



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DE AGRICULTURA

ENGENHARIA FLORESTAL

Monografia científica

Factores que Afectam o Tamanho da Área de Vida do Búfalo Africano (*Syncerus caffer caffer*) Re-introduzido no Parque Nacional de Maputo

Autor:

Argentina da Vanda Mathusse

Supervisor:

Prof. Dr Luís Júnior Comissário Mandlate (PhD)

Lionde, Novembro de 2023



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de trabalho de licenciatura com o tema: Factores que afectam o Tamanho da Área de Vida do Búfalo Africano (*Syncerus caffer caffer*) no Parque Nacional de Maputo, a ser apresentado ao curso de Engenharia Florestal na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico De Gaza, como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal.

Supervisor: Luis Seneca - G. Namalite

(Prof. Dr Luis Júnior Comissário Mandlate (PhD))

Avaliador: Arão Raimundo Finiasse

(dr. Arão Raimundo Finiasse)

avaliador: Eduardo Soto

(Engº, Eduardo Soto)

Lionde, Novembro de 2023

Índice

Lista de tabelas.....	i
Lista de figuras.....	ii
Lista de abreviaturas	iii
DECLARAÇÃO	iv
AGRADECIMENTOS	v
Dedicatória.....	vi
RESUMO.....	vii
I.INTRODUÇÃO	1
1.1.1. Problema de estudo e justificativa.....	3
1.2. Objectivos.....	4
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.2. Factores que afectam a área de vida.....	6
2.3. Métodos Para Estimar a Área de Vida	7
2.3.1. Estimador de minimo polígono convexo (MCP).....	7
2.3.2. Estimador de Desidande Kernel (KDE)	8
III. METODOLOGIA	10
3.1. Área de estudo.....	10
3.1.1. Solos	11
3.1.2. Clima	11
3.1.3. Hidrologia.....	11
3.1.4. Vegetação	11
3.1.5. Fauna	13
3.2. Materiais.....	14
3.3. Coleção de dados.....	14

3.4. Análise de dados	16
IV. RESULTADOS	19
4.1. Variação sazonal da área de vida (home range)	19
4.2. Factores que influenciam o tamanho da área de vida	20
V. DISCUSSÃO	24
5.1. Variação sazonal da área de vida	24
5.2. Factores que influenciam o tamanho da área de vida dos búfalos	25
CONCLUSÃO	29
RECOMENDAÇÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	31
ANEXOS	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. materiais e finalidades.....	14
Tabela 2. Divisão das estações do ano.....	16
Tabela 3. Fatores que influenciam o tamanho da área de vida na estação seca.....	22
Tabela 4. Fatores que influenciam a área de vida na estação chuvosa	23

LISTA DE FIGURAS

Figure 1. Mapa do Parque Nacional de Maputo	10
Figure 2. Mapa dos tipos de habitat do Parque Nacional de Maputo	13
Figura 3. Mapa da área de vida dos búfalos na estação seca	19
Figura 4. Mapa da área de vida dos búfalos na estação chuvosa	20

LISTA DE ABREVIATURAS

IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
HR	Home range
Href	Reference method
LSCV	Least-squares cross-validation
VHF	Frequência Muito Alta
GPS	Global Position System (Sistema de Posicionamento Global)
UHF	Frequência ultra alta
ANAC	Administração Nacional de Áreas de Conservação
PNM	Parque Nacional De Maputo
Km	Quilómetro
MCP	Minimum Convex Polygon
KA	Kernel Adaptativo



DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que esta monografia é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, 29 de Novembro de 2023

Argentina da Veinda Ma Ruess

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos ao longo do curso, porque os planos que Ele tem para minha vida, são sempre maiores que os meus próprios sonhos.

