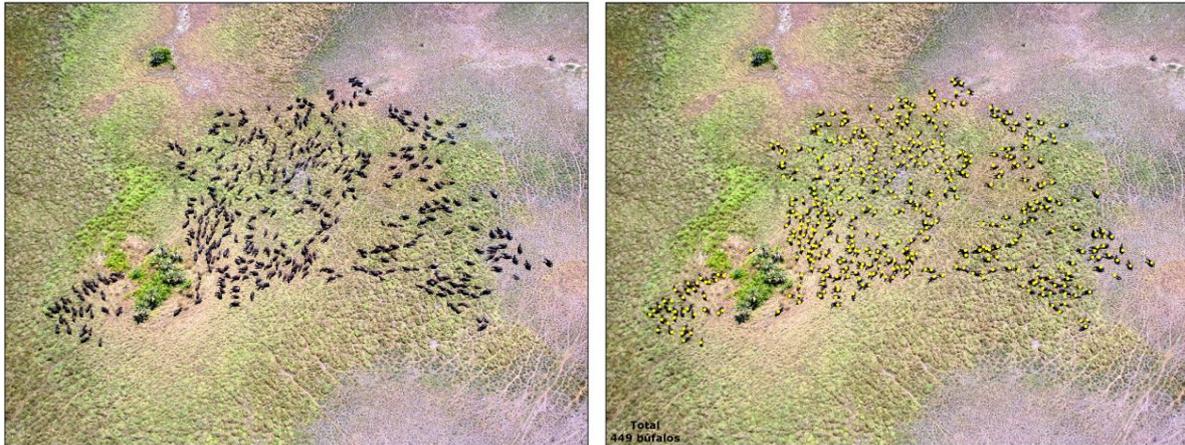


Figura 3. Contagem dos animais que ocorrem em grandes manadas, no computador, usando fotografias tiradas durante o voo.

1.4. Censo do hipopótamo

2.4.1. Amostragem e procedimentos do voo

Os TdR determinam que o censo do hipopótamo devia ser realizado seguindo a metodologia usada no censo realizado pela Bass Air Aviation em 2016. Porém, os habitats de hipopótamos no CM não são longos rios como os avaliados pela Bass Air Aviation. No CM os hipopótamos habitam pequenas lagoas e linhas de drenagem geralmente com abundante papiro (*Typha* spp.), ciperáceas e caniço (*Phragmites* spp.) nas suas margens. Sendo assim, a metodologia teve que ser ajustada ao tipo de habitat. As lagoas e linhas de drenagem com água suficientemente profunda para serem habitados por hipopótamos foram detectadas durante o voo em transectos para a contagem geral da fauna bravia. Quando estes corpos de água fossem encontrados, eram procurados e contados hipopótamos. Quando necessário, o helicóptero desviava da linha do voo para permitir a contagem em todo o corpo de água. Portanto, foi adoptada a abordagem de contagem de área total (“*total area counts*”). O rio Zambeze, no troço desde a Ponte Armando Emílio Guebuza (distrito de Caia) até cerca de 53 km a Este da vila de Luabo foi abrangido pelo censo do hipopótamo, numa extensão de cerca de 160 km. A ampla largura do rio e o elevado número de ramificações do rio nesta região e todas com abundante água reduziu a percentagem do leito do rio cobertura pelos observadores durante o censo. Os cursos de água com mangal nas suas margens não foram percorridos por consistirem em águas salobras não adequadas como habitat para hipopótamo.

2.4.2. Observações e registo de dados

O número de hipopótamos vistos nos corpos de água ou foras destes foi registado. Foram tiradas sucessivas fotografias aos grandes grupos de hipopótamos para posterior contagem dos indivíduos em cada uma das fotos e determinação do factor de correcção para minimizar erros de disponibilidade, conforme descrito por Mackie *et al.* (2012) e Bass Air Aviation (2017). As coordenadas geográficas de todas as observações de hipopótamos e actividades humanas foram registadas no GPS para mapeamento da distribuição.

1.5. Censo terrestre

O método de censo terrestre foi usado em áreas cobertas predominantemente por florestas decíduas húmidas densas (Figura 4), onde a densidade de árvores dificulta a visualização, identificação e contagem da fauna durante o censo aéreo.



Figura 4. Florestas decíduas húmidas densas no Complexo de Marromeu

Nestas áreas foi usada uma combinação de métodos directos (contagem directa dos animais) e indirectos (contagem de fezes e outros vestígios deixados pelos animais). A recolha de dados foi realizada de 15 a 24 de Novembro de 2021 no fim da estação seca, numa área florestal de

cerca de 1.263 Km² distribuída entre as Coutadas nº 11 e 12. Na contagem terrestre os equipamentos e materiais usados foram os seguintes:

- Máquinas fotográficas (Canon EOS 12000D)
- GPS (GARMIN 66S)
- Binóculos (PENTAX SP 10x50)
- Range finder (GLM 80)
- Guias de identificação de mamíferos e/ou seus sinais (Walker, 1996; Cillié, 2004; Stuart Stuart, 2001, Cillié, 2015)
- Fichas de campo
- Lápis

2.5.1. Desenho experimental e intensidade de amostragem

Censo terrestre usando caminhadas a pé

Para aumentar a probabilidade de observações de espécies, foram formados logo no início quatro equipas de observação compostas por três integrantes cada (um investigador e dois pisteiros por equipa). Em seguida, efectuou-se um treinamento prévio para todos os integrantes das equipas sobre técnicas de observação de fauna terrestre usando métodos directos e indirectos, como colher os dados e quais os aspectos importantes na amostragem em censos terrestres.

Cada equipa percorreu a pé um transecto linear de 5 km por dia. No total foram percorridos 36 transectos, totalizando 180 Km. Considerando a distância máxima do objecto detectado na contagem de 50 metros de cada lado do pesquisador (total 100 m de largura da faixa de observação), a área total coberta pela amostragem foi de cerca de 18 km², ou seja, cerca de 1.5% da área de 1.263 Km² abrangida pelo censo terrestre (Figura 5). O tempo máximo de esforço para um transecto foi de cerca de 6 horas, o que equivale a um total de 216 horas de esforço para toda a área amostrada. A determinação do número total de indivíduos foi posteriormente extrapolada para a área total do bloco planificado para o censo terrestre.

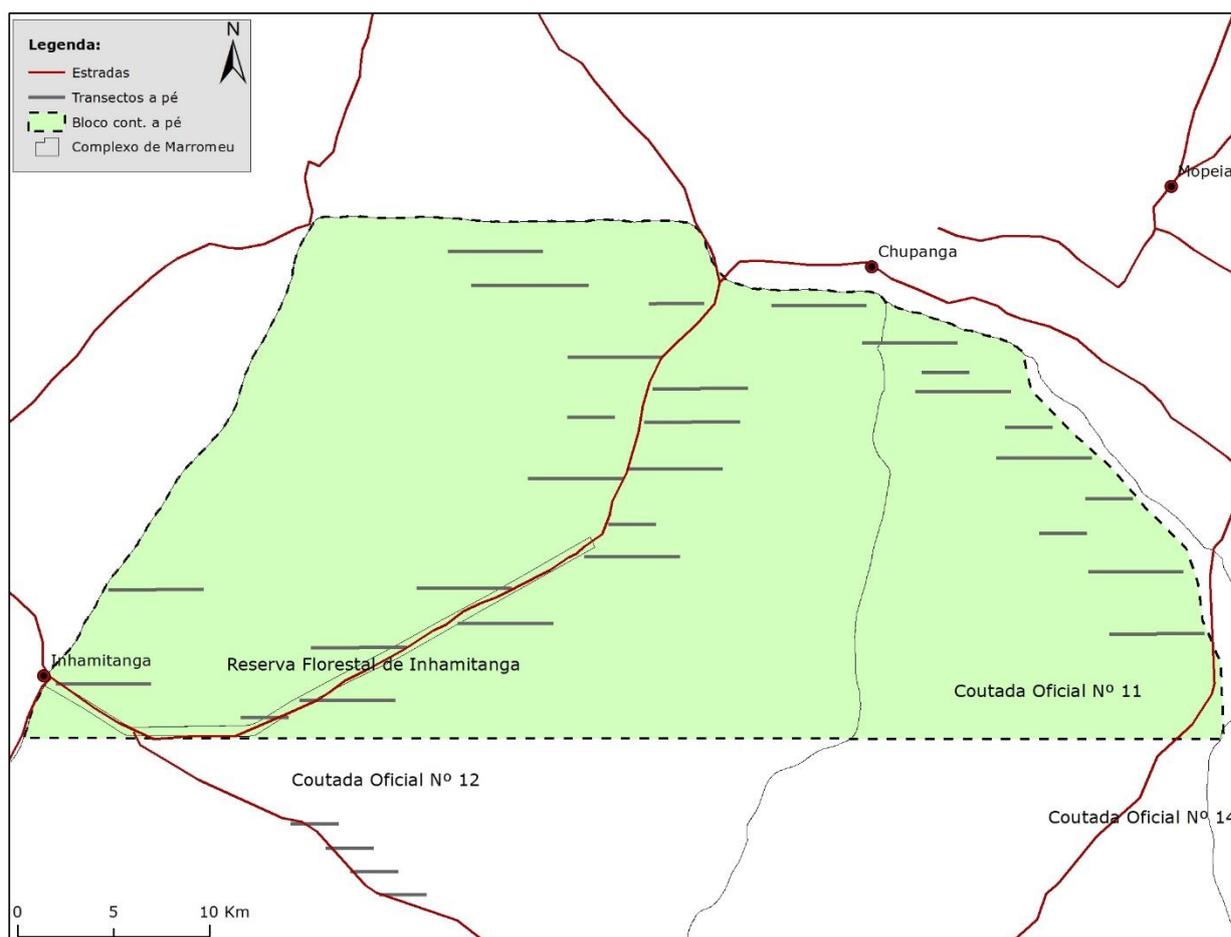


Figura 5. Localização de transectos do censo terrestre

Cada equipa era liderada por um pesquisador, que era o observador central; os dois pisteiros eram observadores laterais. O observador central foi responsável principalmente pelo registo de observações directas e indirectas, e por garantir que as regras de observação fossem devidamente obedecidas. Os observadores laterais foram responsáveis principalmente por detectar os animais e/ou as suas evidências indirectas.

Para as observações directas, foram foram registadas a distância perpendicular e de avistamento para cada animal detectado usando um medidor de distância digital (*Range finder GLM 80*). Identificou-se o nome da espécie observada com recurso aos guias de campo de modo a assegurar a correcta identificação, o número de indivíduos e o tipo de habitat.

Nas observações indirectas para cada aglomerado de pelotas fecais observado, foi feito o registo das seguintes medidas: nome da espécie, o estágio de decomposição, a distância perpendicular a partir do transecto ao depósito de fezes, a distância de avistamento, ângulo de

avistamento, o comprimento do transecto percorridos na posição onde foi observada a pelota (Figura 6). Foram tiradas fotografias dos vestígios de presença de fauna observados.

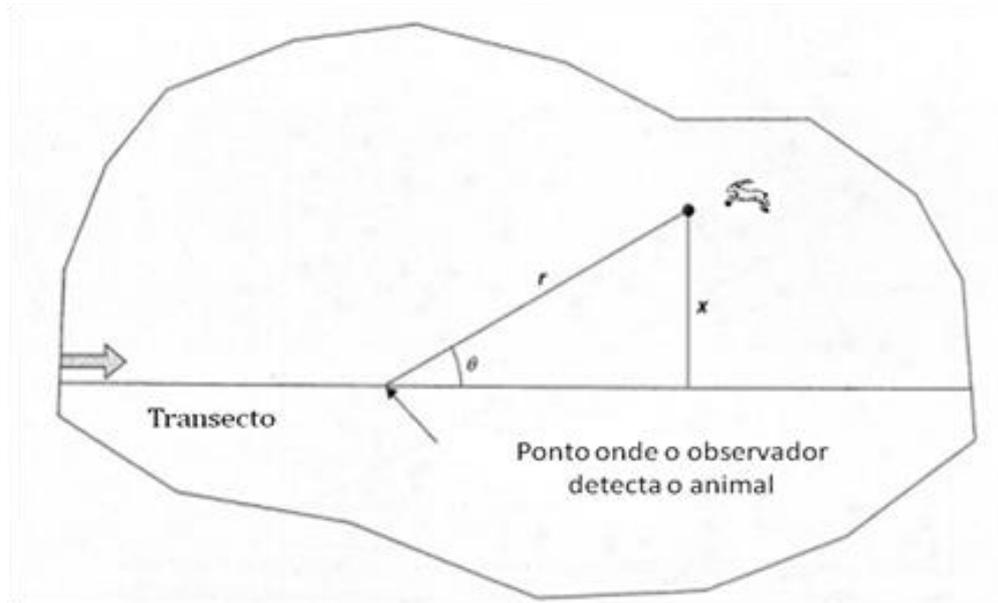


Figura 6. Distância perpendicular (x): corresponde à distância entre o animal detectado e o transecto; Distância de avistamento (r): distância do observador até ao animal detectado; Ângulo de avistamento (θ): correspondente ao ângulo da distância do avistamento.

Censo terrestre usando veículo

Os levantamentos usando veículo foram feitos nas manhãs das 7 às 9h, e nas tardes, das 16 às 18h, período de maior actividade da fauna (Roos, 2011). Para o efeito foram percorridas aleatoriamente algumas estradas das Coutadas nº 11 e 12 usando um veículo a todo terreno (Ford Ranger) e binóculos da marca Pentax 10x50 CF de longo alcance e um GPS Garmin 66S. No total foram percorridos cerca de 115 Km. A fraca cobertura da rede de vias de acesso é um constrangimento para o uso deste método.

Os binóculos foram usados em casos em que a distância de avistamento não permitia identificar a espécie e o número dos animais. As obtenções das distâncias foram feitas respeitando o alcance do olho humano.

O veículo tinha 4 observadores, dois na parte frontal e dois na parte traseira dispostos em lados opostos, permitindo deste modo observar a parte frontal e as partes laterais dos transectos.

As amostragens foram feitas uma vez por cada transecto não se permitindo a repetição da amostragem durante o regresso. O veículo moveu-se suficientemente lento para detectar

animais na linha de transecto e a maioria dos que estavam por perto. A velocidade variou de 10 á 20km/h.

O registo da distância perpendicular e ângulo de avistamento foi tomado na posição inicial de observação do animal antes de qualquer movimento em resposta à presença do observador. Em casos em que o animal se movia sem se obter os dados necessários, fixou-se o ponto inicial em que o animal foi observado e registou-se o ângulo e a distância perpendicular e de avistamento. Contudo, não foi possível determinar as estimativas de densidade de espécies usando o programa Distance, porque o número de observações não foi suficiente para calcular estimativas de densidade com relativa precisão, isto é, não apresentam os critérios necessários para obter estimativas fiáveis. Foi reportado apenas o número de animais observados pelo método de observação directa durante amostragem.

1.6. Análise Estatística dos Dados

2.6.1. Censo Aéreo: estimativa da população e precisão

Censo aéreo de área amostral:

As estimativas dos tamanhos das populações e a precisão dessas estimativas (limites de confiança a 95%) foram calculadas usando o método de Jolly II (1969) para unidades de amostragem desiguais, descrito detalhadamente em Norton-Griffiths (1978). Para o efeito foram usadas as seguintes fórmulas:

a) Densidade absoluta da população (R): $R = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n z_i}$

b) Estimativa da população (Y): $Y = R \times Z$

c) Variância da população (Var Y): $\text{Var } Y = \frac{N(N-n)}{n} \times (S_y^2 - 2 \times R \times S_{zy} + R^2 \times S_z^2)$

d) Limite de confiança (LC): $\text{LC} = \pm t \times \text{SE}(Y)$, onde $\text{SE}(Y) = \sqrt{\text{Var}(Y)}$, t – valor de t -student bilateral a 95% com graus de liberdade $n-1$

e) % LC ou PRP = Percentagem Relativa da Precisão, é um índice relativo da precisão da estimativa. É calculado como $\text{LC}/(Y/100)$. Quanto menor for a % LC, mais estreito é o limite de confiança e maior é a precisão da estimativa, i.e., maior é a repetibilidade dos resultados. Se o número de indivíduos observados fosse maior que o limite inferior do intervalo de confiança (LC inferior), o LC inferior calculado foi substituído pelo número de indivíduos observados.

Onde:

R - Densidade absoluta, somatório de todas as observações de uma espécie dividido pela área coberta por todos os transectos (número de indivíduos/km²)

N – Número máximo possível de transectos na área abrangida pelo censo ($N = n \times Z / \sum z_i$)

n – Número de transectos sobrevoados durante o censo

Z – Área total do censo (km²)

z_i – Área do transecto ‘i’ (km²)

y_i – Número de indivíduos de uma dada espécie contados no transecto ‘i’

S_y² – Variância das observações (indivíduos contados)

S_z² – Variância das áreas amostradas (áreas dos transectos)

S_{zy} – Covariância entre as observações e a área amostrada

Censo aéreo de área total:

Os números de elefantes e búfalos observados durante o sobrevoo (dentro e fora dos transectos) foram somados para produzir a estimativa da população total na área inventariada, sem cálculo de estimativas de precisão por falta de repetições de unidades de amostras, sendo esta a principal limitação dos censos de área total.

Estimativas da taxa de crescimento anual:

A taxa de crescimento instantâneo ou exponencial (r) foi calculada seguindo Owen-Smith (2007) e Sinclair *et al.* (2007) pela seguinte fórmula:

$$r = \text{Log}_e \lambda,$$

onde:

λ – taxa finita de crescimento (N_{t+1})/N_t

N_{t+1} – população no ano ou censo seguinte (censo aéreo de 2021)

N_t – população no ano inicial (censo aéreo de 2019)

Contudo, a taxa de crescimento irá declinar linearmente com o aumento da densidade de animais e da competição por recursos à medida que a população se aproxima da capacidade de carga ecológica (K) que não é conhecida para nenhuma das espécies de herbívoros bravios no CM.

Estimativas de taxas e quotas de extracção:

No CM várias espécies de fauna bravia são exploradas para troféus nas Coutadas oficiais e os despojos são consumidos nos acampamentos das Coutadas, hospitais ou são distribuídos pelas comunidades locais. O desafio é providenciar continuamente estes benefícios económicos sem causar declínio das populações exploradas. Adicionalmente, o CM pode ser uma fonte de animais para o repovoamento de outras áreas de conservação. A extracção sustentável assenta no princípio de produção excedentária, i.e., o excesso de recrutamento sobre a mortalidade pode ser extraído da população sem afectar a sua persistência (Owen-Smith, 2007). Portanto, o foco é a curva do recrutamento, i.e., o número pelo qual a população aumentou durante um certo período de tempo, o qual indica a população excedentária disponível para extracção. Nestes termos, a população pode ser sustentavelmente extraída à mesma taxa do crescimento instantânea ou exponencial (Bothma, 2002; Sinclair *et al.* 2007). A quota de extracção ou o número de animais que pode ser extraído é determinado multiplicando o tamanho da população (N) pela taxa de crescimento exponencial (r). No entanto, há vários desafios para uma extracção sustentável da fauna que incluem os seguintes:

- Variabilidade entre os anos nas condições ambientais que influenciam o tamanho das populações;
- Fraco entendimento dos processos que determinam a sobrevivência e a reprodução;
- Informação não precisa sobre a abundância dos animais dado que os censos sempre têm algum erro de amostragem;
- Fraco controlo do número de animais que são realmente abatidos dado que alguns animais são abatidos por caçadores furtivos.

Importa realçar que a RNM é uma área de conservação total onde o uso extractivo da fauna bravia não é permitido. Portanto, os animais que estão dentro da reserva (ver as percentagens no texto sobre cada espécie) não devem ser considerados para extracção através da caça nas Coutadas oficiais. Todavia, estes podem ser considerados quando o objectivo da extracção for o repovoamento de outras áreas de conservação. Neste sentido, para o cálculo da quota de abate foram considerados apenas os animais contados fora da RNM. Para espécies que no censo de 2021 mostraram declínios explicados pela mudança do habitat usado, da pradaria de inundação para florestas de menor visibilidade, a taxa de abate foi, de forma conservativa, estabelecida à metade da taxa de crescimento registada para a espécie nas últimas duas contagens (2016 e 2019). Para as espécies cujas estimativas do tamanho da população foram de

baixa precisão, a taxa de extracção foi também de forma conservativa estabelecida à metade da taxa de crescimento.

2.6.2. Censo do hipopótamo

A análise de dados seguiu a metodologia usada por Mackie *et al.* (2012) e Bass Air Aviation (2017). A estimativa inicial do número de hipopótamos foi a soma do número de indivíduos observados durante o censo. Contudo, estes números são sempre uma sub-estimativa da abundância devido a erros de disponibilidade causados pelos seguintes factores: (i) sub-estimativas do número total de indivíduos em grandes grupos e (ii) baixa visibilidade quando os animais estão submersos em águas turvas ou quando estão na vegetação de papiro e/ou caniço. Para corrigir erros de disponibilidade, o número total dos animais contados na água foi multiplicado pelo factor de correcção de 1,6 devido a baixa visibilidade associada à alta turbidez da água. Este factor foi também usado por Mackie *et al.* (2012) para águas turvas do Lago Urema e rio Zambeze.

2.6.3. Mapeamento da distribuição

Este consistiu no mapeamento da distribuição espacial de todas as observações registadas durante o censo aéreo. O mapeamento foi feito usando o Software de Sistemas de Informação Geográfica ArcMap 10.2.2. Para isso, as coordenadas geográficas das observações foram adicionadas ao ArcMap e classificadas usando a opção símbolos graduados (*Graduated symbols*), onde as observações são agrupadas em intervalos de classes e cada classe recebe um símbolo graduado, do menor para o maior, isto é, observações com menos indivíduos recebem símbolos menores e vice-versa. A opção símbolos graduados é das mais comuns para representar informações quantitativas e tem sido comumente usada para representação espacial de dados de censos de fauna (Beilfuss *et al.*, 2010; Grossmann *et al.*, 2014; Stalmans *et al.*, 2018). Dada a limitada cobertura da amostragem do censo terrestre, o mapeamento da distribuição foi feito somente para a área coberta pelo censo aéreo.

2.6.4. Censo terrestre

A análise dos dados obtidos do censo terrestre obedeceu à teoria do método DISTANCE® Software versão 7.2 usando transectos lineares (Buckland *et al.*, 2015). Para que os dados

fossem correctamente analisados através do programa foi necessário seguir quatro premissas, em ordem decrescente de importância:

- 1) Todos os animais ou sinais indirectos da sua presença no transecto foram observados;
- 2) Para as observações directas os animais foram detectados em sua posição inicial, antes de qualquer movimento em resposta ao observador;
- 3) As distâncias perpendiculares foram medidas correctamente;
- 4) As detecções foram eventos independentes, isto é, um animal ou um grupo de animais não foi observado mais de uma vez durante o mesmo esforço amostral.

Cobertura da área:

A área total coberta pela amostragem foi determinada recorrendo-se à seguinte equação:

$$a = 2 WL$$

Onde:

a – Área amostrada;

w – Metade da distância perpendicular;

L – Comprimento do transecto.

Densidade através de transectos lineares:

A fim de fornecer o máximo de informações derivadas dos dados colectados, estimou-se a densidade de espécies usando os registos de fezes que denunciam a presença de animais. Nem todos os dados do registo de pelotas fecais para estimar a densidade das espécies foram usados. Isso ocorre porque a idade de alguns bolos fecais era muito antiga para ter algum significado. Para minimizar o risco de considerar dados não confiáveis, foram consideradas apenas pelotas / esterco com um máximo de 90 dias como período de deposição.