A minha família por todo apoio e ajuda. Ao meu pai, Júlio Alexandre Mathusse pelo apoio moral e financeiro, que apesar de todas as dificuldades, me fortaleceu e sempre acreditou em mim e por me ensinar que o futuro é feito de constante dedicação no presente. A minha mãe, Elsa Fernando Muianga pelo incentivo em momentos difíceis, no desânimo e cansaço e por ter sempre acreditado no meu potencial. Aos meus irmãos, Ester Mathusse, Kateko Julio, Khani Mathusse, pela força, amor e pelo incentivo em todos os momentos e por compreenderem a minha ausência enquanto eu me dedicava a este curso.

Ao ISPG, pelo ambiente criativo, acolhedor que proporciona e pela oportunidade de fazer o curso. Ao meu supervisor Prof. Dr. Luís Júnior Comissário Mandlate (Ph.D.) por ter tornado possível a materialização deste trabalho com a sua valiosa orientação, declaro aqui a minha gratidão pelo suporte no pouco tempo que lhe coube para compartilhar o seu conhecimento. A todos docentes do curso de engenharia florestal pelos ensinamentos, conselhos e ajuda que guiram-me nesta jornada.

Aos meus amigos, Eng. Stela Mucavele, Annelarda Vicente, Liliane de Andrade, Nespacia Maria, Irene Nhantumbo pelo companheirismo, carinho, amizade incondicional e apoio durante a jornada estudantil. Aos colegas de turma com quem vivi intensamente os últimos anos, Eng. Abilio Mucavele, Eng. Odete Fernando, Eng. Bibi Mazuze, Eng. Jesuina Mureze, Wild Jorge, Florêncio Nhassengo, Eng. Nilton Matavel pela assistência inabalável, troca de experiências, conselhos úteis e motivação ao longo do curso.

Aos meus companheiros de condomínio Iquibal, Leyde, Jalina, Isa, Jurcinalia, Joaquim, Virgílio pelo suporte e por todos os momentos vividos juntos. Agradeço pelo suporte e apoio moral.

A todos aqueles que participaram, directa ou indirectamente no desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizagem. Muito obrigada.

DEDICATÓRIA

A Deus que permitiu que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, por permitir que meu esforço me conduza a vitória, pois nada do que Ele me dá é oferecido sem o propósito do bem. aos meus pais pela dedicação e cuidado durante toda a minha existência, dedico esta monografia a eles. *Com muita gratidão.*

RESUMO

A maioria dos animais não são nômadas e durante as suas vidas ocupam uma área bem delimitada. A identificação e quantificação dessas áreas quando , combinados com dados ecológicos pode contribuir para o entendimento das necessidades e os factores que governam o espaço ocupado por estes e isto é um aspecto fundamental da ecologia comportamental dos animais. O presente estudo teve como objectivo avaliar a variação sazonal da área de vida e os factores que influenciam o tamanho da área de vida dos búfalos re-introduzidos no Parque Nacional de Maputo. Foram usadas coordenadas geográficas das localizações dos búfalos disponibilizados pela Mozambique wildlife Alliance (MWA) extraídos de colares montados em Julho de 2021 em duas fêmeas designadas *Nunley2* e *Nunley3*. Para a análise dos dados, o ano foi dividido em duas estações (seca e chuvosa) que representam momentos diferentes em termos de disponibilidade de água e alimentos para o búfalo. A área de vida foi calculada usando a extensão *Home Range Tools extension* no ArcGIS 9.3. Para cada coordenada geográfica na área de vida total (kernel 95%) foram extraídos os valores das variáveis ambientais que pontencialmente influenciam o tamanho da área de vida. Posteriormente foi realizada uma regressão linear múltipla de modo a relacionar o tamanho da área de vida e as variáveis ambientais. Adicionalmente, dentro da área de vida total foi determinado o centroide e a partir deste foram criados 3 círculos de 1000 m², 2000 m², 3000 m². Em cada círculo separadamente foram extraídas variáveis ambientais e realizada a regressão linear múltipla de modo a avaliar a influência das variáveis ambientais com o aumento das áreas. A análise da variação sazonal da área de vida mostrou que os búfalos tiveram áreas de vida maior na estação chuvosa em relação a estação seca. Durante a época seca, o tamanho da área de vida aumenta com o aumento da qualidade e quantidade do pasto, distância em relação a fontes de água, declive e percentagem de cobertura das árvores, enquanto que a área de vida diminui com o aumento da altitude. No entanto, na época chuvosa, o tamanho da área de vida dos búfalos aumentou com o aumento da qualidade e quantidade do pasto, distância em relação a fontes de água, e cobertura arbórea e com o aumento da distância em relação a aldeia, distância em relação a estrada, altitude e declive.

Palavras-chave: área de vida, búfalo africano, Parque Nacional Maputo

I. INTRODUÇÃO

1.1.Contextualização

A maioria dos animais não são nômadas e durante as suas vidas ocupam uma área bem delimitada (Michael & Powell, 2012). Esta área é denominada de área de vida (*Home range*) que é definida como a área usada pelos animais para a realização das suas actividades diárias como o forrageamento, procura de parceiros sexuais e outras actividades, e, é também definida como a construção teórica e extensão da região onde o animal frequenta (Michael & Powell, 2012).

A identificação e quantificação dessas áreas, quando combinados com dados ecológicos pode contribuir para o entendimento das necessidades e os factores que governam o uso e ocupação do espaço pelos animais (David *et al.*, 2009). Assim, a delimitação bem definida das áreas de vida dos animais sugere que estes têm um conhecimento sobre a distribuição de recursos em diferentes períodos do ano e que estes não usam o espaço numa forma aleatória (Bailey *et al.*, 1996).

O tamanho da área de vida é um aspecto fundamental da ecologia comportamental de um animal, e tem implicações para a energia, sobrevivência, alocação de tempo, movimentos e relações espaciais com outros animais (Bailey *et al.*, 1996). A disponibilidade de alimento, procura de parceiros para acasalamento, disponibilidade de água, competição, características da habitat, fogo, predação (Anderson *et al.*, 2005), massa corporal, sexo, idade e densidade populacional são alguns dos factores que influenciam no uso da área de vida pelos animais (Benson *et al.*, 2006), esta geralmente é menor em áreas com maior disponibilidade de alimento onde o animal é capaz de adquirir nutrientes suficientes para sobreviver e reproduzir-se (Harestad & Bunell 1979).

Para além dos factores acima citados, no caso dos herbívoros, a produtividade primária é relevante na interpretação do uso de área pelos animais, porque os movimentos dos herbívoros são largamente determinados pelas suas necessidades energéticas (Smuts, 1975). A biomassa e densidade dos herbívoros são dependentes da produtividade de uma determinada área e pode afectar a área de vida de um animal de várias formas. O efeito indirecto pode ser no aumento das interações sociais resultando em uso intensivo de pasto diário e movimentos sazonais ou migração para áreas de baixa inter-ou-intrarelacionamentos específicas (Smuts, 1975).

A variação da sazonalidade da área de vida dos herbívoros é influenciada pela disponibilidade de recursos que variam de acordo com o clima da região, a diminuição da qualidade e disponibilidade

dos recursos, impulsiona os animais a mudarem de localização com mais frequência, em busca de condições mais favoráveis (Owen-Smith & Cain III, 2007), podendo realizar migrações de longas distâncias em busca de recursos escassos (Thouless, 1996). Por essas razões o tamanho da área de vida varia de acordo com os diferentes tipos de habitat, (Owen-Smith, 1988).