Das 24 espécies observadas através do censo terrestre de caminhada a pé foi calculada a densidade de 11 espécies através do método indirecto (Tabela 4). Para espécies tanto de observação indirecta, com o número de observações menores que 10, bem como as de observação directa quer pelo método de contagem caminhada a pé quer pelo método usando veiculo, não foram determinadas as estimativas de densidade de espécies, porque não apresentaram um número de observações suficientes para apresentar estimativas de densidade com relativa precisão, isto é, não apresentam os critérios necessários para obter estimativas fiáveis.

Foram necessárias as taxas de defecação e decomposição das fezes de cada espécie de estudo para estimar a densidade da espécie através do método indirecto de contagem de espécies. Algumas taxas de defecação e decomposição foram extraídas da literatura, em outros casos os valores foram obtidos a partir da equação de Bowland e Perrin (1994) usando massa média conhecida do animal.

$$y = 1.46x^{0.5748}$$

Tabela 3. Taxa de defecação e de decomposição estimadas das espécies de estudo

Espécie	Massa (kg)	T. de defecação (dia)	T. de decomposição (dia)
Cabrito azul	7.3	3.59	139
Cabrito vermelho	14	5.22	139
Chengane	6.8	3.44	62.8
Chango	75	13.7	85.5
Cudo	210	24.8	184
Elefante	6000	22	158
Facocero	100	16.1	45.8
Impala	55	11.3	65.3
Inhala	91	15.3	103.7
Oribi	20	6.41	139
Porco-bravo	85	14.7	45.8

Para determinar a densidade e abundância de animais recorreu-se ao programa DISTANCE 7.3 e teve-se como princípio a seguinte equação (Buckland *et al.*, 2015):

$$D = \frac{\frac{n}{L} * f(0) * \frac{1}{2}}{r * s}$$

Onde:

D = densidade estimada das espécies;

n = número de fezes observadas;

f (0) = função de probabilidade da densidade de distâncias perpendiculares;

L = comprimento total de transectos percorridos;

r = taxa de decomposição estimada de fezes de cada espécie;

s = taxa de defecação estimada;

A abundância/número de indivíduos no programa DISTANCE 7.3, foi obtida seguindo a seguinte equação:

$$N=D*A$$

Onde:

N= abundância de indivíduos;

D = densidade de indivíduos;

A= tamanho da área de estudo.

3. RESULTADOS

Censo aéreo

Durante o censo aéreo foram observadas 21 espécies de mamíferos. A estimativa total é de 83.839 animais (excluindo bandos de primatas) em 8.155 km² cobertos pelo censo aéreo, resultando numa densidade de 10,28 animais/km². As dez espécies mais abundantes são em ordem decrescente a piva, o búfalo, o chango, o facocero, a palapala, a gondonga, a inhala, a zebra, o elande e o elefante. Estas espécies representam 98% do total animais estimados (Tabela 5).

Tabela 4. Número de animais observados durante o censo aéreo, estimativas do tamanho e da taxa de crescimento (r) da população entre os anos 2019 e 2021

	Espécie	Nº Observado – 2019	Nº Estimado – 2019	Nº Observado – 2021	Nº Estimado – 2021	r (%)
1	Bufalo ¹	21.384	21.384	22.269	22.269	2,0
2	Elefante ¹	454	454	521	521	6,9
3	Hipopótamo (CM) Hipopótamo (rio Zambeze)	164 37	164 – 248 37 – 60	233 31	233 (233 – 373) 31 – 50	17,6
4	Piva	4.769	23.689 (14.950 – 32.428)	5.285	26.252 (16.711 – 35.794)	5,0
5	Chango	3.635	18.056 (12.389 – 23.723)	2.542	12.627 (8.177 – 17.077)	-17,8
6	Facocero	1.508	7.490 (5.185 – 9.796)	1.819	9.035 (6.379 – 11.693)	9,4
7	Palapala	936	4.650 (2.998 – 6.301)	907	4.505 (2.962 – 6.050)	-1,5
8	Gondonga	764	3.795 (2.108 – 5.481)	543	2.697 (1.667 -3.728)	-17,0
9	Inhala	543	2.698 (1.737 – 3.657)	447	2.220 (1.442 – 2.999)	-9,8
10	Zebra	232	1.153 (114 – 2.191)	219	1.087 (1.087 – 2.284)	-2,9
11	Elande	107	532 (107 – 1.094)	182	904 (04 – 1.809)	26
12	Oribi	81	402 (199 – 605)	48	238 (117 – 361)	26
13	Impala	75	373 (75 – 769)	78	387 (50 – 725)	1,8
14	Imbabala	61	303 (190 – 416)	98	487 (301 – 674)	23,7
15	Cabrito vermelho	41	204 (123 – 284)	51	253 (117 – 390)	10,8
16	Macaco cao ²	40	199 (121 – 276)	171	581 (44 – 1.120)	*
17	Porco-bravo	25	124 (26 - 223)	5	25 (5 – 54)	*
18	Chengane	10	50 (10 – 106)	5	25 (5 – 57)	*
19	Cudo	7	35 (7 – 95)	2	10 (2 – 30)	*
20	Cabrito cinzento	2	10 (2 – 24)	9	45 (12 – 78)	*

21	Macaco simango ²	2	10 (2 – 24)	0	0	*
22	Macaco-de-cara-preta ²	0	0	1	5 (1 – 15)	*
23	Grou carunculado ³	107	532 (107 – 1.095)	15	75 (2 – 148)	*
24	Grou coroadado ³	35	174 (55 – 293)	20	99 (9 – 191)	*
	Total de animais, excluindo aves e macacos	34.855	85.554	35.295	83.851	*

¹a contagem foi total

² a estimativa é do número de grupos de macacos e não da população

³ espécies de aves

* taxa de crescimento não estimada devido à baixa precisão da estimativa da população

A distribuição da densidade de animais na paisagem do CM não variou de forma considerável entre os anos 2019 e 2021. A pradaria de inundação e o ecótono entre estas e as florestas, são os habitats de maior concentração de animais, principalmente na RNM, sudeste da Coutada Oficial nº 11 e Nordeste da Coutada Oficial nº 10 (Figura 7).

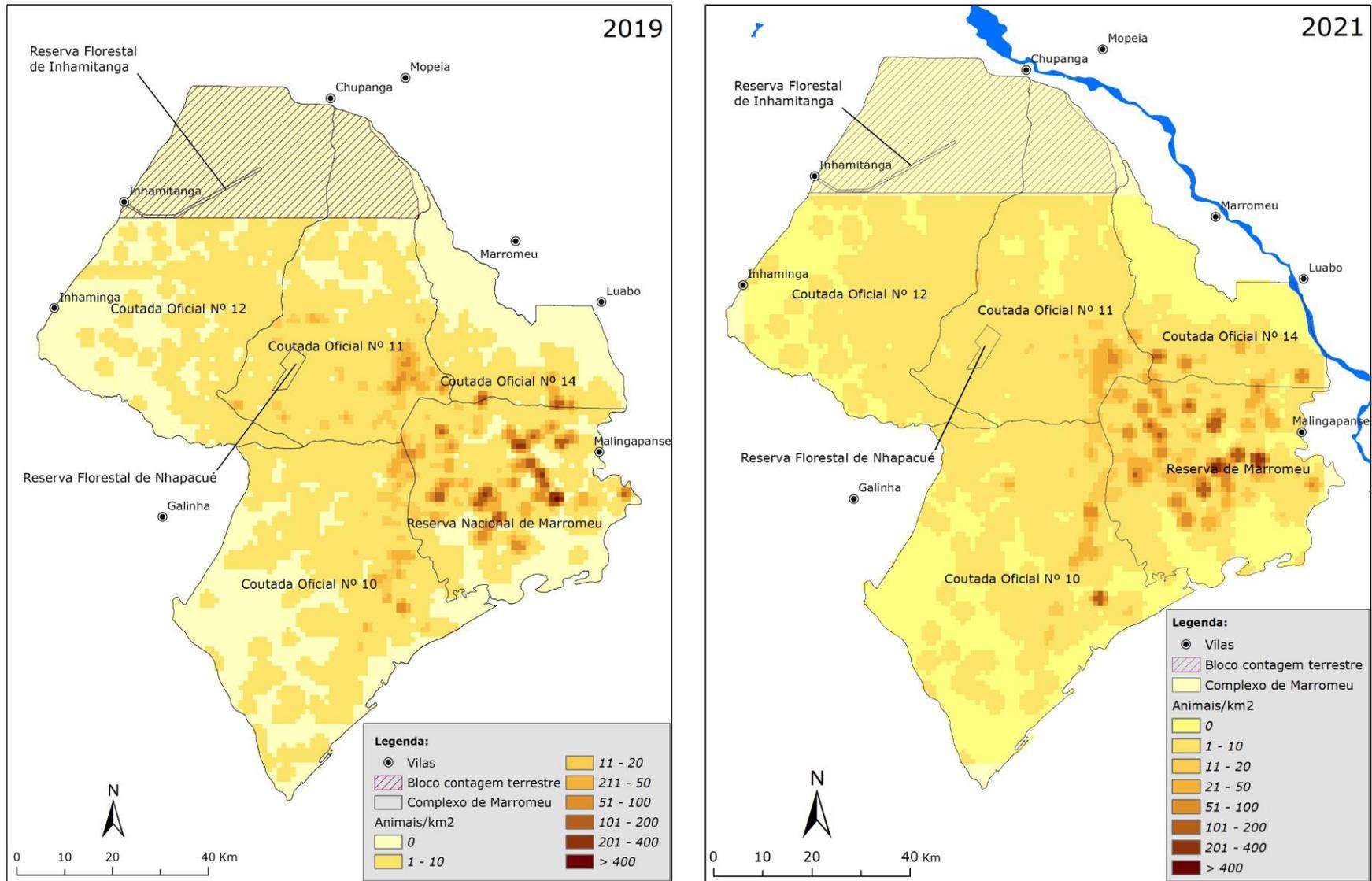


Figura 7. Distribuição da densidade de fauna bravia no Complexo de Marroméu nos anos 2019 e 2021

Censo terrestre

No bloco abrangido pelo censo terrestre foram observadas 24 espécies de mamíferos de pequeno, médio e grande porte, identificadas por método directo e/ou indirecto, das quais 22 foram observadas no censo terrestre de caminhada a pé e 8 através do censo terrestre usando veículo.

Através da contagem directa de caminhada a pé, o macaco-cão foi a espécie com maior número de observações (11 indivíduos) e entre os ungulados, o mais observado foi o chengane (6 indivíduos). Na contagem indirecta, o chengane foi a espécie com maior tamanho da população estimada (638 indivíduos) seguida do facocero (345 indivíduos). Na contagem directa usando veículo a espécie mais observada foi o chango (23 indivíduos), seguida da inhala (16 indivíduos) e facocero (14 indivíduos) (Tabela 6). A observação da espécie chipene-grisallo (2 indivíduos através dos métodos directos usando caminhadas a pé foi exclusiva do censo terrestre de 2021.

Tabela 6. Número de animais observados, e estimativa de densidade (D) e de abundância (N) de espécies de fauna bravia com base em métodos indirectos

Espécies	Observação directa de caminhada a pé	Observação directa usando veículo	Observações indirectas		
			D (2021)	Número de espécies estimado – 2021	Número de espécies estimado – 2019
Cabrito-azul	0	0	0.195	247 (138-442)	136 (116-160)
Cabrito-vermelho	2	7	0.142	180 (148-217)	154 (101-233)
Chengane	6	0	0.505	638 (582-699)	1692 (1124-2008)
Chango	0	23	0.142	180 (136-237)	109 (59-199)
Cudo	2	0	0.045	58 (44-76)	24 (17-33)
Elefante	0	0	0.026	33 (24-48)	22 (19-25)
Facocero	0	14	0.232	345 (303-394)	183 (104-325)
Impala	0	0	0.218	275 (99-769)	126 (81-196)
Inhala	1	28	0.090	114 (94-139)	48 (41-58)
Imbabala	0	1	0.124	158 (102-243)	0
Oribi	0	0	0.18	228 (155-337)	201 (118-344)
Porco-bravo	1	0	0.241	280 (189-415)	149 (107-214)
Palapala	1	0	0	0	0
Macaco-cão	11	10	0	0	0
Macaco-simango	0	12	0	0	0

Espécies	Observação directa de caminhada a pé	Observação directa usando veículo	Observações indirectas		
			D (2021)	Número de espécies estimado – 2021	Número de espécies estimado – 2019
Macaco-de-cara-preta	0	4	0	0	0
Chipene-grisalho	2	0	0	0	0

3.1. Estimativas do tamanho e distribuição da população de cada espécie

Nesta secção, em primeiro lugar são apresentados os resultados de censos totais, ou seja, número absolutos de búfalo, elefante e hipopótamo, e posteriormente os resultados da estimativa da população de outras espécies e a respectiva estatística, em ordem decrescente da abundância no CM. Os resultados estão apresentados nas tabelas 7 – 26, onde:

Nº observado = número de indivíduos observados nos transectos,

Nº estimado = estimativa da população de uma dada espécie,

Variância = variância da estimativa da população,

Densidade absoluta = densidade estimada da espécie, em número de indivíduos/km²,

LC inferior = limite inferior de confiança da estimativa da população,

LC superior = limite superior de confiança da estimativa da população, e

% LC ou PRP = Percentagem Relativa da Precisão

Búfalo africano – *Syncerus caffer*

O búfalo é, depois da piva, a espécie mais abundante no CM. O número total de búfalos contados foi de 22.269 (Tabela 7), um crescimento a uma taxa de crescimento exponencial anual de 2,0% em relação à população registada em 2019 que era de 21.384 indivíduos. Esta taxa de crescimento é menor que a registada de 2016 a 2019 que foi de 4,6%. As contagens totais sempre resultam em sub-estimativas do tamanho da população (Redfern *et al.* 2002). Portanto, este número absoluto representa o número mínimo de búfalos no CM.

Tabela 5. Número total de búfalos contados no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC inferior	LC superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km ²)
22.269	--	--	--	--	--	

Esta espécie está concentrada na pradaria de inundação da RNM, onde foram contados 79% do total de búfalos do CM, e alguns focos nas Coutadas oficiais nº 10, 11 e 14. Nas áreas de elevada concentração o tamanho das manadas é superior a 600 indivíduos. Manadas isoladas e menores foram conservadas nas florestas decíduas húmidas abertas nas Coutadas Oficiais nº 10, 11 e 12. A área de distribuição não se alterou de 2019 para 2021 (Figura 8). Entretanto, foram encontrados mais grupos pequenos fora da pradaria de inundação, nas florestas das coutadas 10 e 12, em 2021 que em 2019, provavelmente devido à elevada disponibilidade de água mesmo fora da pradaria de inundação.

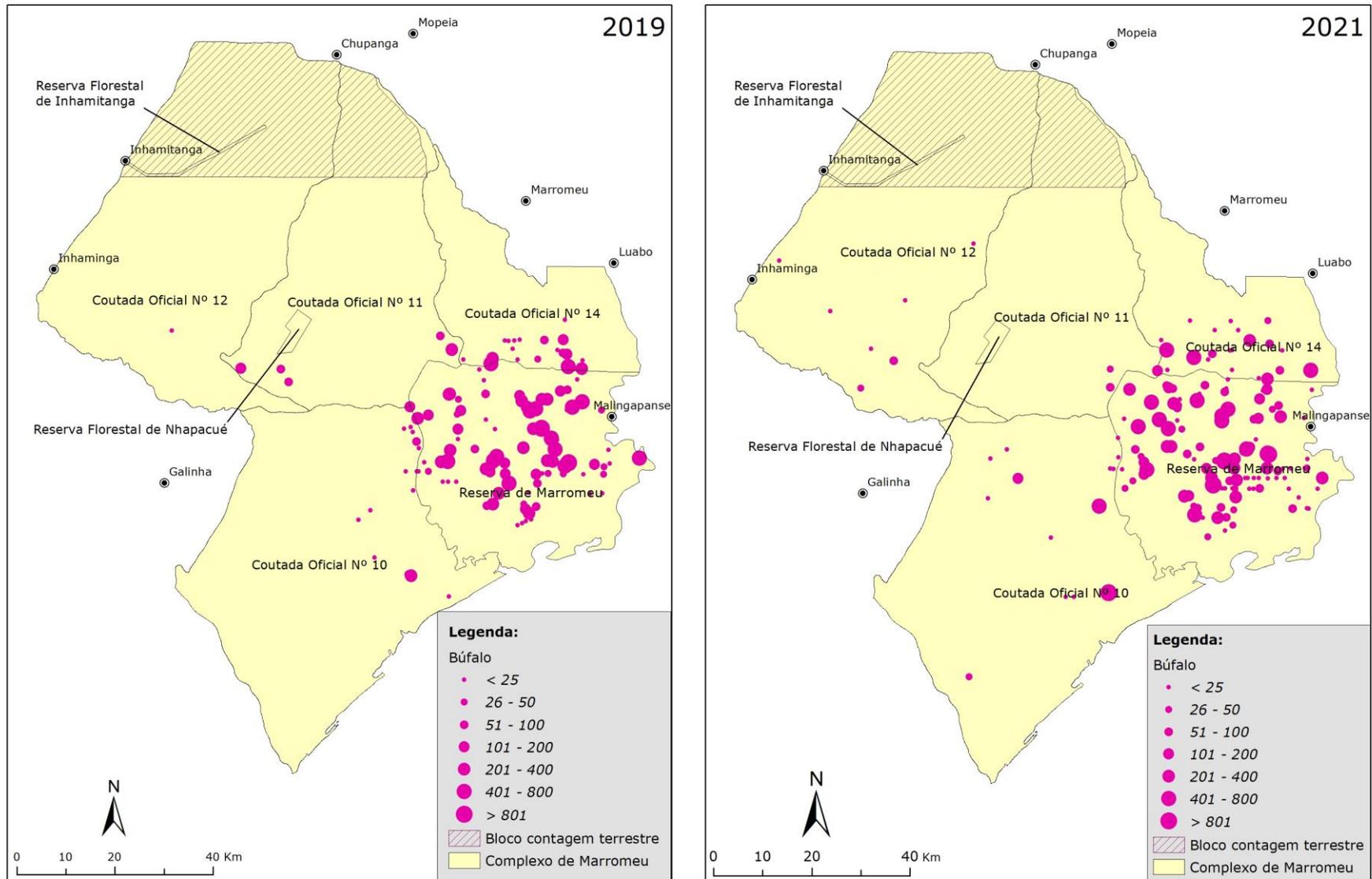


Figura 8. Distribuição do búfalo africano no Complexo de Marroméu nos anos 2019 e 2021.

Elefante Africano – *Loxodonta africana*

No total foram observados 521 elefantes (Tabela 8) durante o censo aéreo, correspondente a um crescimento exponencial anual de 6,9% em relação aos 454 indivíduos contados em 2019. O maior número de elefantes foi registado na pradaria de inundação na zona central da RNM, onde foram contados 94% do total de elefantes. Nesta área são encontradas manadas compostas por mais de 70 indivíduos (Figura 9). Através de métodos indirectos, no bloco da contagem terrestre foram estimados 33 indivíduos (LC 17.93%), um crescimento em relação à população estimada em 2019 (22 indivíduos). Dados históricos sobre a distribuição do elefante, consistentemente indicam consistentemente que esta espécie concentra-se numa pequena secção da pradaria de inundação. A área de distribuição não se alterou de 2019 para 2021. Contudo, foram encontrados mais grupos de elefantes nas florestas, em relação a 2019. Vestígios desta espécie foram registados nas florestas densas da Coutada n° 12.

Tabela 6. Número total de elefantes contados no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC inferior	LC superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km ²)
521	--	--	--	--	--	

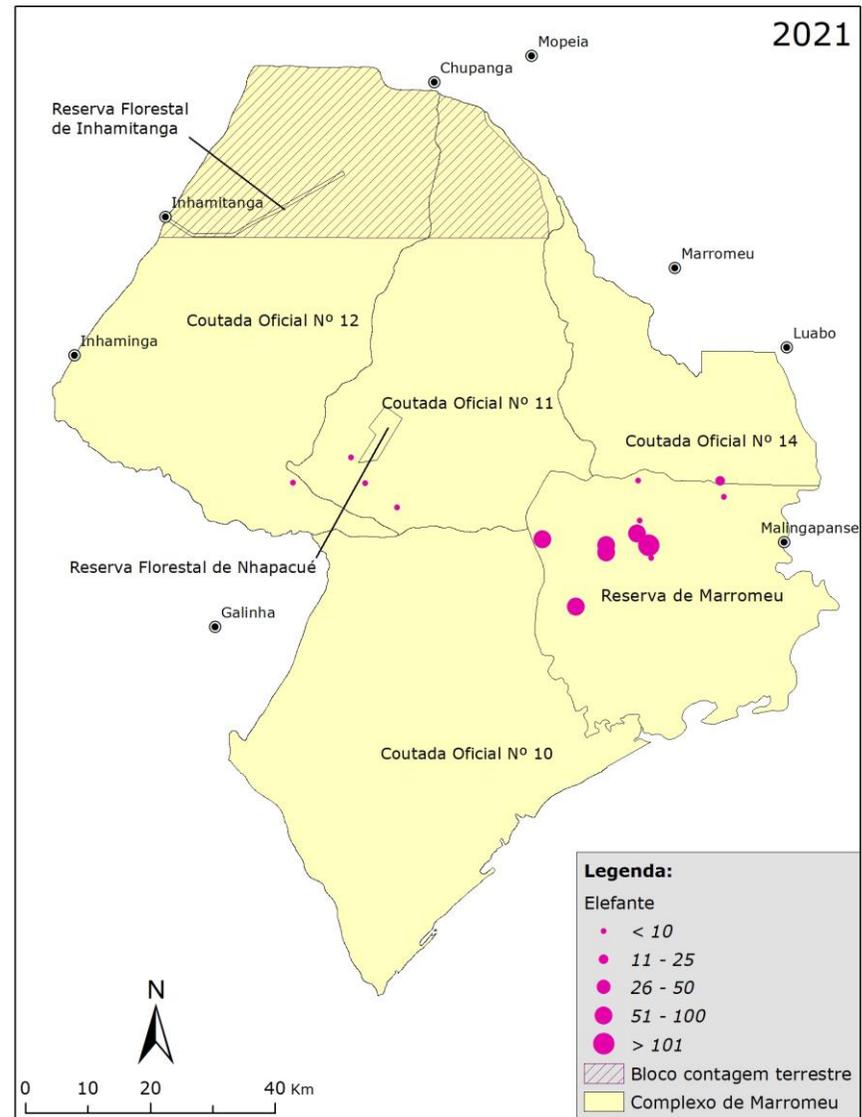
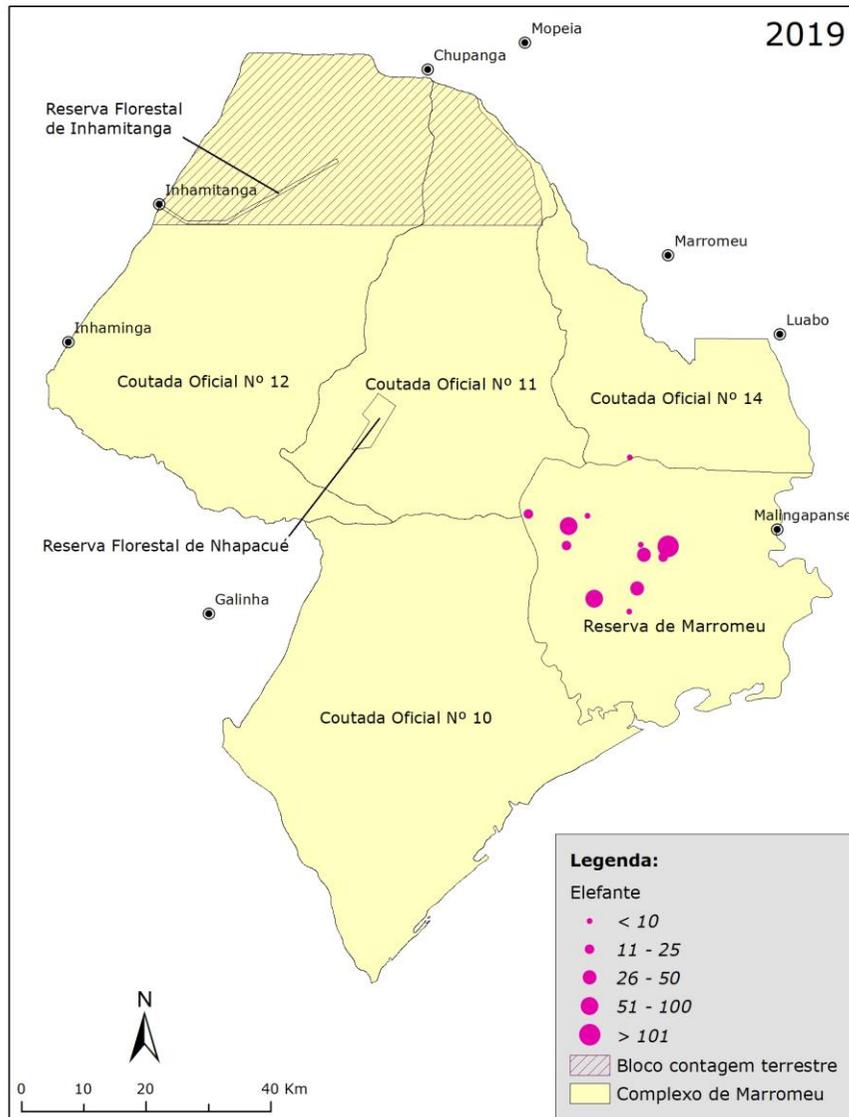


Figura 9. Distribuição do elefante Africano no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Hipopótamo - *Hippopotamus amphibius*

No CM, excluindo o rio Zambeze, foram contados 233 hipopótamos. Aplicando o factor de correcção dos erros de disponibilidade associadas à turbidez da água e ao papiro, a população de hipopótamo é estimada em 233 - 373 indivíduos. Esta população representa um crescimento de 17,6% em relação à estimativa de 164 – 248 hpopótamos estimados no ano de 2019 no CM. Cinquenta e oito (58%) dos hipopótamos foram observados na RNM. A espécie expandiu a sua distribuição no CM, com observações nas coutadas nº 11 e 14 que não foram registadas no censo realizado em 2019 (Figura 10). Em 160 km do rio Zambeze desde a Ponta de Armando Emílio Guebuza em direcção à foz foram contados 31 hipopótamos e considerando a turbidez da água a população é estimada entre 31-50 indivíduos. O amplo intervalo deve-se ao elevado erro de disponibilidade associado à elevada turbidez da água (Tabela 9). Comparado com as observações feitas em 2019, o número de hipopótamos na secção do rio Zambeze abrangida pelo censo baixou, enquanto no CM o número aumentou. Esta constatação sugere uma ligação entre as duas populações. O CM foi mais húmido em 2021 que em 2019, Possivelmente, isso permitiu a permanência da maioria dos hipopótamos na área pantanosa do CM. Portanto, a elevada taxa de crescimento populacional registada é provavelmente resultado do aumento do tempo de residência de hipopótamos na pradaria de inundação, não necessariamente de resultado de uma elevada taxa de natalidade e baixa taxa de mortalidade.

Tabela 7. Número de hipopótamos no Complexo de Marromeu e rio Zambeze (160 km)

Característica do local de observação	Nº observado	Factor de correcção	Nº estimado
Água turva e papiro no CM	233	1,6	373
Rio Zambeze – água turva	31	1,6	50
Grande total	264		423

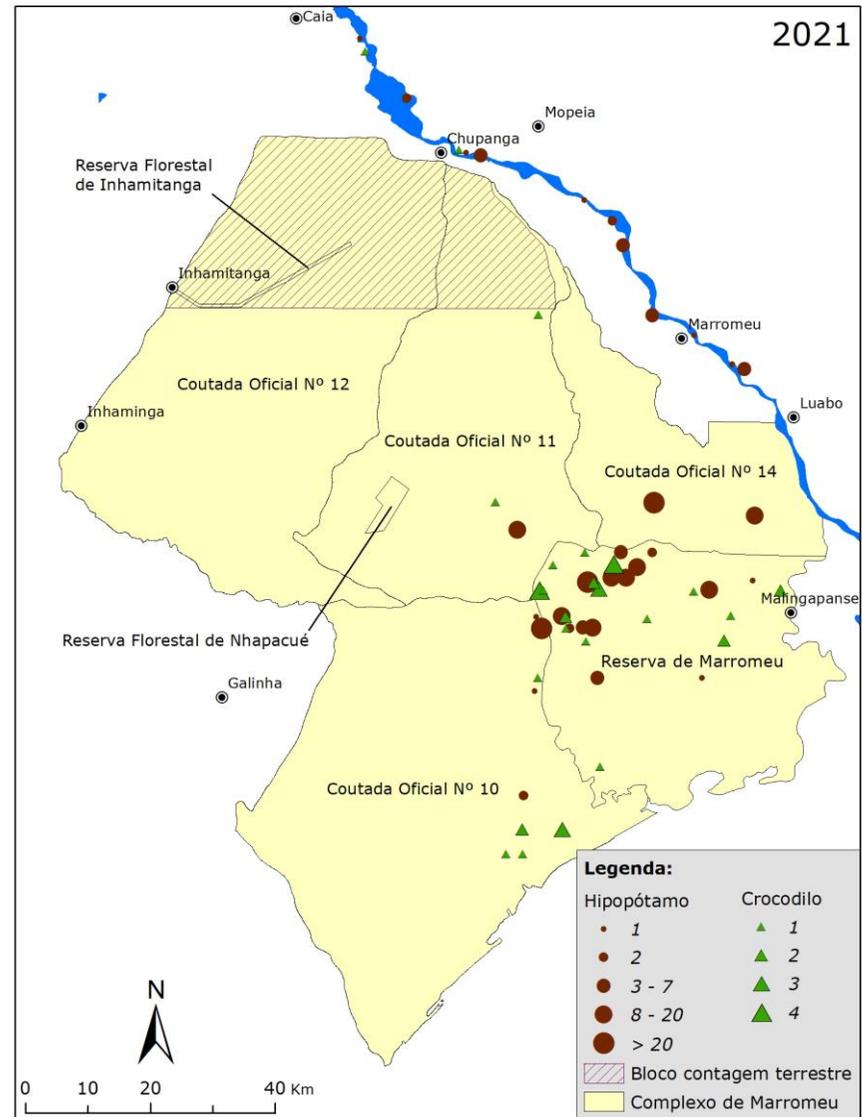
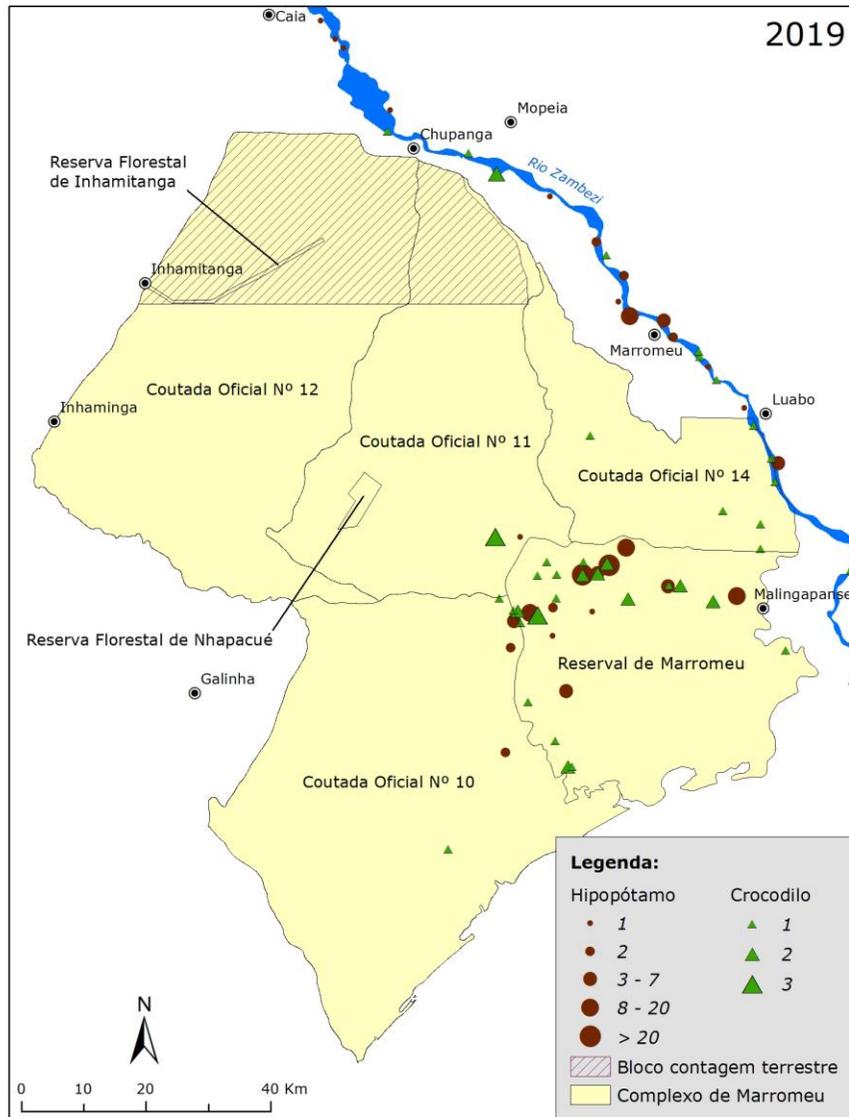


Figura 10. Distribuição do hipopotamo no Complexo de Marrromeu nos anos 2019 e 2021.

Piva – *Kobus ellipsiprymnus*

A piva é a espécie mais abundante no CM, com uma população estimada em 26.252 indivíduos (LC 36,3%) (Tabela 10). Esta população representa uma taxa de crescimento exponencial média anual de 5,0% em relação à população de 23.689 indivíduos estimada no ano de 2019. As principais áreas de concentração da piva são as pradarias de inundação na RNM com 42% das observações, Este da Coutada nº 10 com 39% das observações e sudeste da Coutada nº 11 com 17%. Nessas áreas são encontradas manadas compostas por mais de 100 indivíduos (Figura 11). A área de distribuição não se alterou de 2019 para 2021. No entanto, o tamanho das manadas diminuiu em 2021, sugerindo uma dispersão da população em resposta à uma maior disponibilidade de água.

Tabela 8. Estimativa da população e densidade da piva no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km²)
5.285	26.252	22988538	16711	35794	36,3	3,2

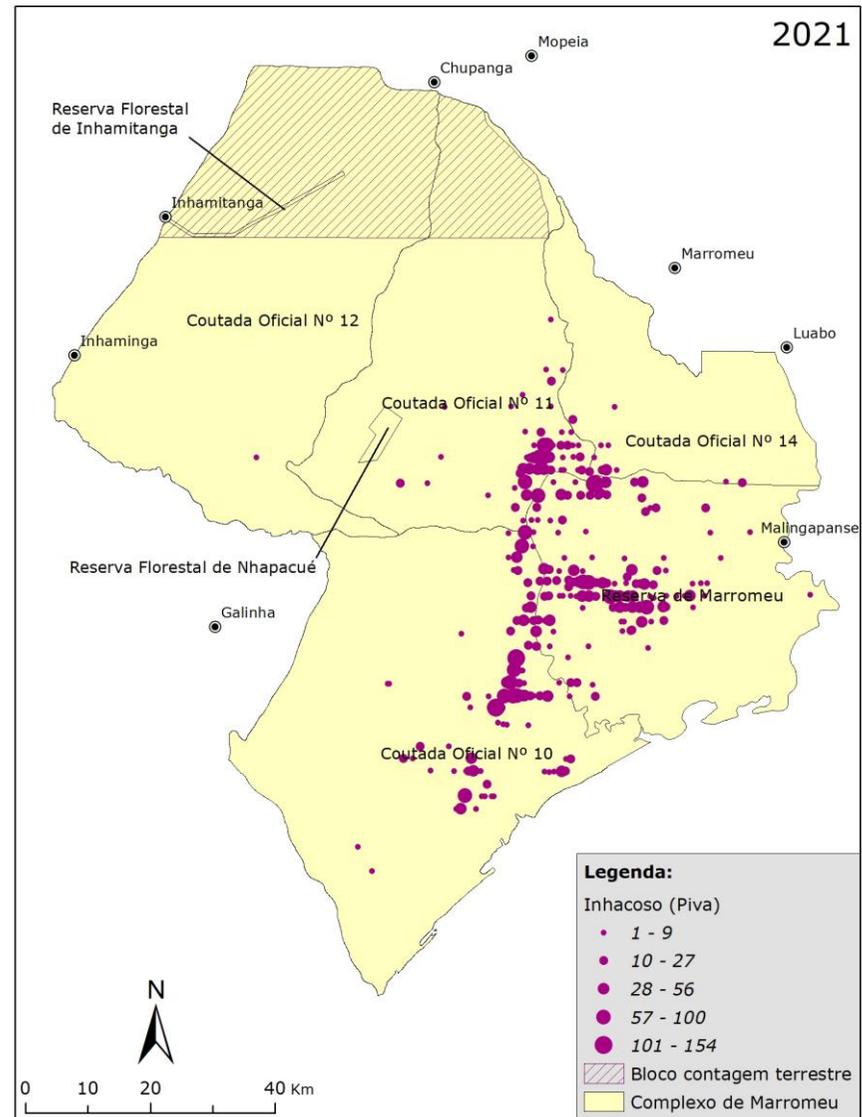
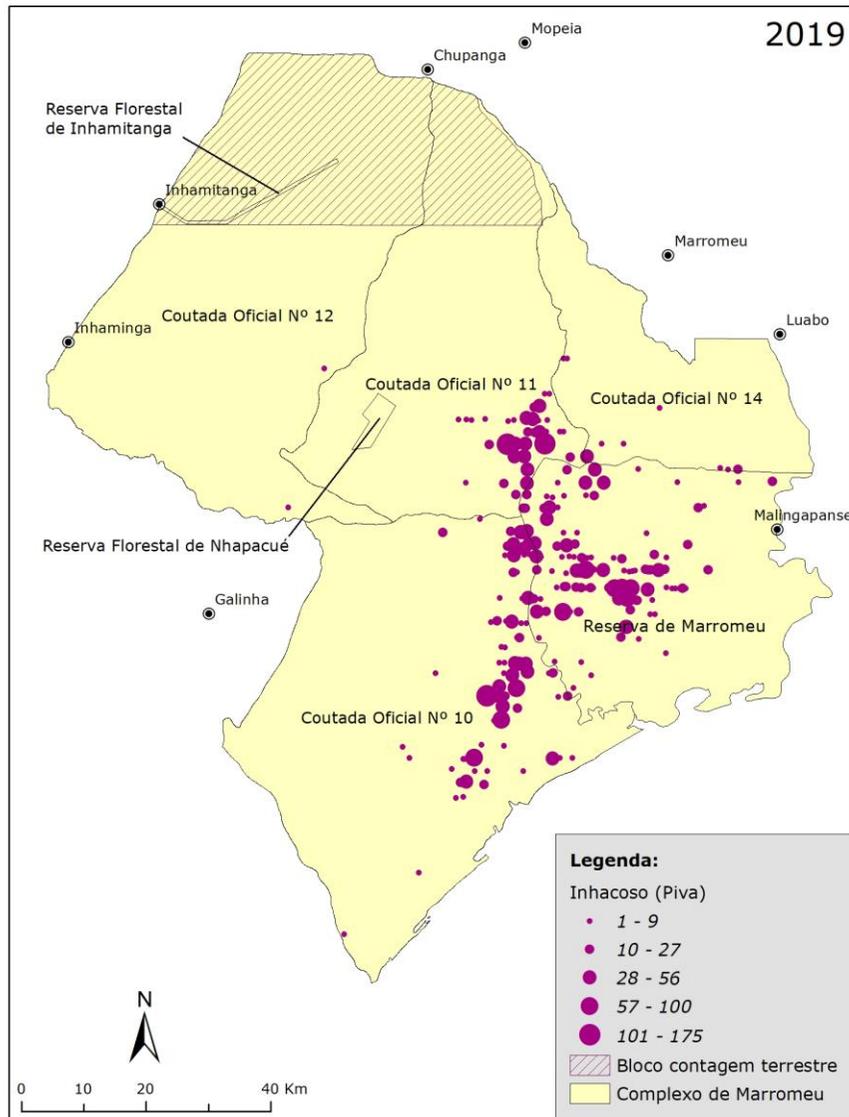


Figura 11. Distribuição da piva no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Chango – *Redunca arundinum*

O chango é a terceira espécie mais abundante no CM, depois da piva e do búfalo, com uma população estimada em 12.627 indivíduos, uma estimativa consideravelmente precisa (LC 35,2%) (Tabela 11). Esta população representa um declínio de 17,8% em relação à população de 18.056 indivíduos estimada em 2019. As maiores concentrações foram registadas na Coutada nº 11 com 55% das observações e na Coutada nº 10 com 21% do total de changos observados. Nesses locais são encontradas manadas compostas por mais de 50 indivíduos (Figura 12). A área de distribuição não se alterou de 2019 para 2021. Porém, registou-se uma redução do tamanho das manadas, o que terá contribuído para a redução do tamanho da população estimada. Usando métodos indirectos foi estimada uma população de 180 changos (LC 14.03%) no bloco abrangido pelo censo terrestre, o que corresponde a um crescimento em relação à população estimada em 2019 (109 indivíduos). As maiores concentrações foram registadas na Coutada nº 12 com 76% das observações e na Coutada nº 11 com 24% do total dos sinais de changos observados. Esta é a espécie mais amplamente distribuída no CM, tendo sido observada em vários habitats, nomeadamente pradaria de inundação, ecótono e florestas decíduas húmidas abertas.

Tabela 9. Estimativa da população e densidade do chango no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% IC)	Densidade (ind./km ²)
2.542	12.627	5001278	8177	17077	35,2	1,5

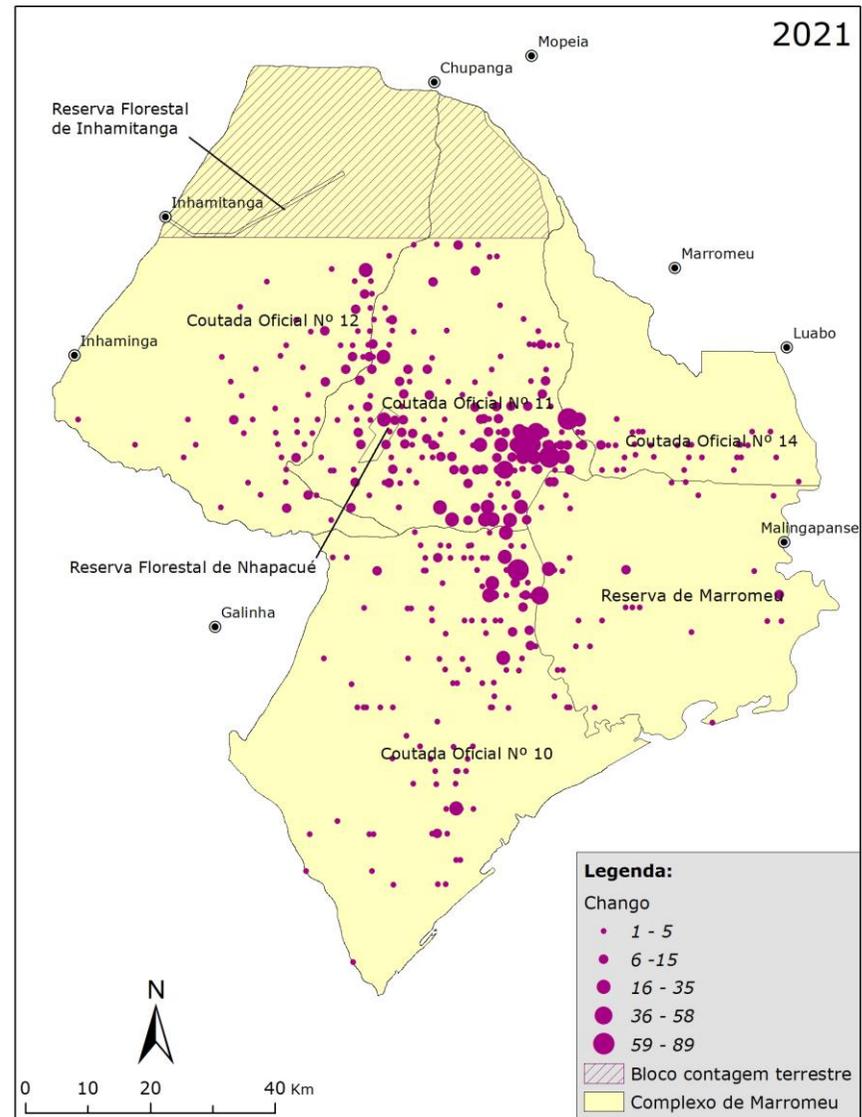
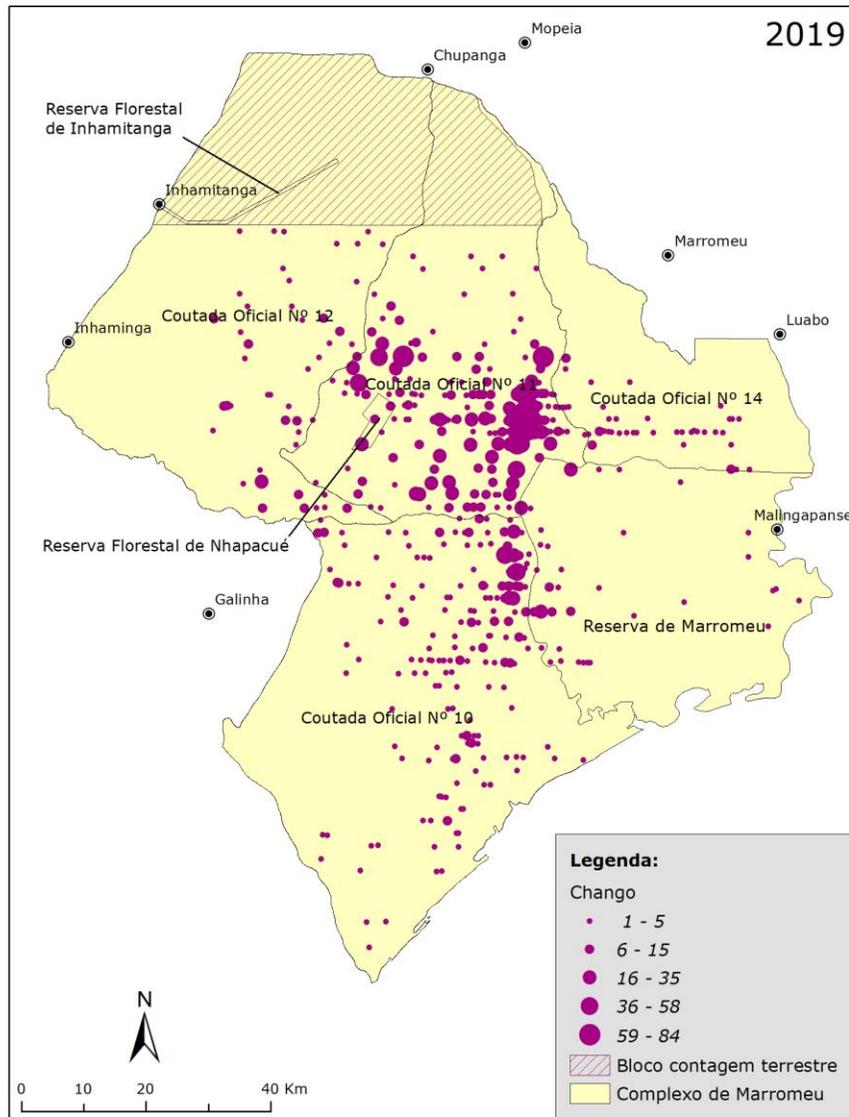


Figura 12. Distribuição do chago no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Facocero – *Phacochoerus africanus*

A população do facocero é estimada em 9.035 indivíduos (LC 29,4%) (Tabela 12), uma taxa de crescimento média anual de 9,4% em relação a população de 7.490 indivíduos estimada em 2019. Esta espécie tem uma distribuição ampla, tendo sido observada na RNM e em todas as Coutadas oficiais. Todavia, as maiores concentrações foram registadas em ecótonos e nas florestas decíduas húmidas abertas com elevada densidade de tandos/charcos, principalmente na Coutada nº 11 (59% das observações) e Coutada nº 10 (17%) Coutada nº 12 (16%), onde foram registados grupos compostos por mais de 30 indivíduos (Figura 13). No bloco da contagem terrestre, a população é estimada em 345 indivíduos (LC 6,75%). As estimativas de facocero foram maiores no censo de 2021 comparativamente às estimativas do censo de 2019 (183 indivíduos). Nenhum indivíduo foi avistado durante a contagem terrestre a pé mas foram vistos 14 indivíduos através do método directo usando veículo. A área de distribuição não se alterou de 2019 para 2021.