Espécies que formam grandes rebanhos, como búfalos Africanos, *Syncerus caffer* tendem a ter áreas de vida extensas (Owen-Smith, 1988). Áreas de vida maiores para manadas de herbívoros podem ser vistas como um custo da necessidade de partilha da área de vida entre membros da manada. Os búfalos têm uma área de vida claramente definida e na área da manada raramente há sobreposição e o tamanho dessa área está relacionado com a qualidade do habitat. As áreas de permanência menores localizam-se em habitats arborizados, e a densidade dos búfalos está relacionada a elevada disponibilidade do pasto ao longo das margens dos rios e em matas abertas de florestas (Stuart, *et al.*, 1993).

O Presente estudo tem como objectivo avaliar os factores que influenciam o tamanho da área de vida dos búfalos re-introduzidos no Parque Nacional de Maputo; e a identificação dos factores ambientais e as escalas em que estes factores influenciam o tamanho da área de vida é fundamental para entender as respostas dos animais a paisagens complexas (Anderson *et al.*, 2005).

1.1.1. Problema de estudo e justificativa

A re-introdução e introdução de animais selvagens em áreas de conservação tem sido utilizado para restaurar populações de espécies ameaçadas que foram afectadas por impactos antrópicos, (Rantanen *et al.*, 2010). Em Moçambique, durante o período de guerra civil (1977-1992), a maioria dos animais de grande porte foram desimados (Stalmans 2015), e a Reserva Especial de Maputo, actualmente designada Parque Nacional de Maputo não constitui uma excepção. Para além da guerra, a integridade da reserva é afectada pelos assentamentos humanos, criação de gado e agricultura itinerante (Stalmans, 2015).

De modo a restaurar a população de fauna silvestre perdida nessa área de conservação, um plano de re-introdução da fauna silvestre foi iniciada em 2010 (Hanekom & Cumbane 2016), onde espécies de herbívoros como: girafas (*Giraffacamelopardalis*), gnus (*Connochaetestauroinus*), kudus (*Tragelaphus strepsiceros*), nyalas (*Tragelaphus angasii*), pivas (*Kobus ellipsiprymnus*), impalas (*Aepyceros melampus*) e zebras (*Equus burchelli*), foram reintroduzidas provenientes de outras áreas de conservação internacionais e nacionais e recentemente (2017 a 2021) foram reintroduzidos 206 búfalos.

Os búfalos desempenham um papel ecológico importante na dinâmica das pastagens, uma vez que removem a grama mais alta e mais fibrosa, o que facilita o acesso à grama mais curta para ruminantes mais selectivos, como gnus, impalas e outras espécies que tendem a concentrar-se nas gramíneas novas em crescimento e mais nutritivas (Bell, 1971). Portanto, para além do seu potencial para o turismo a re-introdução dos búfalos nessa área de conservação resulta na restauração da função ecológica que esses animais desempenham.

Estudo anterior estimou a área de vida dos búfalos introduzidos neste parque (Mazuze, 2022), no entanto este estudo somente estimou a variação sazonal da área de vida destes animais e não os factores que influenciam essa variação. Deste modo, o presente trabalho tem como objectivo estimar a área de vida e avaliar os factores que influenciam o tamanho da área de vida dose (*Syncerus caffer*) re-introduzidos no Parque Nacional de Maputo. Este estudo fornecera informações detalhadas sobre a ecologia espacial desta espécie o que é de extrema importância para o desenho de estratégias para o manejo e conservação desse animal neste Parque.

1.2.Objectivos

Geral

- Avaliar como os factores: NDVI, distância aos assentamentos humanos, distância a fontes de água, distância as estradas, declive, altitude, percentagem de cobertura das árvores e tamanho da manada afectam o tamanho da área de vida de búfalos re-introduzidos no Parque Nacional de Maputo.