Tabela 10. Estimativa da população e densidade do facocero no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km ²)
1.819	9.035	1782346	6379	11693	29,4	1,1

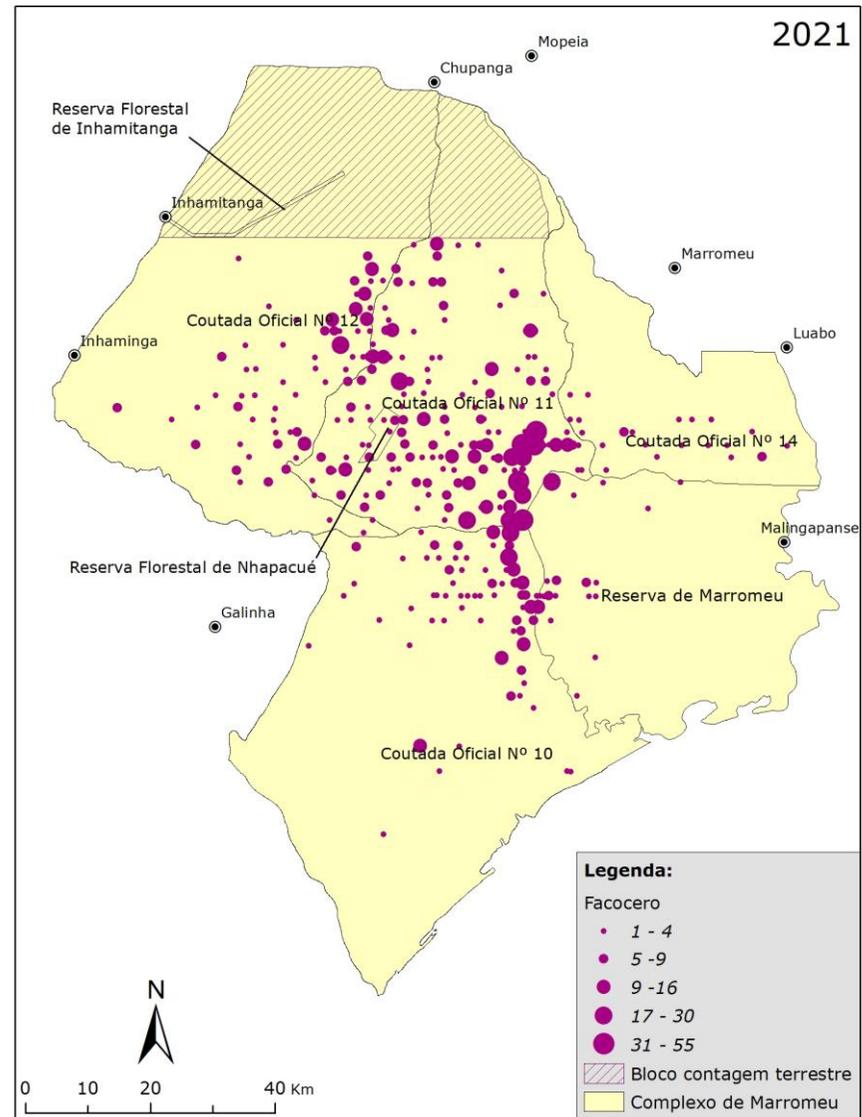
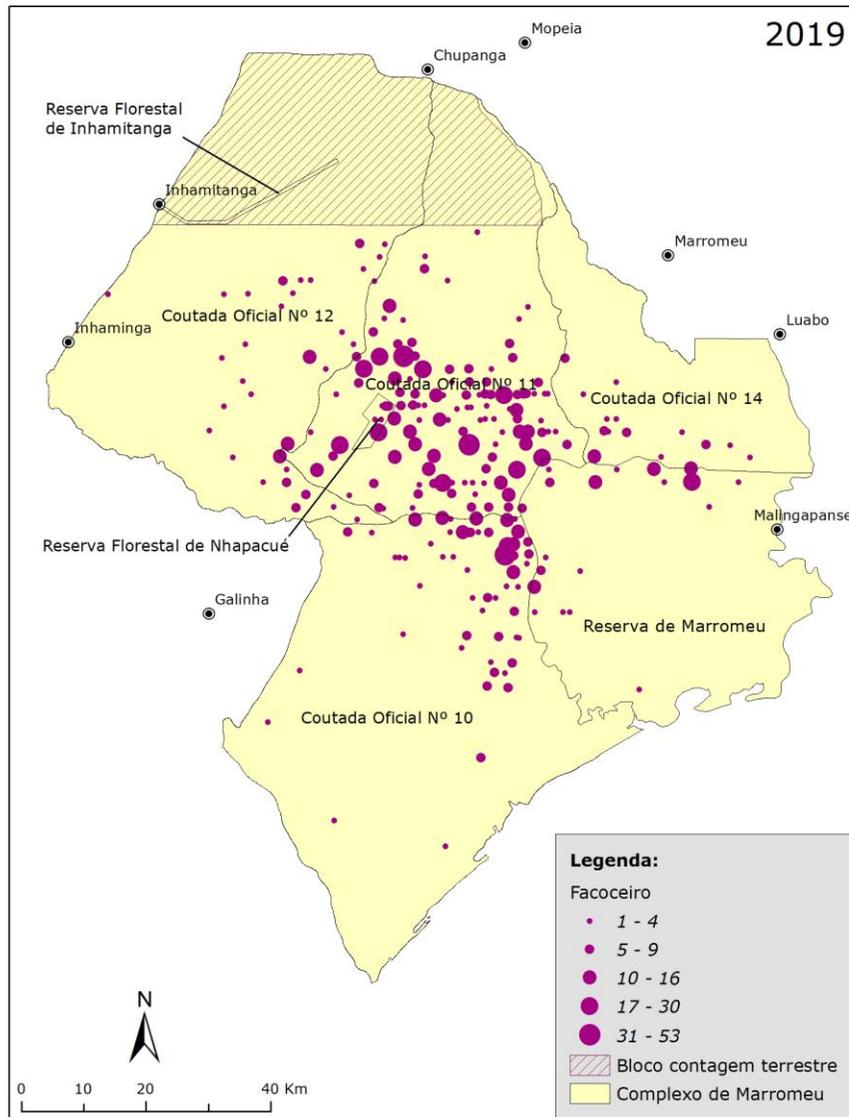


Figura 13. Distribuição do facocero no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Palapala – *Hippotragus niger niger*

A população de palapala no CM é estimada em 4.550 indivíduos (LC 34,2%) (Tabela 13), uma ligeira redução, a uma taxa exponencial anual de 1,5% em relação à população de 4.650 indivíduos estimada em 2019. Usando métodos directos no censo terrestre foi contado apenas um indivíduo. Esta espécie tem uma distribuição ampla, mas com concentração no ecótono e nas florestas decíduas húmidas abertas na metade sul da Coutada nº 11 (63% das observações) e nordeste da Coutada nº 10 (19% das observações), onde foram encontradas manadas compostas por mais de 30 indivíduos (Figura 14). Em períodos do ano com escassez de água e pasto verde, a palapala usa a pradaria de inundação, enquanto que durante a maior parte do ano usa as florestas de miombo. A estimativa da população e a sua distribuição na área de ocorrência são afectadas pelo movimento das manadas entre estes dois habitats. A espécie registou uma mudança da área de distribuição, com uma redução considerável do número de observações e do tamanho das manadas na pradaria de inundação da Coutada Oficial nº 10 em relação ao censo realizado em 2019 e aumento de observações nas florestas decíduas húmidas abertas e densas, provavelmente porque estes habitats retinham água nos riachos mesmo antes do início das chuvas. A mudança para habitats com cobertura lenhosa mais densa e de baixa visibilidade pode ter levado a uma subestimativa do tamanho da população e à ligeira redução (1,5%) em relação ao censo de 2019.

Tabela 11. Estimativa da população e densidade da palapala no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./ km ²)
907	4.505	602061	2962	6050	34,2	0,55

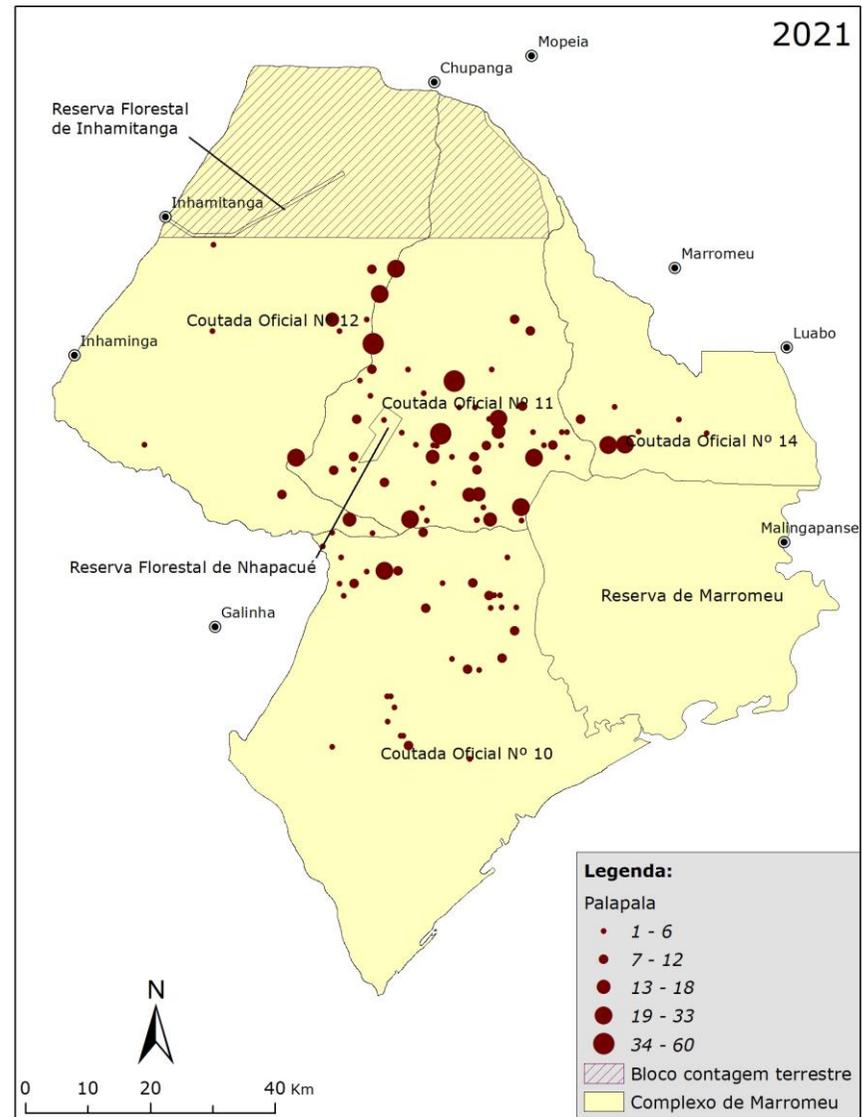
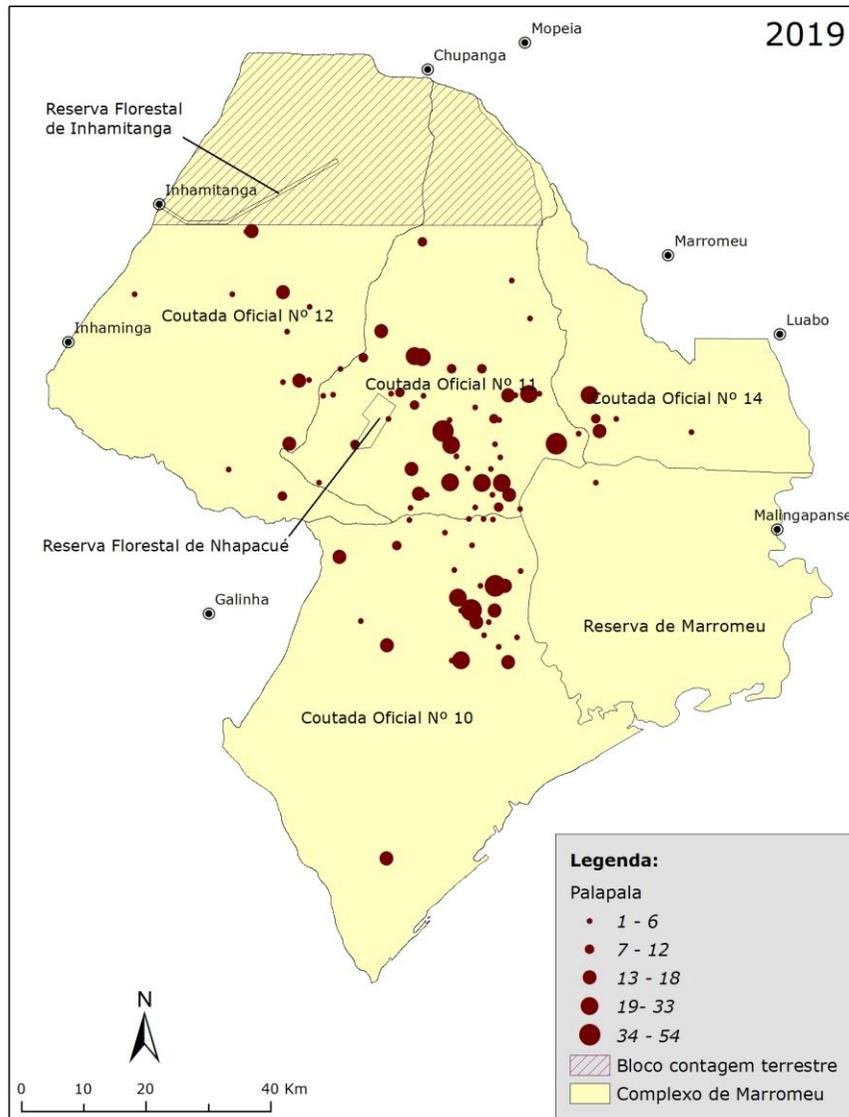


Figura 14. Distribuição da palapala no Complexo de Marroméu nos anos 2019 e 2021.

Gondonga – *Alcelaphus lichtensteinii*

A população da gondonga é estimada em 2.697 indivíduos (LC 38,2%) (Tabela 14), uma redução da população a uma taxa de 1,7% em relação à população de 3.795 estimada no ano de 2019. As maiores concentrações desta espécie ocorrem no ecótono entre a pradaria de inundação e as florestas decíduas húmidas abertas a Sudeste da Coutada nº 11 e a Nordeste da Coutada nº 10, com 65% e 28% das observações, respectivamente (Figura 15). A área de distribuição não se alterou de 2019 para 2021.

Tabela 12. Estimativa da população e densidade da gondonga no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	IC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./ km²)
543	2.697	268094	1667	3728	38,2	0,33

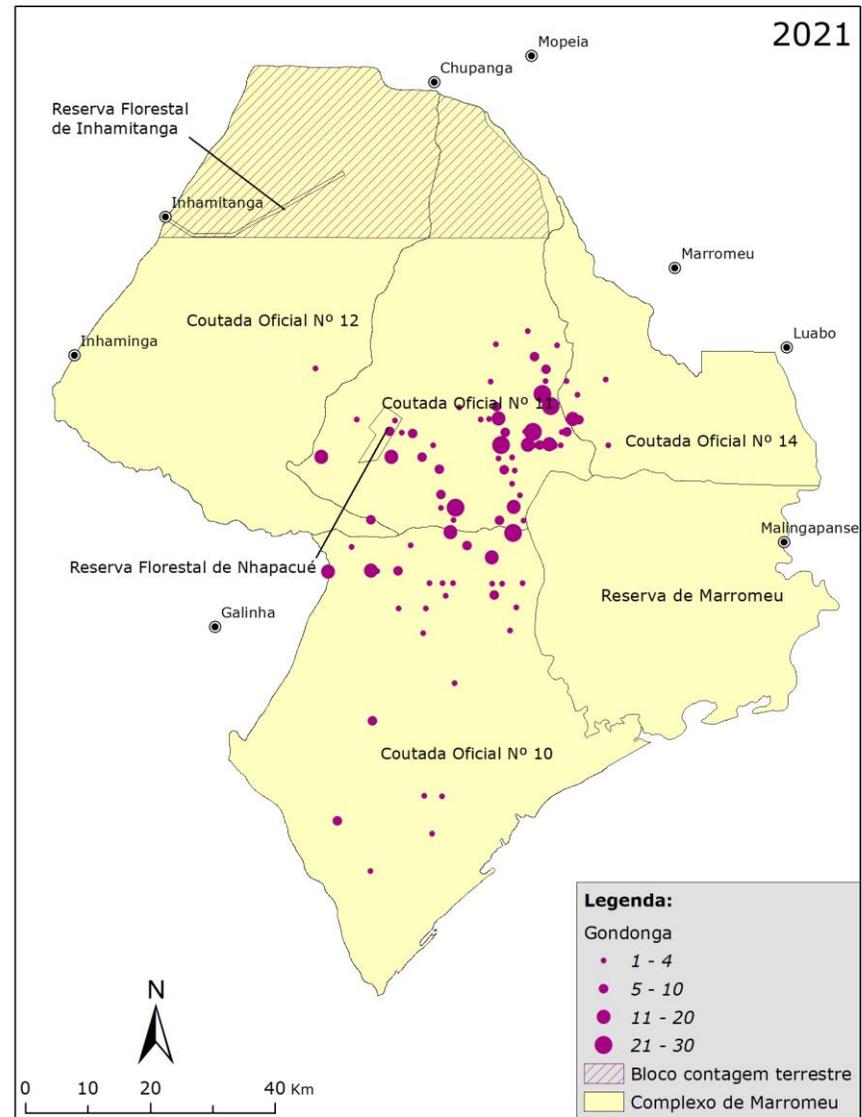
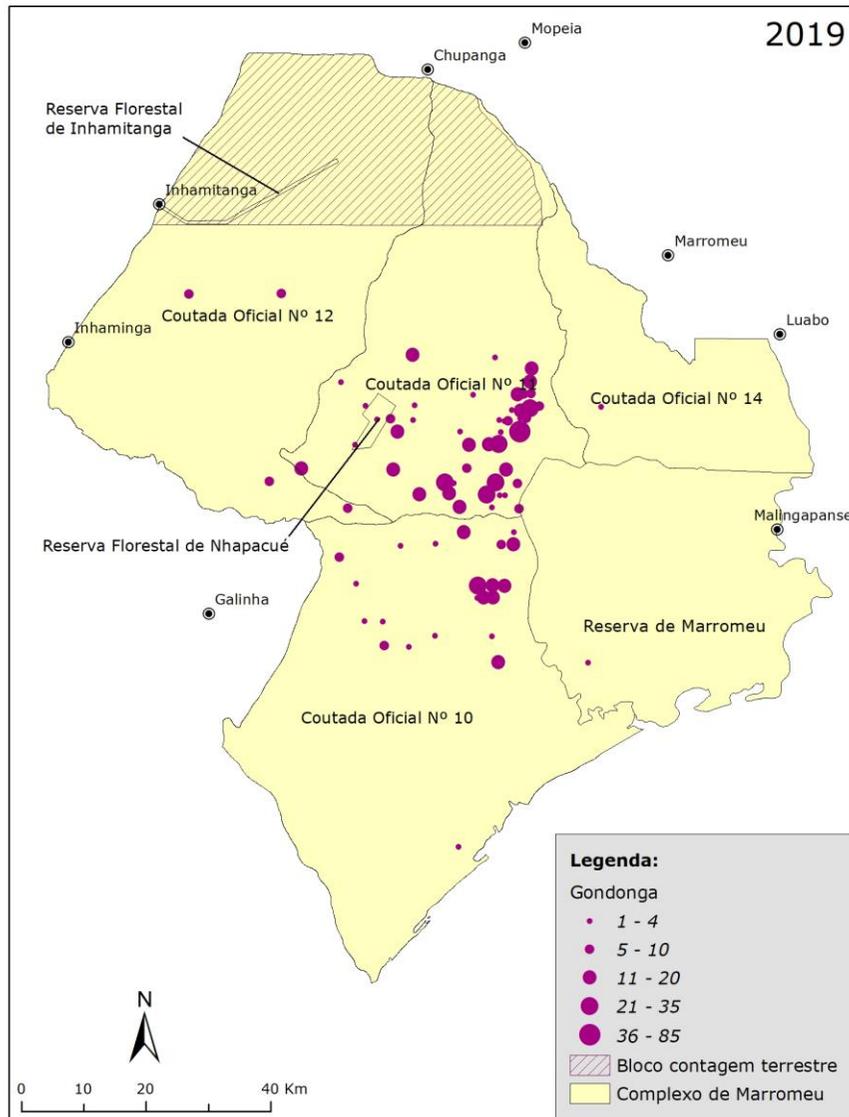


Figura 15. Distribuição da gondonga no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Inhala – *Tragelaphus angasii*

Estima-se que a população de inhala no CM seja de 2.220 indivíduos (LC 35,0%) (Tabela 15), uma redução exponencial de 9,8% por ano desde o censo realizado em 2019 no qual a população foi estimada em 2.698 indivíduos. As áreas de maior concentração são cobertas por florestas decíduas húmidas densas e as florestas secas nas Coutadas nº 11 (52% das observações) e 12 (47% das observações). O tamanho da população desta espécie foi provavelmente sub-estimado porque a cobertura das copas das árvores reduziu a visibilidade e a probabilidade de detectar os animais (Figura 16). No bloco da contagem terrestre foram observados 28 indivíduos durante a contagem de carro e estimados pelo método indirecto 114. A principal área de concentração da inhala não se alterou de 2019 para 2021. Contudo, registou-se grupos de inhala registadas na Coutada nº 10 em 2019 não foram observadas em 2021.

Tabela 13. Estimativa da população e densidade da inhala no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./ km ²)
447	2.220	152962	1442	2999	35,0	0,27

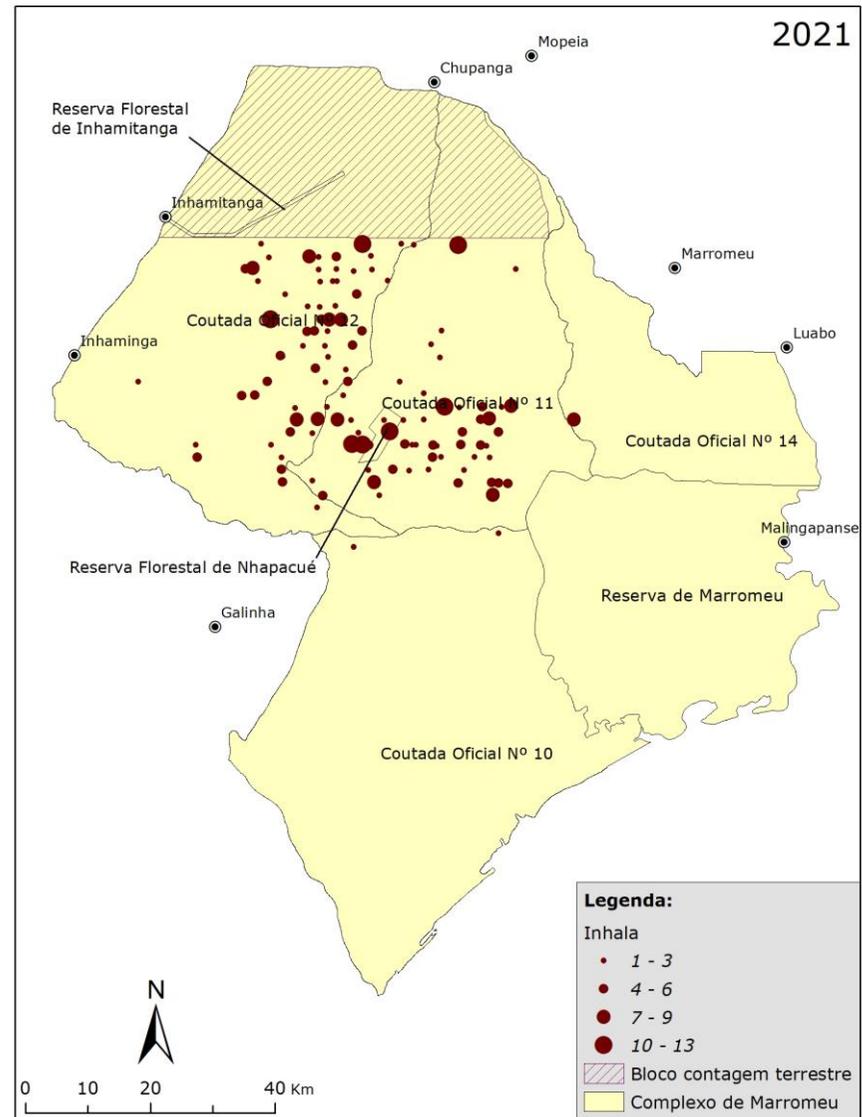
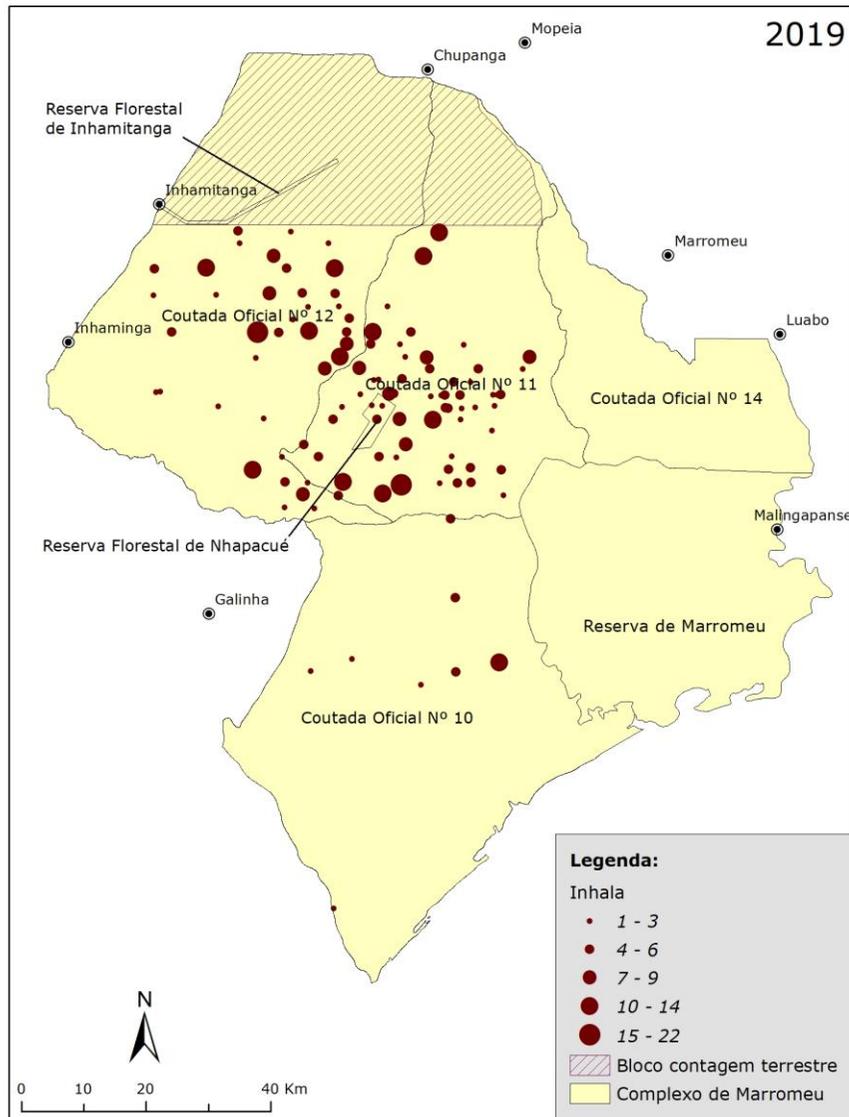


Figura 16. Distribuição da inhala no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Elande – *Tragelaphus oryx* e Cudo – *Tragelaphus strepsiceros*

A estimativa do tamanho da população do elande é de 904 indivíduos, um crescimento em relação aos 532 indivíduos estimados em 2019. Contudo, a precisão da estimativa é baixa (LC 100%) (Tabela 16), dado que o elande é uma espécie rara no CM, tendo sido observada num número baixo de transectos. A elevada diferença no tamanho dos grupos observados em diferentes transectos também contribuiu para a baixa precisão da estimativa. Devido à baixa precisão da estimativa da população, a taxa de crescimento exponencial não foi estimada. A espécie registou uma mudança da área de distribuição e habitat usado, com registo de grande manada na pradaria de inundação, tal como anteriormente registado por CEAGRE (2017). A população de cudo é estimada em 10 indivíduos (Tabela 17). Esta população pode ter sido sub-estimada dado que esta espécie foi registada somente em habitats de baixa visibilidade devido a cobertura de vegetação lenhosa (Figura 17). No bloco da contagem terrestre, a estimativa do tamanho da população do Cudo é de 58 indivíduos (LC 13.57%). Foi registado um crescimento em relação à população composta por 24 indivíduos estimada em 2019. Dois Cudos foram avistados durante o censo terrestre. Vestígios desta espécie só foram registados na Coutada nº 12.

Tabela 14. Estimativa da população e densidade do elande no Complexo do Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km ²)
182	904	206542	182	180	100	0,11

Tabela 15 Estimativa da população e densidade do cudo no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km ²)
2	10	97	2	30	197	0.001

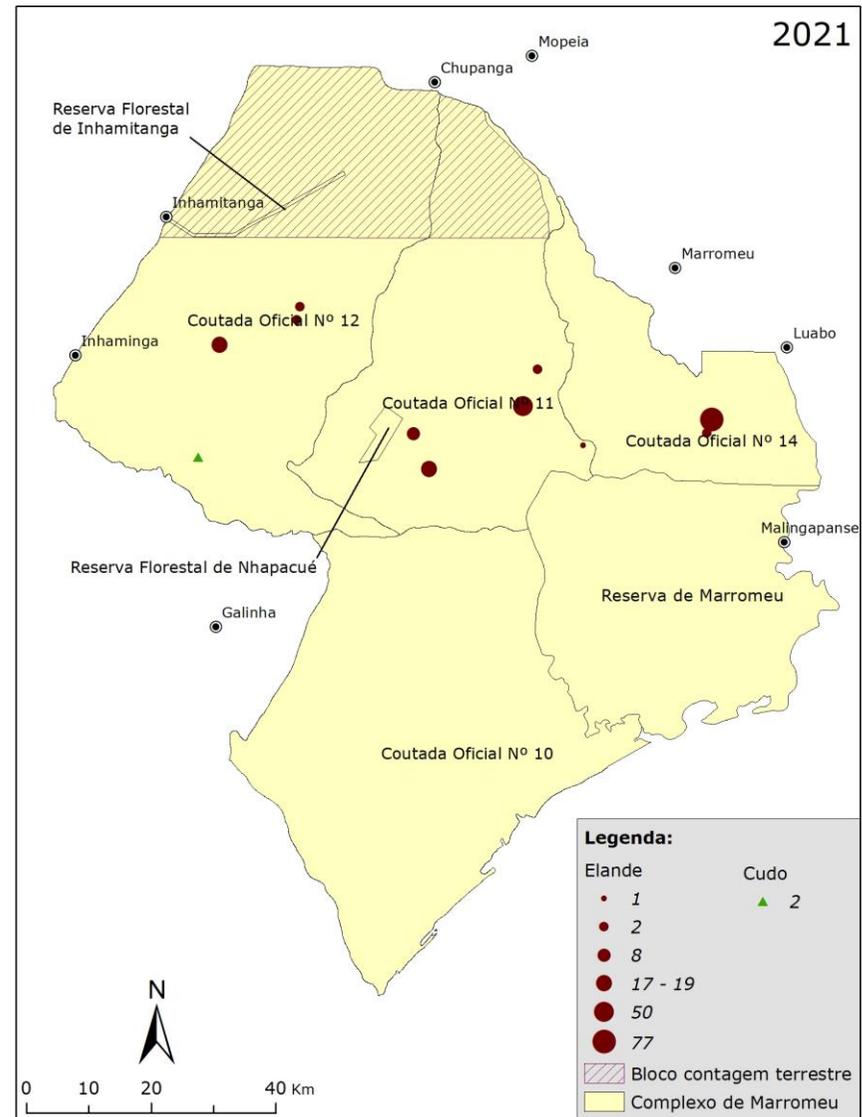
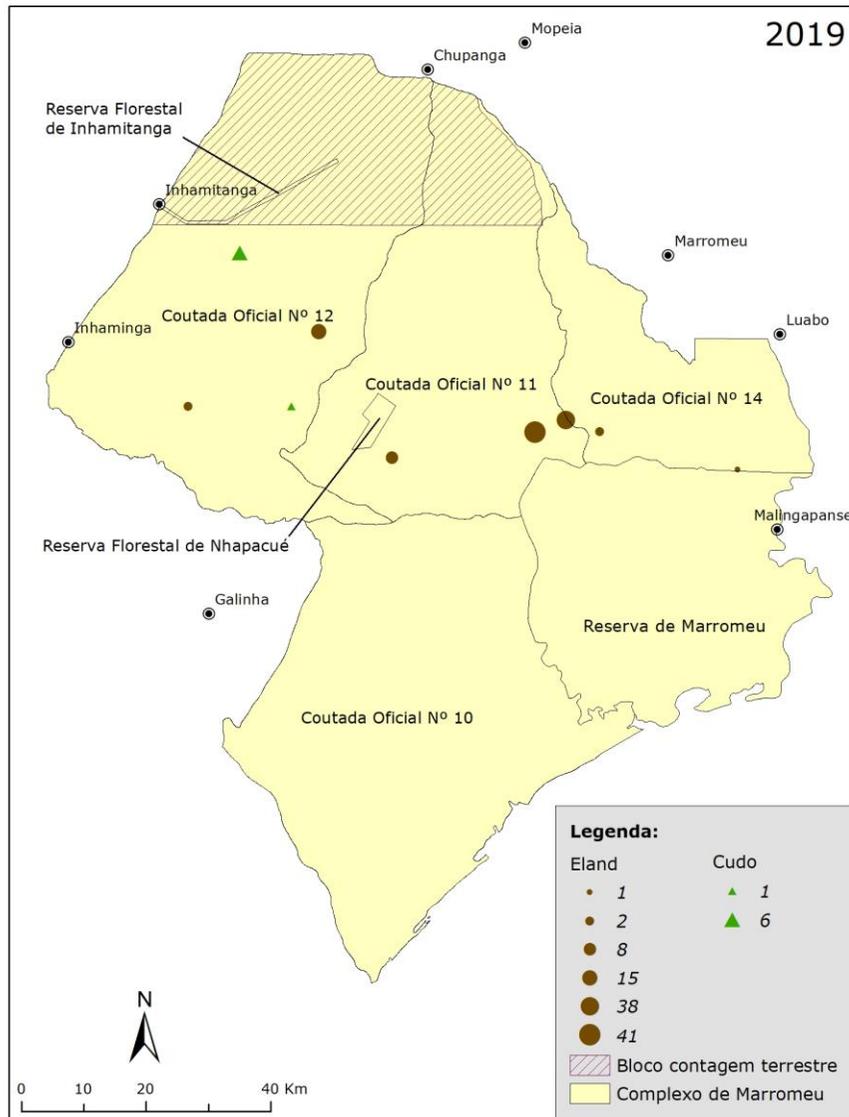


Figura 17. Distribuição do elande e cudo no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Imbabala – *Tragelaphus scriptus*

A população de imbabala foi estimada em 487 indivíduos (LC 38,3%) (Tabela 18), um crescimento a uma taxa anual média de 23,7% em relação à população de 303 indivíduos registada em 2019. Maior parte dos indivíduos desta espécie foi observada nas florestas decíduas húmidas densas nas Coutadas nº 11 e 12 (Figura 18). Dada a elevada cobertura da copa das árvores neste habitat, a probabilidade de detectar e contar os animais foi baixa. Portanto, a população desta espécie foi provavelmente sub-estimada. No bloco do censo terrestre a população foi estimada em 158 indivíduos.

Tabela 16. Estimativa da população e densidade da imbabala no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km²)
98	487	8780	301	674	38,3	0,06

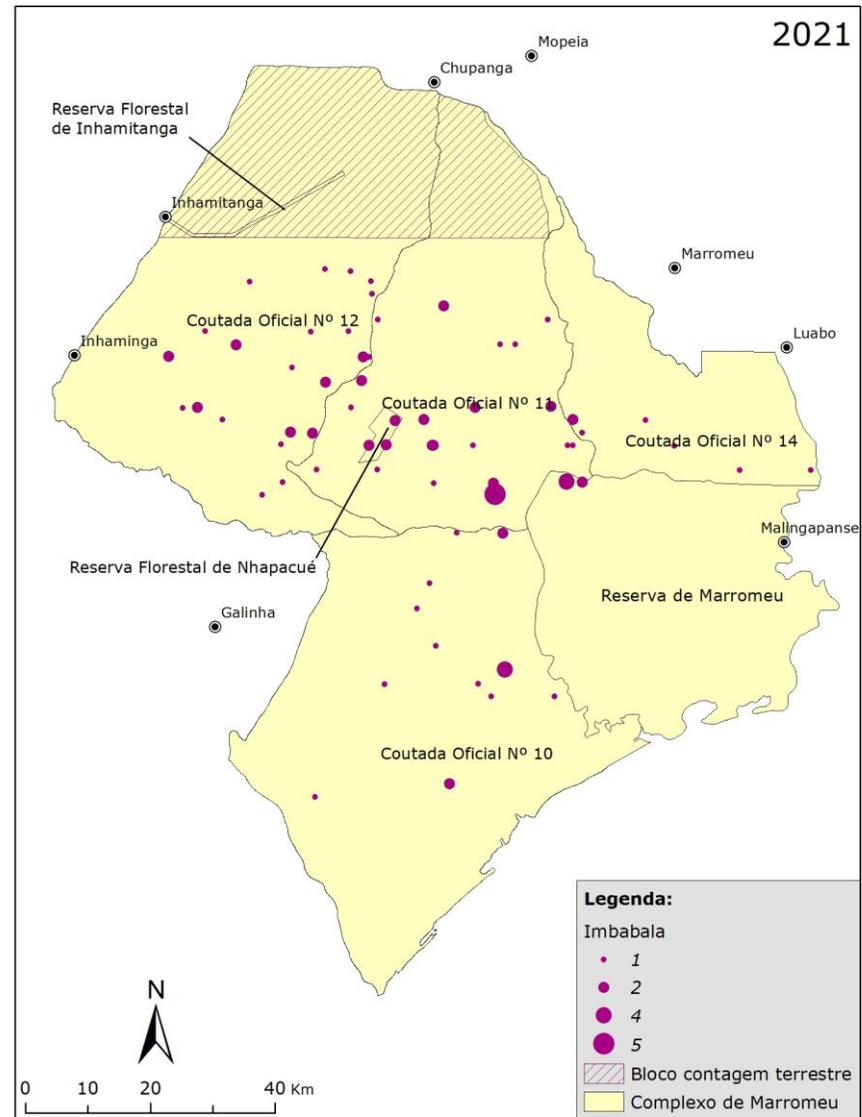
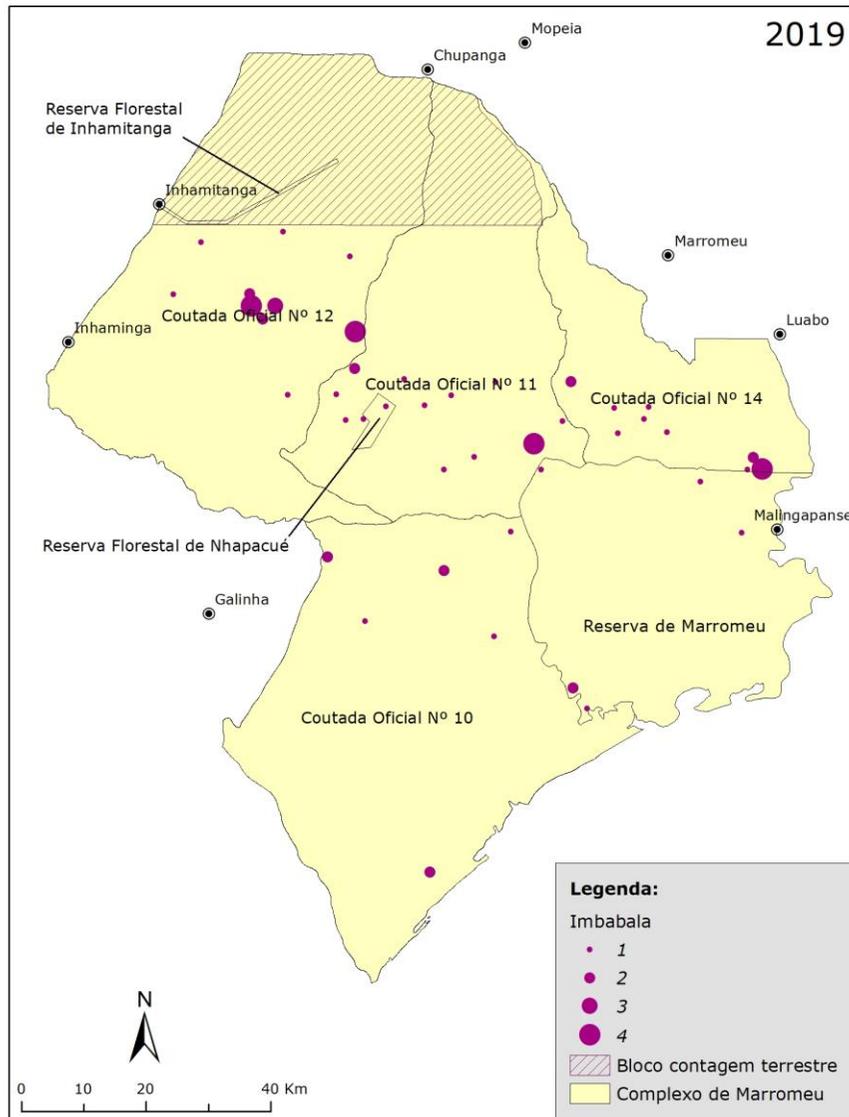


Figura 18. Distribuição da imbabala no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Zebra – *Equus quagga*

A estimativa do tamanho da população de zebra é de 1.088 indivíduos. Esta população representa uma redução anual de 2,9% em relação população estimada em 2019. Todavia, a estimativa tem uma baixa precisão (LC 90%) (Tabela 19), portanto o resultado não é confiável. Os grupos maiores foram observados no ecótono entre a pradaria de inundação e as florestas decíduas húmidas abertas da Coutada nº 11 (90% das observações). A área de distribuição não se alterou de 2019 para 2021 (Figura 19).