Especificos

- Avaliar a variação sazonal da localização da área de vida dos búfalos re-introduzidos no Parque Nacional de Maputo;
- Identificar os factores que afectam a diminuição e o aumento do tamanho da área de vida dos búfalos re-introduzidos no Parque Nacional de Maputo.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O búfalo-africano (*Syncerus caffer caffer*) pertence a ordem Artiodactyla, família bovidae (Roomaer, 1989). O búfalo-africano, é encontrado normalmente na savana em países por toda a África subsaariana, embora geralmente confinado em áreas protegidas, principalmente em habitats pantanosos de baixa altitude, mas também em habitats arbustivos semiáridos, floresta de acácias, florestas de miombo, *Brachystegia*, savanas costeiras e florestas tropicais húmidas de terras baixas (Sparrman, 1779). Estes animais são considerados de graminal alto, visto que consomem a grama mais alta e mais fibrosa, o que facilita o acesso à grama mais curta para ruminantes mais selectivos, desempenhando deste modo um papel ecológico importante na dinâmica das pastagens (Bell, 1971).

Búfalos vivem em grandes rebanhos contendo aproximadamente entre 50 e 500 animais, apesar de grupos tão grandes quanto 3000 animais já terem sido vistos. Esses grupos formados na maioria de fêmeas adultas e filhotes, mas machos também são encontrados, pelo menos na estação chuvosa e formam-se assim diferentes unidades: fêmeas com filhotes das últimas épocas de nascimento, grupos de solteiros com até 12 animais e um grupo separado de animais juvenis (Marinho, 2011).

As principais ameaças a população de Búfalos incluem a caça ilegal, destruição dos seus habitats, expansão de espécies vegetais exóticas invasoras nos seus habitats preferidos (Schulze *et al.*, 2018). Em Moçambique, as populações de Búfalos ocorrem ao longo do país desde a década de 1970, no entanto sua população decresceu consideravelmente durante o período de guerra civil (1977-1992).

2.1. Área de vida

A área de vida de um animal é compreendida como a área em que o animal utiliza para realizar as suas actividades de diarias como se alimentar, descansar e acasalar (Burt, 1943). A criação da área de vida resulta do processo de tomada de decisão dos animais na escolha duma área que maximiza as contribuições de recursos que são espacialmente distribuídos (Mitchell & Powell, 2012), uma vez que numa área de vida os recursos encontram-se distribuídos em manchas e os animais restringem os seus movimentos concentrando as suas actividades em áreas com maior disponibilidade de recursos em relação a outras áreas com poucos recursos (Owen-Smith & Cain III 2007) e essas áreas são denominadas de centro de actividades e satisfazem as necessidades

energéticas dos animais (Owen-Smith & Cain III 2007). Com o declínio dos recursos nestas áreas os animais aumentam as deslocções para fora da área do centro de atividade (Owen-Smith & Cain III 2007).

2.2. Factores que afectam a área de vida

O tamanho da área de vida dos mamíferos pode ser influenciado por vários factores, como, o tamanho do corpo, sexo, densidade populacional, idade, risco de predação, estrutura da paisagem, distúrbios, estado reprodutivo (Anderson *et al.*, 2005; Gates, 1990), a estação do ano também influencia a extensão da área de vida de um animal (Anderson *et al.*, 2005) porque este factor influencia as exigências energéticas e nutricionais dos animais (Hensman *et al.*, 2011).

O tamanho do rebanho (Densidade), afecta o tamanho da área de vida uma vez que as exigências energéticas do rebanho são dependentes do tamanho do grupo, isto devido à sua influência directa sobre a biomassa (Owen-Smith, 1988), pois quanto maior o número de indivíduos em uma manada maior será a perda de recursos nessa mesma área (Halley, 2002).

A extensão total das áreas de vida dos herbívoros africanos aumenta com o tamanho do corpo, sendo que espécies que formam maior rebanho como por exemplo a impala e o búfalo africano e a gazela tendem a ter uma área de vida maior enquanto que espécies solitárias como o rinoceronte branco tendem a ter uma área de vida menor. As áreas de vida maiores em herbívoros podem ser vistas como um custo de partilhar uma área de vida com seus os membros da manada (Owen-Smith, 1988).