Tabela 17. Estimativa da população e densidade da zebra no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km²)
219	1.088	361002.5	219	2284	109	0,13

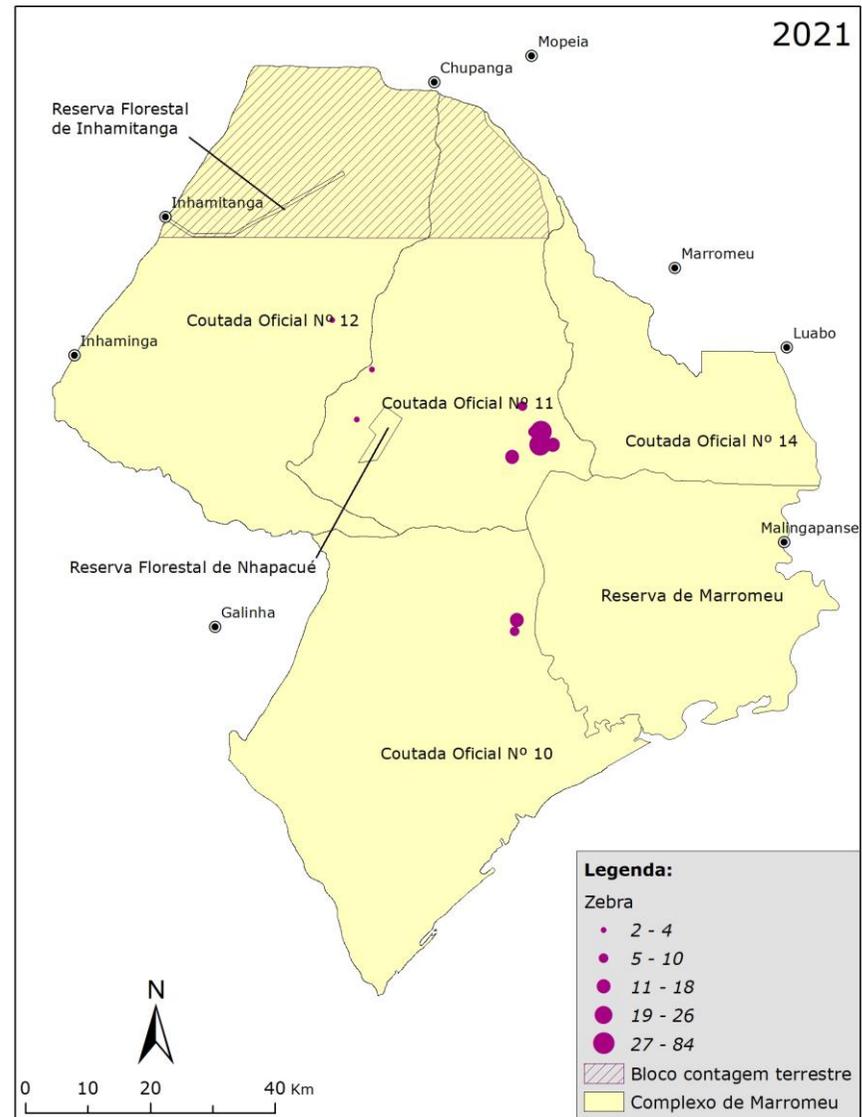
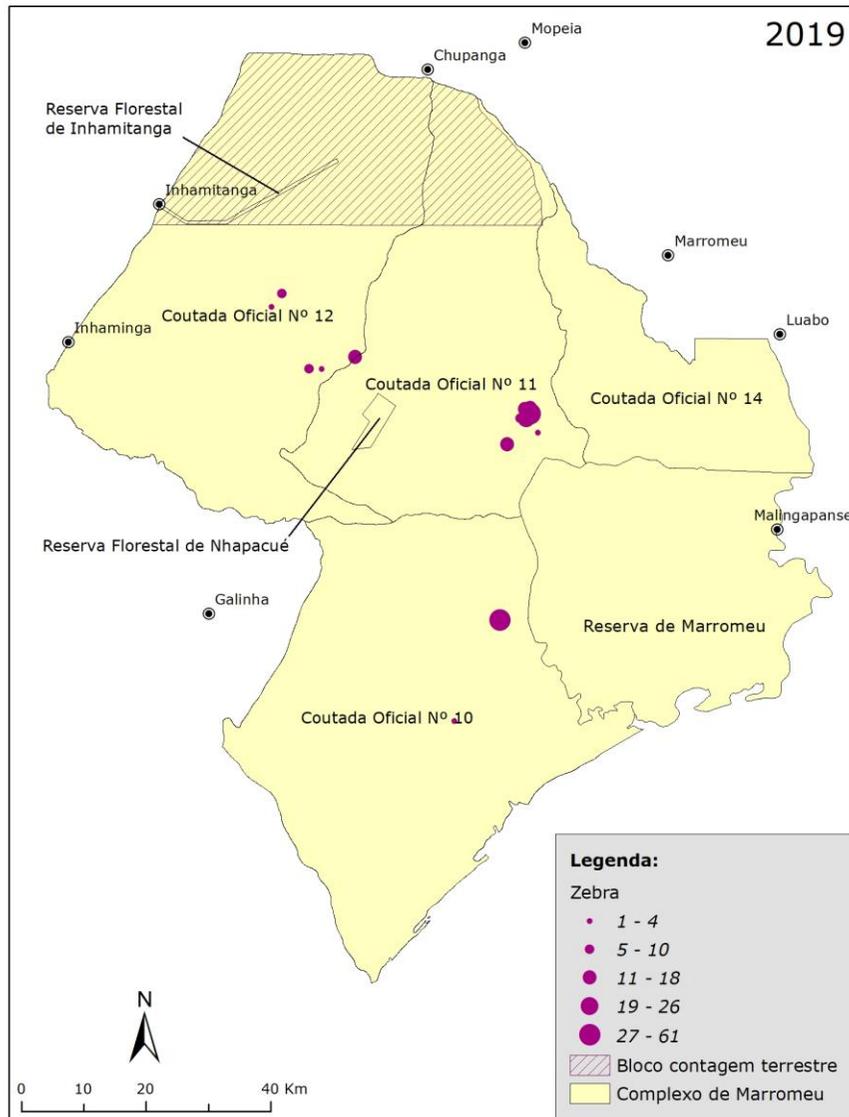


Figura 19. Distribuição da zebra no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Oribi – *Ourebia ourebi*

A população total é estimada em 238 indivíduos. Contudo, a precisão da estimativa da é baixa (LC 110%), pelo que não foi estimada a taxa de crescimento ou declínio anual (Tabela 20). Os grupos maiores foram observados na Coutada nº 11 (Figura 20), em áreas cobertas por um mosaico de floresta decídua húmida densa e aberta com alta densidade de tandos. Por ser uma espécie de pequeno porte (14 kg), a população pode ter sido sub-estimada. Pelo censo terrestre, a população foi estimada em 228 indivíduos (LC 50%), o que corresponde a um crescimento em relação à população estimada em 2019 (201 indivíduos). Nenhum indivíduo foi visto durante a contagem terrestre. Vestígios desta espécie só foram registados na Coutada nº 12. A distribuição da espécie não mostrou alteração considerável entre os anos 2019 e 2021.

Tabela 18. Estimativa da população e densidade do oribi no Complexo do Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km ²)
48	238	3749	117	361	110	0,03

Impala – *Aepycerus melampus*

A estimativa da população é de 387 indivíduos, uma taxa de crescimento exponencial de 1,8%. Porém, a precisão da estimativa é baixa (LC 87%) (Tabela 21), portanto o resultado não é confiável. Os grupos maiores foram observados nas Coutadas nº 11 e 12, em áreas cobertas por um mosaico de floresta decídua húmida densa e aberta (Figura 20). Na área abrangida pelo censo terrestre, a estimativa da população é de 275 indivíduos (LC 51.92%). As estimativas de impala foram maiores no censo de 2021 comparativamente às estimativas do censo de 2019 (126 indivíduos). Nenhum indivíduo foi avistado durante a contagem terrestre. Vestígios desta espécie foram observados tanto na coutada 11 como na coutada 12, com diferenças insignificantes de observações. A área de distribuição da impala não se alterou de 2019 para 2021.

Tabela 19. Estimativa da população e densidade da impala no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km ²)
78	387	28766	50	725	87	0,05

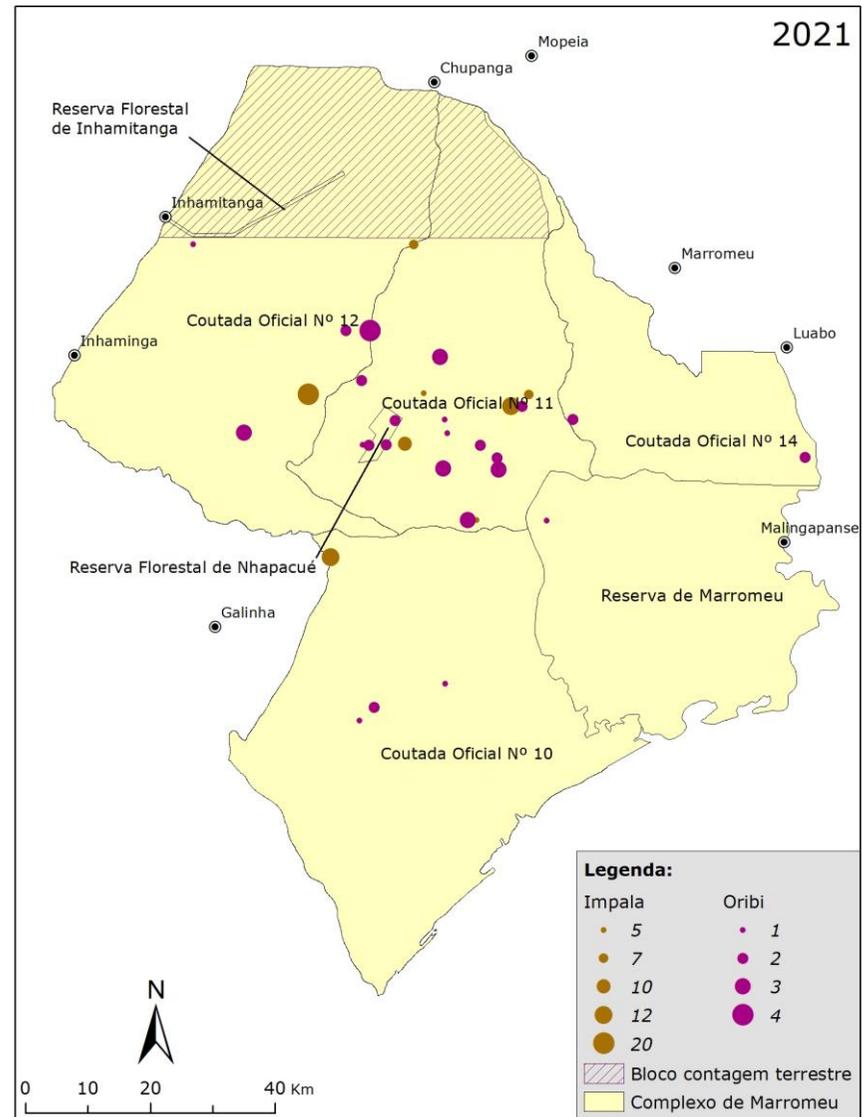
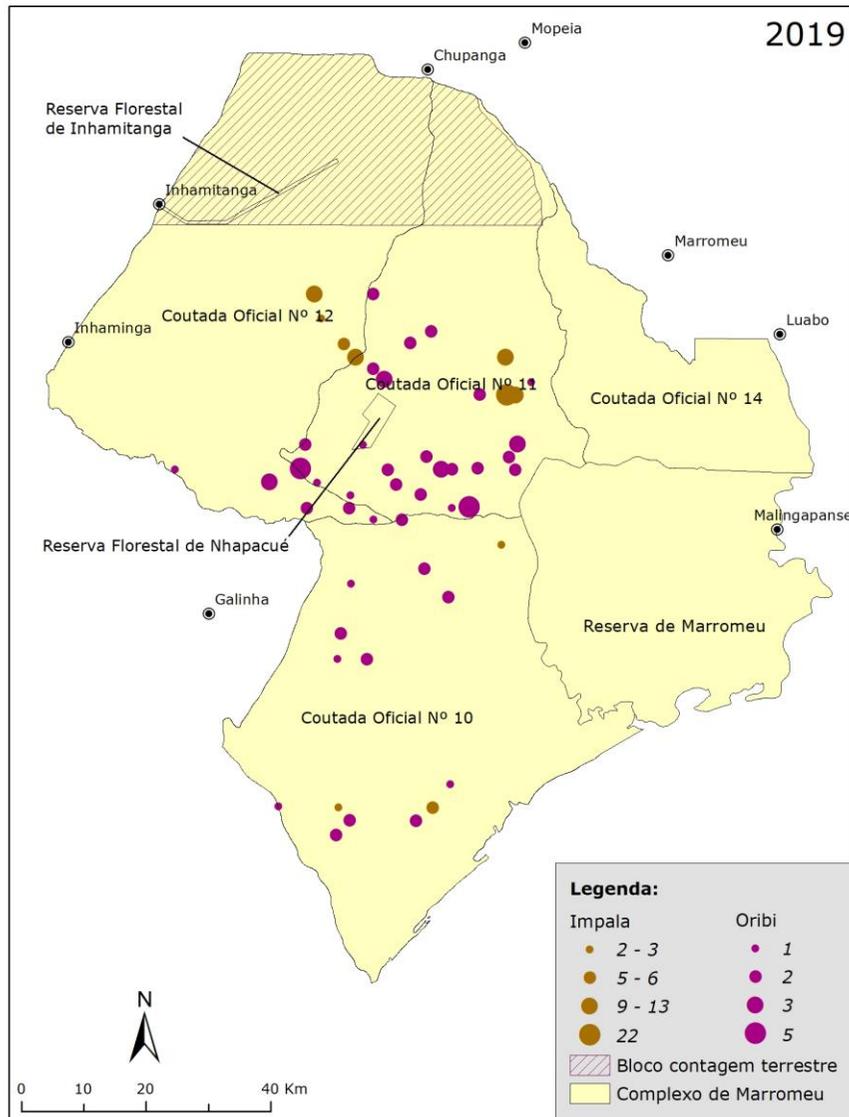


Figura 20. Distribuição do oribi e impala no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Cabrito vermelho (*Cephalophus natalensis*), cabrito cinzento (*Sylvicapra grimmia*), chengane (*Neotragus moschatus*), cabrito azul (*Philantomba monticola*) e chipene-grisalho (*Raphicerus sharpei*)

A população do cabrito vermelho foi estimada em 253 indivíduos (LC 53,9%) (Tabela 22), um crescimento exponencial de 10,8% por ano em relação à população de 204 indivíduos estimada em 2019. Outros cabritos encontrados no CM, embora com baixa frequência e abundância são o chengane cuja população através do censo aéreo é estimada em 25 indivíduos (Tabela 23) e o cabrito cinzento com uma população estimada em 45 indivíduos (Tabela 24). As estimativas para ambas espécies têm baixa precisão devido ao baixo número de observações. Os indivíduos destas espécies foram vistos na sua maioria em habitats de baixa visibilidade tais como as florestas decíduas húmidas densas nas Coutadas nº 11 e 12 (Figura 21). Adicionalmente, são espécies de pequeno porte (5 – 20 kg e crípticas). Portanto, a sua população foi consideravelmente uma sub-estimativa.

No bloco da contagem terrestre, a população de chengane foi estimada pelo método indirecto em 638 indivíduos (LC 4.65%) e foram avistados 6 indivíduos. Na presente contagem foi verificado um decréscimo no número estimado de indivíduos desta espécie comparativamente às estimativas do censo terrestre de 2019 (1692 indivíduos). As maiores concentrações foram registadas na Coutada nº 12 com 74,5% das observações e na Coutada nº 11 com 24.5% do total dos sinais de cabrito chengane observados. Outros cabritos encontrados no CM são o cabrito azul cuja população é estimada em 247 indivíduos (LC 29.63%) e o cabrito vermelho com uma população estimada em 180 indivíduos (LC 9.64%), ambas espécies estimadas pelo método indirecto. Dois indivíduos de cabrito vermelho foram avistados durante o censo terrestre. As estimativas de cabrito vermelho e azul foram maiores no censo de 2021 comparativamente às estimativas do censo de 2019 (154 e 136 indivíduos, respectivamente). As maiores concentrações de cabrito vermelho foram registadas na Coutada nº 12 com 89% das observações e na Coutada nº 11 com 11% do total dos sinais indirectos. Sinais de cabrito azul só foram registados na Coutada nº 12. Foram observados 2 chipene-grisalhos durante a contagem terrestre a pé.

Tabela 20. Estimativa da população e densidade do cabrito vermelho no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km²)
51	253	4703	117	390	53,9	0,03

Tabela 21. Estimativa da população e densidade do cabrito chengane no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km²)
5	25	262	5	57	130	0,003

Tabela 22. Estimativa da população e densidade do cabrito cinzento no Complexo de Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km²)
9	45	284	12	78	75	0,005

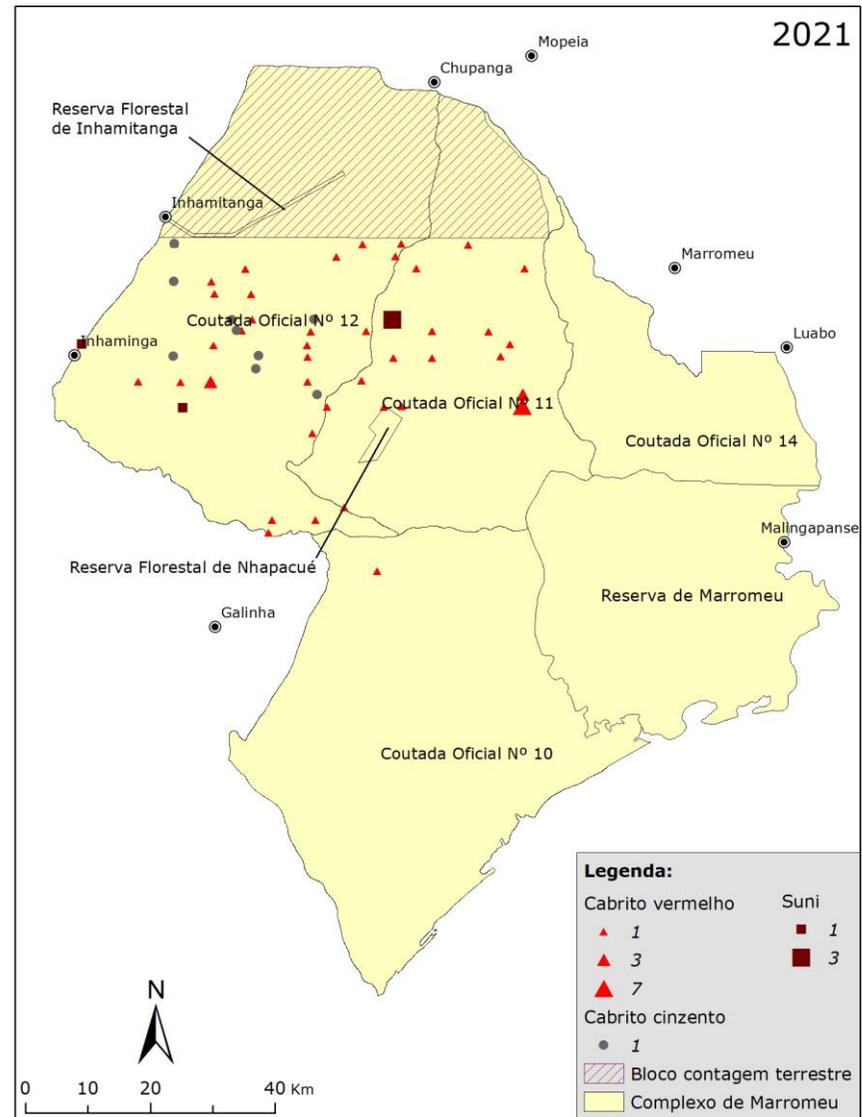
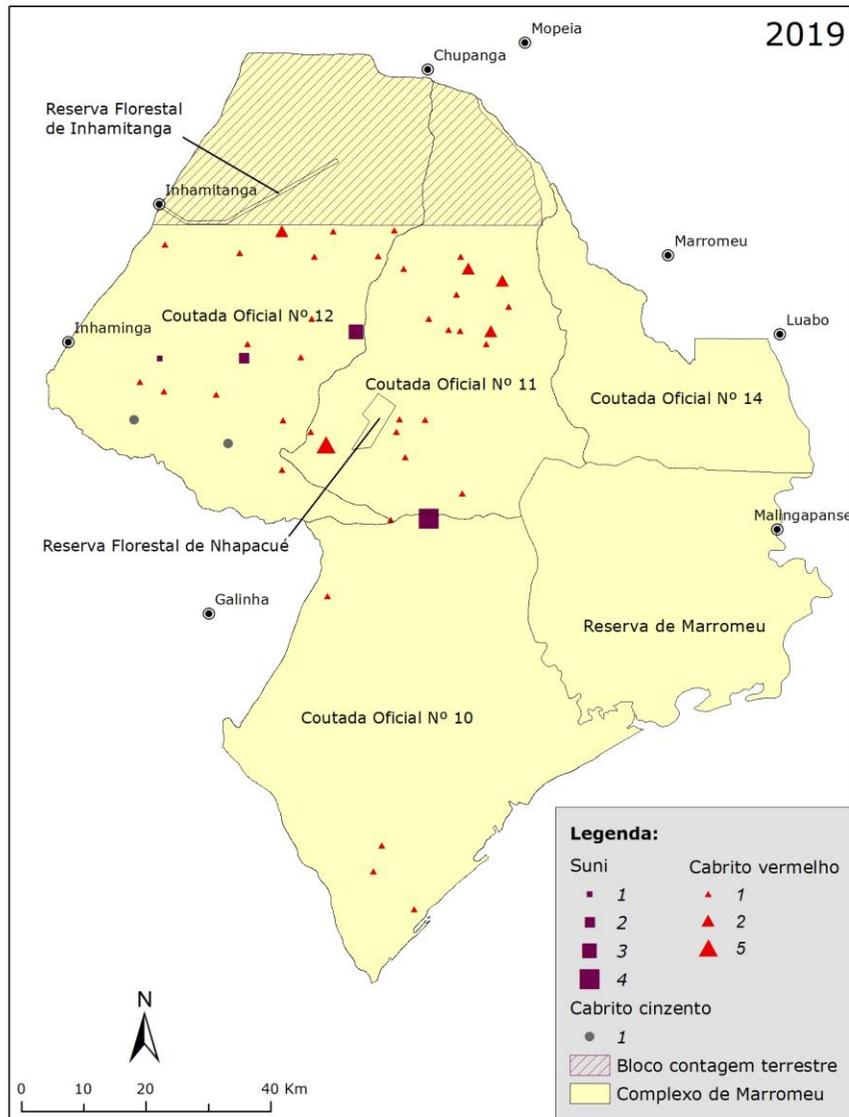


Figura 21. Distribuição do cabrito vermelho, cabrito cinzento e chengane no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Porco-bravo – *Potamochoerus larvatus*

A população do porco-bravo foi estimada em 25 indivíduos. Porém, esta estimativa é de baixa precisão (LC 116%) (Tabela 25). Dado que a espécie habita florestas densas e é nocturna, os resultados do censo aéreo são uma sub-estimativa do tamanho da população. O porco-bravo foi observado nas Coutadas nº 10 e 11. (Figura 22). No bloco da contagem terrestre, a população do porco-bravo foi estimada em 280 indivíduos (LC 20,04%), As estimativas de porco-bravo foram maiores no censo de 2021 comparativamente às estimativas do censo de 2019 (149 indivíduos). Usando métodos directos no censo terrestre foi contado apenas 1 indivíduo. As maiores concentrações foram registadas na Coutada nº 12 com 63% das observações e na Coutada nº 11 com 37% do total dos sinais indirectos de Porco-bravo observados.

Tabela 23. Estimativa da população e densidade do porco-bravo no Complexo do Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km²)
5	25	211	5	54	116	0,003

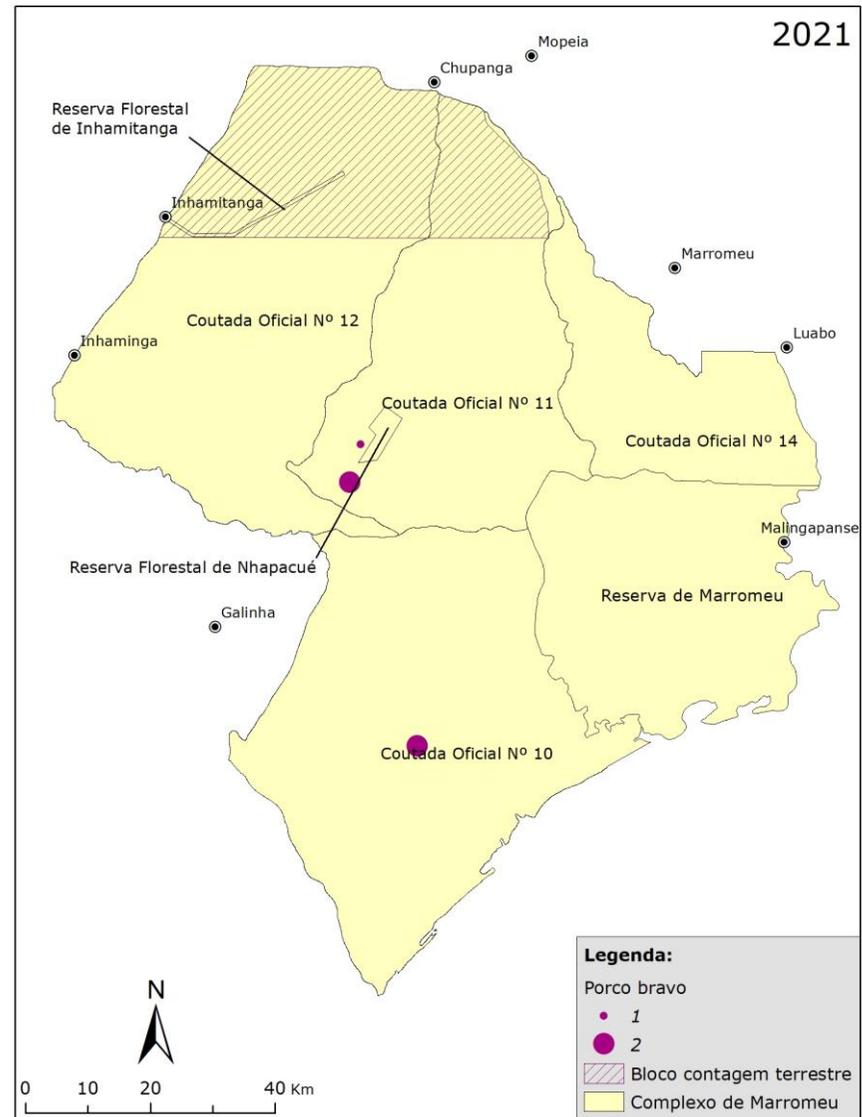
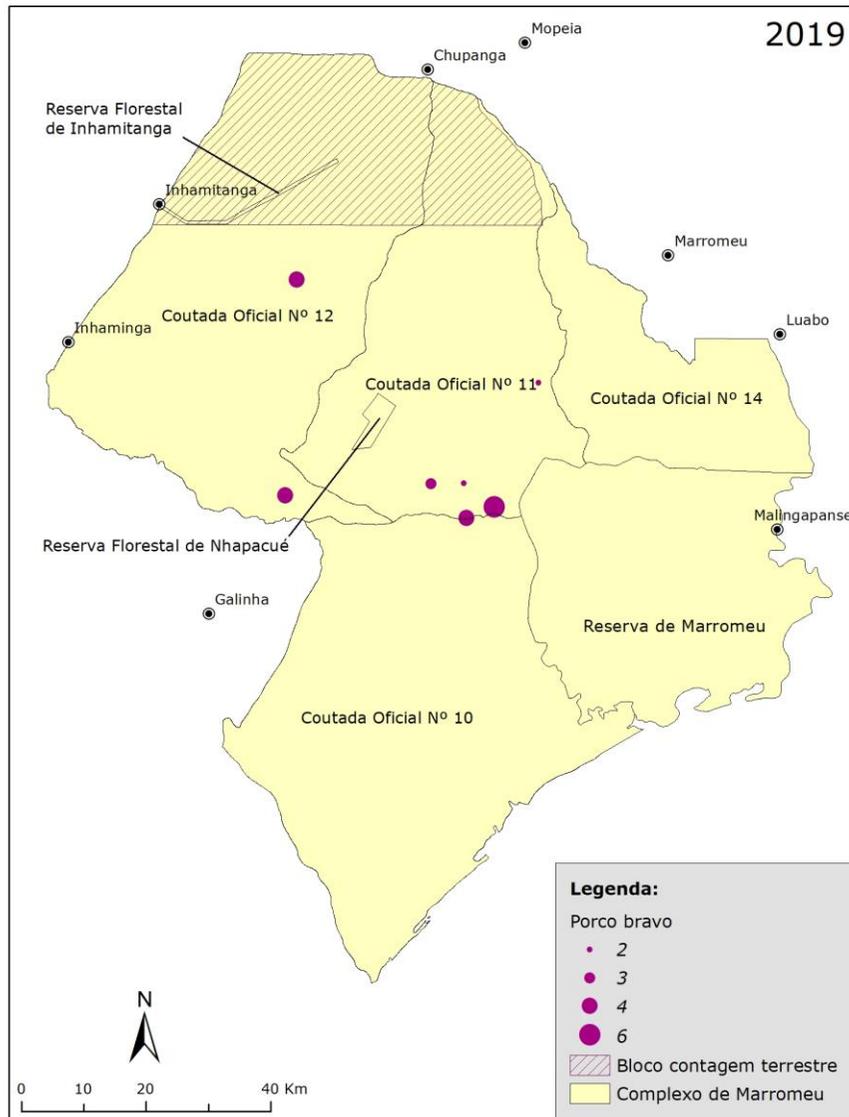


Figura 22. Distribuição do porco-bravo no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

Macaco cão – *Papio ursinus*

O número de grupos de macaco-cão foi estimado em 581. Porém, a precisão desta estimativa é baixa (LC 92,5%), pelo que, não foi estimada a taxa de crescimento exponencial (Tabela 26). Doze (12) indivíduos foram observados através do método directo usando veículo na contagem terrestre.

Tabela 24. Estimativa do número e densidade de grupos de Macaco-cão no Complexo do Marromeu

Nº observado	Nº estimado	Variância	LC Inferior	LC Superior	PRP (% LC)	Densidade (ind./km²)
117	581	73068	44	1120	92,5	0,07

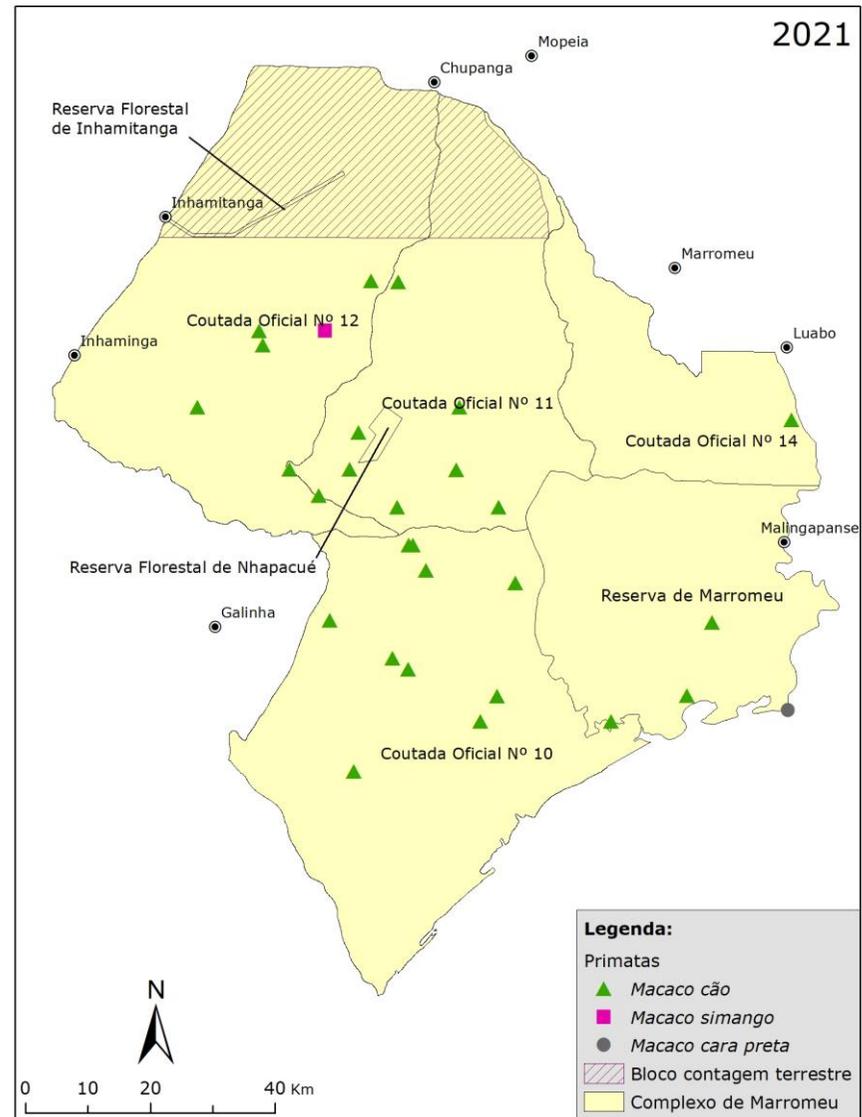
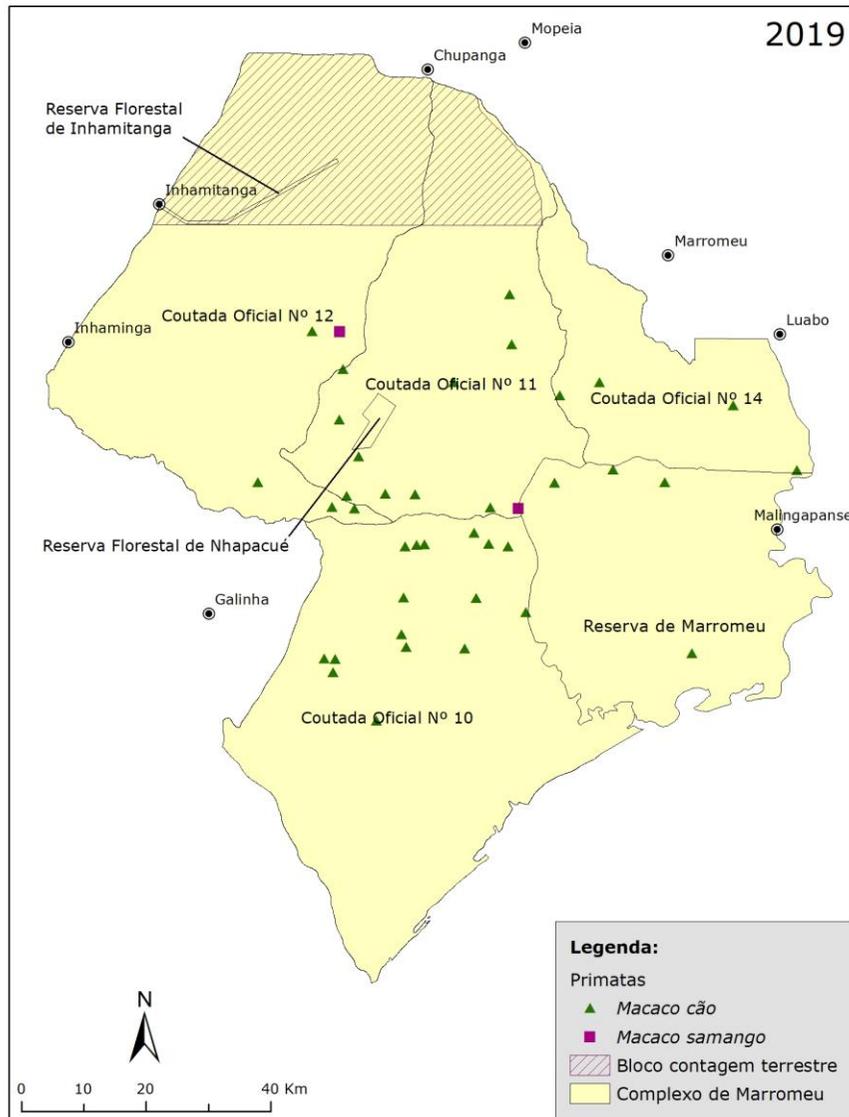


Figura 23. Distribuição do macaco-cão e macaco-samango no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

3.2. Avifauna

Grou coroadado

O número de grou coroadado registado neste censo foi o maior e nunca visto no CM. A maior concentração esteve na pradaria de inundação na Coutada nº 10 e os restantes bandos ao longo do ecótono (Figura 24). Bandos comparáveis só foram vistos no Parque Nacional da Gorongosa. No censo realizado em 2016 foram observados compostos por menos de 10 indivíduos. Esta concentração sugere haver uma movimentação destas aves entre o Delta do Zambeze e o Parque Nacional da Gorongosa. Globalmente é considerada uma ave vulnerável, devido sobretudo a perda progressiva do seu habitat natural.

Grou Caranculado

A distribuição do grou caranculado não difere do padrão observado em 2019. Entretanto os números observados em 2021 foram baixos comparativamente ao censo de 2019. Provavelmente, dado que 2021 foi um bom ano hidrológico estas aves tiveram várias opções de habitat e dispersaram-se. Nos anos passados, estas aves foram registadas em Nhangau, a escassos quilómetros da cidade da Beira (Bento, 2002). É uma espécie ameaçada principalmente pela redução do seu habitat, provocada pela regulação dos rios que alimentam as zonas inundadas onde a espécie nidifica.

Calau Gigante

O calau gigante foi observado na mata miombo. Entretanto, em grupos mais pequenos comparativamente ao censo de 2019. Esta ave é considerada vulnerável globalmente, devido à alteração e à perda do seu habitat natural.

Cegonha Marabu

Esta cegonha gigante apesar de ser da pouca preocupação em termos de conservação o Delta do Zambeze tem uma das poucas colónias produtivas desta espécie. Os locais de reprodução desta espécie sempre foram um mistério na África austral.

Pelicano

Observaram-se colónias significativas de pelicanos durante as contagens ao longo das pradarias de inundação. Esta espécie reproduz-se no Complexo de Marromeu.

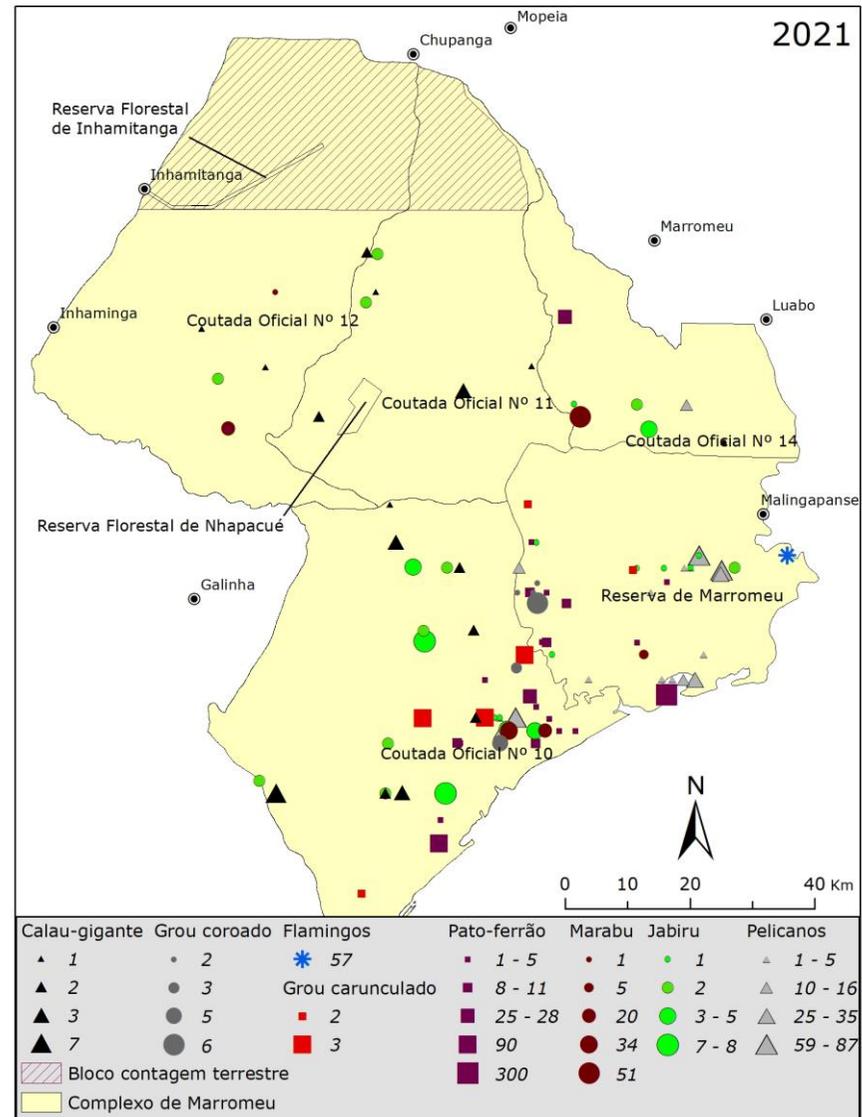
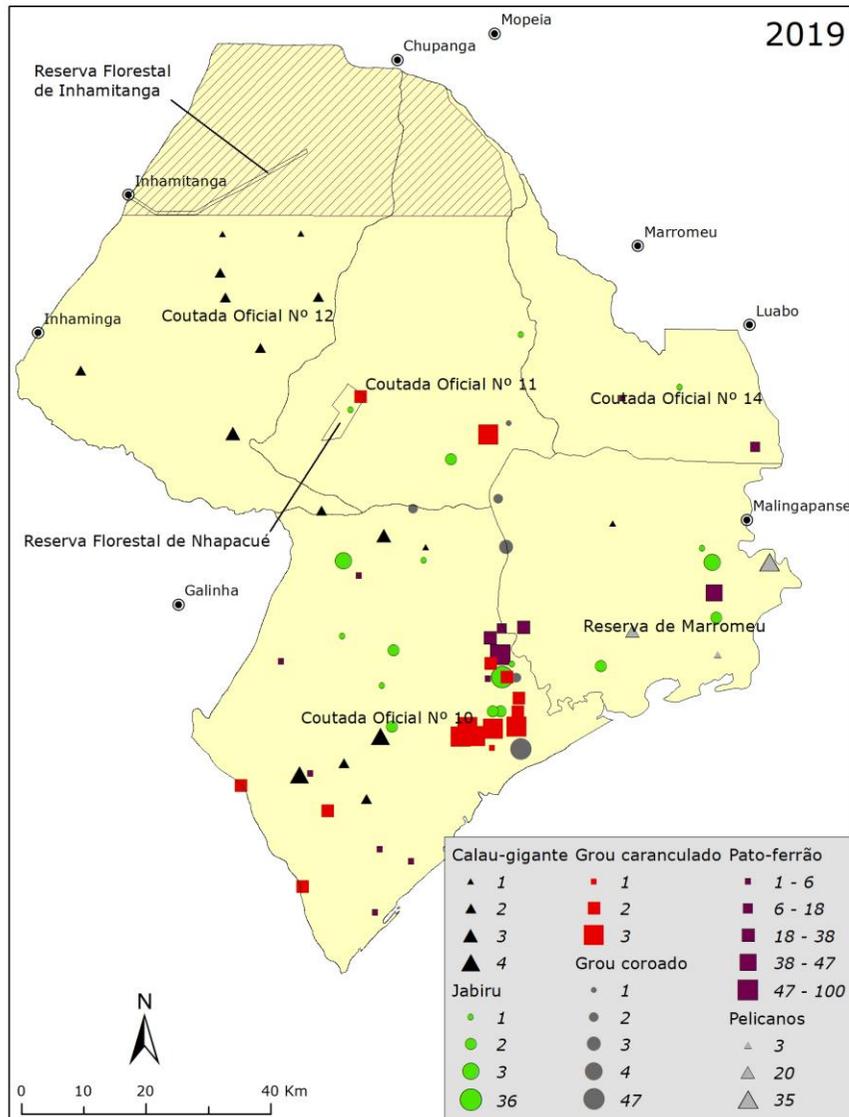


Figura 24. Distribuição e abundância de aves (grou caranculado, grou coroado cinzento, pelicano branco pato-ferrão, jabiru e calau gigante) no Complexo do Marromeu nos anos 2019 e 2021.

3.3. Distribuição de Actividades humanas

O Complexo de Marromeu regista uma elevada proliferação de actividades humanas. A área afectada por actividades humanas aumentou no período de 2019 a 2021, com o aumento de áreas desflorestadas, principalmente nas coutadas oficiais nº 10 e 12 (Figura 26). As principais actividades humanas consistem no estabelecimento de assentamentos humanos, prática da agricultura de subsistência, caça furtiva, extracção de madeira e produção de carvão. Na zona costeira e na pradaria de inundação, principalmente na RNM e Coutada nº 10, a pesca é a actividade mais importante da população, evidenciada pela existência de um elevado número de acampamentos de pescadores.

Nas matas de miombo das Coutadas nº 11 e 12, em particular nas proximidades das vilas de Inhaminga, Inhamitanga e Chupanga, a agricultura e assentamentos humanos são os principais impactos humanos, mas também há registos de exploração florestal para a produção de carvão vegetal. Durante o censo terrestre foram identificadas evidências da exploração de recursos florestais para madeira, lenha e carvão que causam perda e fragmentação de habitats (Figura 25). Importa clarificar que a escassa proliferação de actividades humanas na Coutada nº 14 (Figura 26) é apenas aparente. Áreas densamente povoadas pela população humana e com intensa actividade agrícola e áreas cobertas por plantações de cana-de-açúcar nesta Coutada foram identificadas na fase da planificação e excluídas do censo aéreo (ver mapa das linhas de voo – Figura 2).

Uma actividade ilegal de difícil registo durante os censos aéreos é a caça furtiva a animais de pequeno-médio porte. Durante o trabalho de campo foram encontradas evidências de caça furtiva sob a forma de espécimes mortas, armadilhas e acampamentos de caçadores furtivos. A caça furtiva é um factor que reduz a densidade de populações de fauna bravia na maior parte do CM, excepto nas áreas de difícil acesso (por exemplo, a área central do CM) e nas áreas onde a força de fiscalização está frequentemente presente. Durante o censo terrestre foram encontradas evidências de caça furtiva, incluindo espécimes mortas, armadilhas e acampamentos de caçadores furtivos (Figura 25).



Figura 25. Evidência de actividades ilegais realizadas no CM: exploração da madeira, produção de carvão e inhala morta por uma armadilha de laço.

As actividades humanas afectam negativamente as populações de fauna bravia directamente através da caça furtiva que causa mortalidade artificial ou indirectamente através da alteração da qualidade do habitat (redução de recursos e da segurança para as espécies). Nas áreas com elevada densidade de actividades humanas foram encontradas poucas espécies e em números reduzidos. A área menos afectada por actividades humanas é a área central da RNM e as proximidades dos limites entre a RNM, Coutada nº 11 e Coutada nº 10 (Figura 26), e é nesta área de difícil acesso onde foi registado o maior número de espécies e onde foram documentadas as maiores manadas.

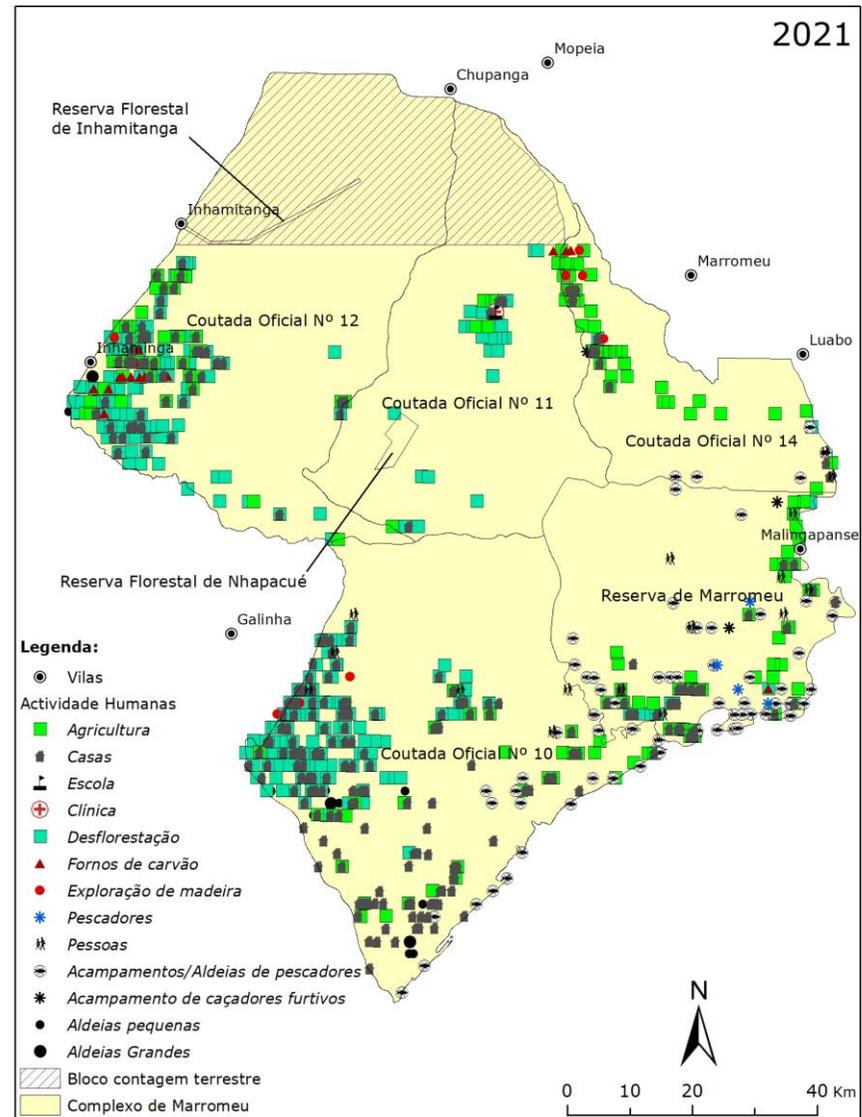
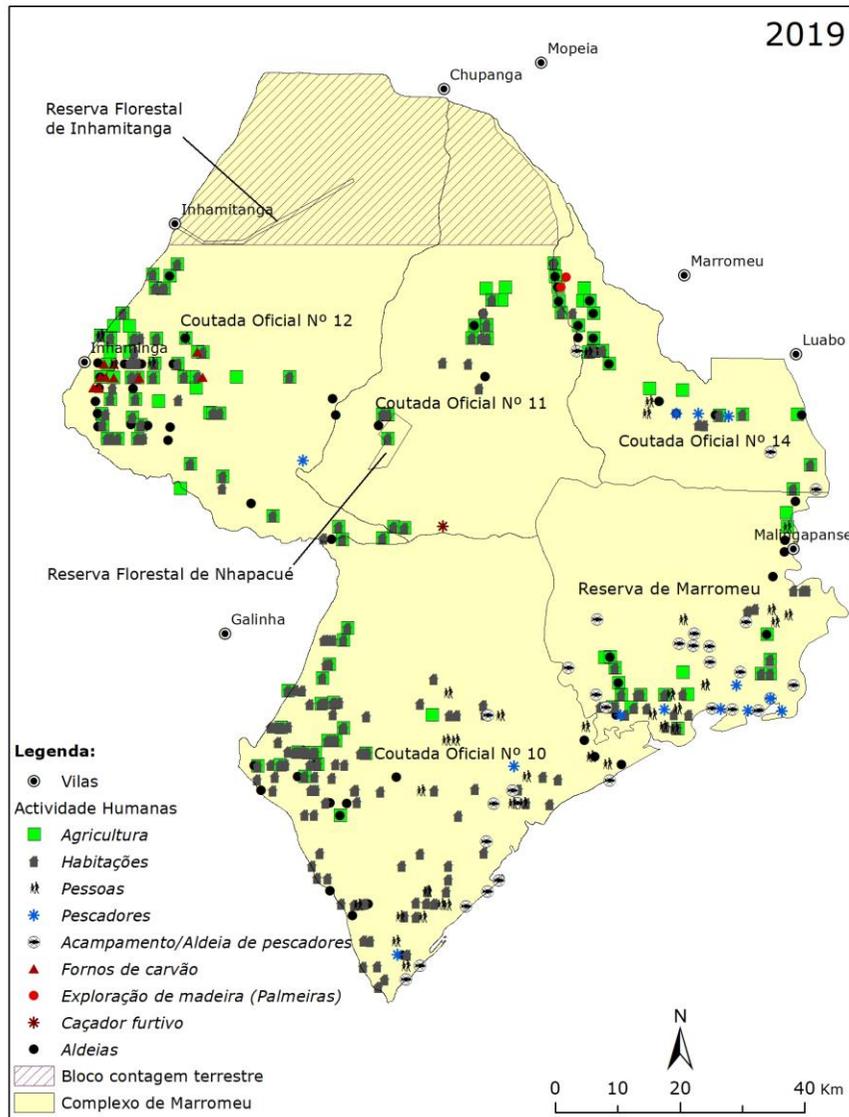


Figura 26. Distribuição de actividades humanas no Complexo de Marromeu nos anos 2019 e 2021.

3.4. Quotas de extracção

O turismo cinegético é a principal forma de utilização da fauna bravia no CM e é a maior fonte de receitas para o Estado produzidas pelo sector da fauna bravia. Com base no tamanho e taxa de crescimento da população de cada espécie no período entre 2019 e 2021 foram estimadas quotas de abate sustentável apresentadas na Tabela 27.

Tabela 25. Proposta de taxas e quotas de extracção de espécies de fauna bravia no Complexo de Marromeu

Espécie	Nº estimado	Taxa de extracção anual	Quota de extracção anual*	Proporção da quota de abate para as Coutadas oficiais**	Quota de abate anual para as Coutadas oficiais
Búfalo	22.269	0,02	446	0,21	94
Hipopótamo	233	0,18	42	0,32	13
Elefante	521	0,069	36	0,06	2
Palapala	4.550	0,025	114	0,85	97
Chango	12.627	0,03	379	0,86	326
Piva	26.252	0,05	1.313	0,58	761
Gdonga	2.697	0,035	95	0,95	90
Facocero	9.035	0,08	723	0,92	665
Inhala	2.220	0,035	78	0,99	77
Oribi	402	0,08	32	1	32
Elande	904	0,13	118	1	118
Zebra	1.087	0,07	76	0,9	68
Imbabala	487	0,12	59	0,94	55
Cabrito-vermelho	253	0,108	28	1	28

*A quota de extracção sustentável é o número total de animais que pode ser extraído do CM para diversos fins, incluindo o repovoamento em outras áreas de conservação e o abate nas Coutadas oficiais

**A proporção da quota de abate para as Coutadas oficiais corresponde a proporção de animais observada nestas, i.e., excluindo os animais contados na RNM, onde o abate de animais não é permitido.

4. DISCUSSÃO

4.1. Tendências do tamanho e distribuição das populações

Conforme descrito na secção 2.2., censos de fauna bravia no CM têm sido realizados regularmente desde os anos 1977/8, com interrupção durante a década de 1980 devido à guerra civil e reinício após o fim do conflito. A comparação directa dos resultados e análise de tendências na abundância e distribuição é dificultada pela diferença na metodologia e intensidade da amostragem, equipamento usado, estação do ano e áreas cobertas. As populações de mamíferos de médio e grande porte sofreram declínios de mais de 90% durante o período da guerra civil (Beilfuss *et al.*, 2010). Porém, para todas as espécies regista-se uma recuperação do tamanho das populações como resultado do esforço de conservação realizado pelos operadores das Coutadas oficiais e pela RNM. As populações do búfalo e piva estão quase à metade das registadas em 1977, enquanto as populações de palapala, chango, elande e gondonga cresceram para mais do dobro dos níveis documentados em 1977/8, antes do início da guerra civil. A distribuição de todas as espécies é semelhante à documentada nos censos aéreos mais recentes (Beilfuss *et al.*, 2010; Grossmann *et al.*, 2014, CEAGRE, 2017, 2020). A pradaria de inundação e a floresta (semi)-decídua húmida aberta foram os tipos de vegetação com maior número de espécies e densidades de fauna bravia.

O uso da mesma metodologia nos censos realizados em 2016 (CEAGRE 2017), 2019 (CEAGRE 2020) e 2021 (este estudo) permite documentar que as populações da maioria das espécies de fauna bravia cresceram no CM no período de 2019 a 2021. Os resultados de inhala, imbabala, cabrito vermelho, oribi e chengane são sub-estimativas do tamanho da população e sua distribuição dada a baixa detectabilidade de indivíduos nos habitats com densa cobertura de vegetação arbórea onde estas espécies foram observadas. Similarmente, as populações de gondonga e palapala, frequentemente encontradas no ecotono entre as florestas e a pradaria, podem ter sido sub-estimadas.

Nas últimas cinco décadas registam-se alterações hidrológicas no CM. Com a construção e funcionamento das barragens de Kariba e Cahora Bassa, cerca de 80% das águas do rio Zambeze passaram a ser reguladas (Bento *et al.*, 2007), reduzindo as descargas de água para o rio Salone que é o principal canal que liga o rio Zambeze e as pradarias de inundação. Os diques construídos para proteger as plantações de cana-de-açúcar, estradas e linhas férreas também bloqueiam o fluxo de água para o rio Salone e para a pradaria de inundação.

Actualmente a hidrologia do CM depende da precipitação local (Bento *et al.*, 2007). Como consequência das mudanças hidrológicas, extensas áreas do CM tornaram-se menos húmidas, adequadas e por isso invadidas pela população humana para agricultura e habitação, tornaram-se mais propensas a queimadas descontroladas e a vegetação das terras húmidas foi substituída por vegetação de terras altas. Estes fenómenos provavelmente reduziram a extensão, qualidade e capacidade de carga dos habitats de herbívoros e as populações de algumas espécies tais como búfalo e piva provavelmente não poderão mais atingir os tamanhos registados em 1977/8.

A comparação dos mapas de distribuição de actividades humanas de 2016 a 2019, permite concluir que estas estão a expandir-se no CM, em particular a conversão de habitats naturais para áreas habitacionais, de produção agrícola e florestal, e a caça furtiva. A pobreza da população humana, as tecnologias de produção inadequadas, a existência de solos férteis e a falta de alternativas de subsistência e renda, são os principais factores que contribuem para a proliferação de actividades humanas. A consequência é a redução progressiva do habitat disponível para a fauna bravia, o que poderá por um lado causar declínio das populações, mas por outro lado, aumentar a frequência do conflito homem-fauna bravia.

4.2. Métodos do censo e abordagem de amostragem

Neste censo foi seguida a metodologia e intensidade da amostragem usada por CEAGRE (2017, 2020), o que permite uma comparação directa da tendência do tamanho e distribuição das populações. O censo do búfalo, elefante e hipopótamo foi de área total, enquanto o das restantes espécies foi de área amostral. Os resultados de censo de área total dependem do pressuposto de que todos os animais são detectados e contados em toda a área. Este pressuposto foi provavelmente satisfeito na pradaria de inundação que é o principal habitat do búfalo, elefante e hipopótamo. No entanto, durante o censo algumas manadas de búfalo relativamente pequenas foram observadas nas florestas húmidas abertas. Neste habitat este pressuposto foi provavelmente violado devido à cobertura da copa das árvores que dificultou a detecção e contagem dos animais. Uma evidência de que o pressuposto foi violado é que durante o censo terrestre foram observadas fezes de elefantes em habitats sem observação de elefantes durante o censo aéreo. De acordo com Redfern *et al.* (2002), os vieses de visibilidade que resultam da falha dos observadores em detectar e/ou contar todos os animais são a principal fonte de erro nos censos aéreos de área total, de tal forma que os resultados são sempre uma sub-estimativa do tamanho da população. Portanto, o número total apresentado

neste relatório indica o número mínimo de búfalos e elefantes no CM. No Parque Nacional do Kruger, uma área com cobertura arbórea mais densa que a pradaria de inundação do CM, Redfern *et al.* (2002) determinaram que os resultados de censos totais representam entre 60 e 85% da população real, em função da visibilidade do habitat e do tamanho das manadas. Portanto, o tamanho real da população do búfalo e elefante pode estar próximo a 26.200 e 610 indivíduos, respectivamente. Outra limitante é que o censo de área total não permite calcular medidas de precisão da estimativa por falta de repetições de unidades amostrais.

O censo terrestre permitiu observar espécies que não foram documentadas pelo censo aéreo, nomeadamente Cabrito-azul, Chipene-grisalho e Manguços. Adicionalmente, maior número de chengane e cabrito vermelho foi estimado pelo censo terrestre que pelo aéreo, apesar deste último ter coberto uma área maior. Os censos terrestres são mais adequados do que os aéreos para registar animais pequenos, discretos, nocturnos, solitários ou em pequenos grupos, estáticos em resposta à aeronave ou sob vegetação densa (Jachmann, 2002). No censo terrestre foi também usado o método indirecto de observação de espécies via fezes que muitas das vezes são as únicas evidências disponíveis para documentar a presença de animais numa área (Sutherland, 1996). Este resultado é uma evidência de que os censos aéreos sub-estimam a diversidade e o tamanho de populações de espécies pequenas, nocturnas e que preferem habitats com densa cobertura de vegetação lenhosa, devendo ser complementados por censos terrestres. Contudo, os resultados do censo terrestre devem ser vistos com algumas cautelas, uma vez que a intensidade do censo terrestre foi baixa (< 2%) devido à reduzida rede de picadas de acesso ao interior da área planificada para o censo terrestre. Provavelmente, resultados muito mais consistentes poderiam ser obtidos se a cobertura do censo terrestre tivesse sido maior.

4.3. Estado de conservação

O censo permitiu o registo de 30 espécies de mamíferos no CM. De acordo com a legislação nacional (Regulamento da Lei de Florestas e Fauna Bravia - Decreto nº 12/2002, de 6 de Junho), seis são protegidas (mabeco, chita, manguço-listrado, civeta, macaco-simango e macaco-de-cara-preta). De acordo com a lista vermelha de espécies ameaçadas (IUCN, 2021), uma espécie (mabeco) está em Perigo, três espécies estão na categoria de Vulnerável (elefante, hipopótamo e chita) e duas espécies (búfalo e zebra) na categoria de Quase ameaçada ao nível global. As restantes espécies são de baixa preocupação de conservação. Porém, devem

continuar a beneficiar-se de esforços de conservação de populações e seus habitats para que o seu estado de conservação não se deteriore. Em termos de aves duas espécies são Vulneráveis (grou coroadado e calau gigante) e uma espécie em Perigo de extinção (grou caranculado). Seis espécies estão no apêndice II da CITES (cabrito azul, hipopótamo, leão, crocodilo, macaco-simango, macaco-de-cara-preta e macaco-cão), o que significa que o seu comércio internacional deve ser controlado e que devem ser protegidas de qualquer factor que cause mortalidade e redução da sua população natural. Duas espécies encontram-se no apêndice I da CITES (Elefante e o leopardo), o que significa que o seu comércio internacional não é permitido (Tabela 28).

Tabela 26. Estado de conservação de espécies de mamíferos observadas no Complexo de Marromeu

Nome comum	Nome científico	Estado de Conservação		
		IUCN (2020)	CITES (2020)	Decreto nº12/2002
Elefante	<i>Loxodonta africana</i>	VU	CITES I	
Búfalo	<i>Syncerus caffer</i>	NT		
Hipopótamo	<i>Hippopotamus amphibius</i>	VU		
Palapala	<i>Hippotragus niger niger</i>	LC		
Piva	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	LC		
Gondonga	<i>Alcelaphus lichtensteinii</i>	LC		
Cabrito azul	<i>Philantomba monticola</i>	LC	CITES II	
Cabrito-cinzento	<i>Sylvicapra grimmia</i>	LC		
Cabrito-vermelho	<i>Cephalophus natalensis</i>	LC		
Chengane	<i>Neotragus moschatus</i>	LC		
Chipene-grisalho	<i>Raphicerus sharpei</i>	LC		
Chango	<i>Redunca arundinum</i>	LC		
Cudo	<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	LC		
Inhala	<i>Tragelaphus angasii</i>	LC		
Imbabala	<i>Tragelaphus scriptus</i>	LC		
Elande	<i>Tragelaphus oryx</i>	LC		
Zebra	<i>Equus quagga</i>	NT		
Facocero	<i>Phacochoerus africanus</i>	LC		
Porco-bravo	<i>Potamochoerus larvatus</i>	LC		
Impala	<i>Aepyceros melampus</i>	LC		
Oribi	<i>Ourebia ourebi</i>	LC		
Macaco-cão	<i>Papio cynocephalus</i>	LC	CITES II	
Macaco-de-cara-preta	<i>Cercopithecus Pygerythrus</i>	LC	CITES II	Protegida
Macaco-simango	<i>Cercopithecus mitis</i>	LC	CITES II	Protegida
Manguço-listrado	<i>Mungos mungo</i>	LC		Protegida
Leão	<i>Panthera leo</i>	VU		

Nome comum	Nome científico	Estado de Conservação		
		IUCN (2020)	CITES (2020)	Decreto nº12/2002
Leopardo	<i>Panthera pardus</i>	VU		
Mabeco	<i>Lycaon pictus</i>	EN		Protegida
Chita	<i>Acinonyx jubatus</i>	VU		Protegida
Hiena	<i>Crocuta crocuta</i>	LC		

EN – Endangered (em Perigo)

VU – Vulnerable (Vulnerável)

NT – Near Threatened (Quase Ameaçada)

LC – Lower Risk (Risco Menor/Baixa preocupação)

5. CONCLUSÕES

As populações da maioria das espécies de herbívoros no Complexo de Marromeu cresceram nos últimos 2 anos e já atingiram os tamanhos registados antes da guerra civil. A distribuição das espécies não se alterou no período entre 2019 e 2021. As espécies que habitam as florestas densas foram sub-estimadas pelo censo aéreo devido à fraca visibilidade, tendo sido melhor documentadas através do censo terrestre. A principal área de concentração das espécies é a pradaria de inundação e ecótono entre esta e as florestas húmidas decíduas abertas na Reserva Nacional de Marromeu, sudeste da Coutada Oficial nº 11 e nordeste da Coutada Oficial nº 10. Esta área de elevada concentração de fauna bravia é a menos afectada por actividades humanas. A redução da área do CM efectivamente disponível para a fauna bravia causada pela proliferação de actividades humanas, combinada com as alterações hidrológicas que acontecem no Delta do Zambeze, reduz o número total de animais que pode ser sustentado a longo prazo.

6. RECOMENDACÕES

- O censo terrestre mostrou ser útil como complementar do censo aéreo. A robustez da sua inferência depende da sua taxa de cobertura, que neste caso foi menor que 2%. Para melhorar as estimativas das populações recomenda-se que seja aumentada a intensidade de amostragem no bloco designado para censo terrestre, através da alocação de mais transectos percorridos a pé ou adicionando o esforço por transectos percorridos usando veículos, incluindo durante o período nocturno;
- Elaborar e implementar planos de uso da terra dos distritos do Marromeu, Cheringoma e Muanza de modo a orientar a ocupação da terra para actividades de desenvolvimento socioeconómico. Isto irá reduzir a progressiva invasão das áreas de conservação pelas comunidades locais, aumentando a sua viabilidade a longo prazo;
- Monitorar a condição ecológica e produtiva das pastagens naturais em parcelas permanentes estabelecidas nos diferentes habitats. A monitoria permitirá detectar os impactos das populações animais em crescimento no habitat;
- Actualizar as quotas de abate aplicadas no Complexo de Marromeu tendo em conta os resultados de contagens de fauna bravia, os quais permitem estimar quotas que maximizam os benefícios económicos para o sector privado, Estado e comunidades locais de forma ecologicamente sustentável;

- Realizar estudos da estrutura sexual e etária das populações das espécies de monitoria do projecto Mozbio II (búfalo e palapala) para melhor entender a dinâmica destas populações no Complexo de Marromeu.

7. REFERÊNCIAS

- Anderson, J.L. Goodman, P., Dutton, P., and Soto, B. 1990. *Evaluation of the wildlife resource of the Marromeu complex with recommendations for its future use*. A survey requested and financed by LOMACO, Mozambique.
- Beilfuss, R. D., Bento, C. M., Haldane, M. e Ribaue, M. 2010. *Status and distribution of large herbivores in the Marromeu Complex of the Zambezi Delta, Mozambique*
- Bothma, J. du. P. 2002. Counting wild animals In *Game Ranch Management* (ed: J. du. P. Bothma). Fourth Edition. Van Schaik Publishers, pp. 335 - 357
- Bothma, J. du. P. 2002. Harvesting wild animals In *Game Ranch Management* (ed: J. du. P. Bothma). Fourth Edition. Van Schaik Publishers, pp. 358 - 381
- Bowland, A.E. & Perrin, M.R. 1994. *Density Estimate Methods for Blue duiker (Cephalophus monticola) and Red duiker (Cephalophus natalensis) in Natal, South Africa. J. Afr. Zool.* 108. 505-519.
- Buckland, S.T., E.A. Rexstad, T.A. Marques, C.S. Oedekoven. 2015. *Distance Sampling: Methods and Applications*. Springer International, Switzerland. 262 pp
- CEAGRE. 2017. Relatório da Contagem Aérea de Fauna bravia no Complexo de Marromeu, Moçambique.
- Cillié, B. 2004. *Mammal Guide of Southern Africa*. Pretoria: Briza Publications.
- Cumming, D.H.M., Mackie, C., Magane, S. and Taylor, R.D. 1994. *Aerial census of large herbivores in the Gorongosa National Park and the Marromeu Area of the Zambezi Delta in Mozambique: June 1994*. Unpublished report, IUCN ROSA, Harare.
- Douglas-Hamilton I. e Burrill, A. 1991. Using elephant carcass ratios to determine population trends. In: *African Wildlife: Research and Management* (Eds: Kayanja, F.I.B. e Edroma, E.L.). International Council of Scientific Unions, Paris. pp. 98-105
- Dutton, P. 2002. *Final report for the GERFFA project on the status of fauna and general environment in the Sofala Province, 1990-2001, with references to previous data*. Unpublished report, GERFFA, Mozambique.

Grossmann, F., Lopes Pereira, C., Chambal, D., Bay, C., Mudluli, A., Peltier, A. Foloma, M., Ntumi, C., Polana E., Nelson, A. 2014. *Aerial Survey of Elephant, Other Wildlife and Human Activity in the Marromeu Buffalo Reserve (Reserva Especial de Marromeu)*. Wildlife Conservation Society, New York.

IUCN. 2021. *UCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1*. Obtido em 22 de Fevereiro de 2022, de <www.iucnredlist.org>: www.iucnredlist.org.

Jachmann, H. 2002. Comparison of aerial counts with ground counts for large African herbivores. *Journal of Applied Ecology* 39: 841-852.

Jolly, G.M. 1969. Sampling methods for aerial censuses of wildlife populations. *East African Agriculture & Forestry Journal* 34, 46-49.

Norton-Griffiths, M. 1978. *Counting Animals*. Second edition. African Wildlife Leadership Foundation. Nairobi.

Redfern, J.V.; Viljoen, P.C.; Kruger, J.M. and Getz, W. M. 2002. *Biases in estimating population size from an aerial census: a case study in the Kruger National Park, South Africa*. South African Journal of Science 98: 455 - 461

Sinclair, A.R.E.; Fryxell, J.M. and Caughley, G. 2007. *Wildlife Ecology, Conservation and Management*. Blackwell Publishing, Victoria, Australia

Stalmans, M.; Peel, M. and Gonçalves, D. 2018. *Aerial wildlife count of the Parque Nacional da Gorongosa*. Park report. Mozambique

Stuart, C., & Stuart, T. 2001. *Field Guide to Mammals of Southern Africa*. Cape Town: Struik Publishers.

Sutherland, W. 1996. *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Cambridge University Press. 336 pp.

Walker, C. 1996. *Signs of the wild: A field guide to the spoor & signs of the mammals of southern Africa*. Cape Town: Struik Publisher.

Wild, F. & Barbosa, L.A. G. 1967. *Vegetation Map of the Flora Zambesiaca Area*. Flora Zambesiaca Supplement. M.O. Collin

WWF. 2004. Manual sobre a Contagem da Fauna Bravia. SARPO editora. Zimbabwe. 48pp.