O uso de habitat e recursos dentro da área de vida é um processo complexo que envolve compensações entre ingestão de forragem e riscos como a predação (Mysterud, 1998). Uma área de vida adequada deve conter uma mistura de habitats que forneçam oportunidades para todas as atividades essenciais para reprodução e sobrevivência ou seja, recursos alimentares e cobertura protetora (locais para esconderijo) (Mysterud, 1998).

Para grandes herbívoros, a estrutura e a composição de espécies da vegetação definem não apenas o habitat, mas também características distintas, como recursos alimentares disponíveis. Ao longo de diferentes períodos de tempo, os herbívoros podem variar seus habitats em busca de recursos variados dentro da sua área de vida (Owen-Smith, 2002). À medida que a forragem diminui em

qualidade ou abundância, os animais devem mudar de local com mais frequência, buscando áreas com recursos mais favoráveis (Stephens *et al.*, 1986).

Portanto, a diminuição da qualidade e disponibilidade dos recursos, impulsiona os animais a mudarem de localização com mais frequência, em busca de condições mais favoráveis (Owen-Smith & Cain III, 2007), podendo realizar migrações de longas distâncias em busca de recursos escassos. Por essas razões o tamanho da área de vida varia de acordo com os diferentes tipos de habitat (Owen-Smith, 1988).

A mudança sazonal na qualidade e quantidade de recursos também influencia o tamanho da área de vida dos herbívoros. Estudos mostram que as áreas de vida dos animais têm sido maiores na estação seca (quando há escassez de recursos) do que na estação chuvosa (quando recursos são mais abundantes) (Ryan *et al.*, 2006).

A água é um fator importante para a seleção da área de vida dos animais, na época seca, a maioria das fontes de água secam, o que restringe o movimento dos herbívoros para pequenas áreas com água resiliente, diminuindo deste modo, a extensão da sua área de vida (Blake, 2002).

2.3. Métodos Para Estimar a Área de Vida

Existem vários métodos para estimar a área de vida dos animais, nomeadamente: Kernel, estimativa fractal, distribuição da utilização, polígono mínimo convexo (Powell, 2000; Anderson 1982). Porém, Os mais usados na literatura são dois: O método de Kernel Fixo (KF) e método do Polígono Mínimo Convexo (MPC) (Greenspan *et al.*, 2015; Admasu *et al.*, 2014; Moyo *et al.*, 2013).

2.3.1. Estimador de mínimo polígono convexo (MCP)

A pesar de apresentar algumas desvantagens, como a sobrestimação das áreas vitais quando os animais apresentam vários centros de actividade, realizam grandes deslocamentos, ou quando tendem a realizar excursões ocasionais fora dos seus locais normais de alimentação (Calenge, 2015; Ryan *et al.*, 2006; Kenward *et al.*, 2001) e não demonstra áreas com alto ou baixo uso pelos animais (Boitani & Fuller 1893).

Na construção de MCP, o pesquisador descarta 90% dos dados que ele recolheu e mantém apenas os pontos de dados extremos (Ngene *et al.*, 2016). Mesmo assim, o MCP é ainda um dos métodos de estimação mais usados em estudos de ecologia espacial devido a simplicidade gráfica e proeminência histórica (Calenge, 2015). Por este motivo, é usado para comparar o tamanho da área de vida entre vários estudos (Calenge 2015; Kernohan *et al.*, 2001).

2.3.2. Estimador de Densidade Kernel (KDE)

Este método consiste no alisamento da matriz bidimensional de forma a obter-se uma superfície contínua que quantifica pontos de forma estimar diferentes intensidades de uso do espaço, e assim quantificar a distribuição de utilização (Downs, 2008). Deste modo, onde existe uma concentração maior de pontos a estimativa de kernel tem uma densidade mais elevada do que onde existem poucos pontos (Worton, 1989).

Em geral, o pressuposto para o uso da densidade de kernel é que os pontos de dados devem ser independentes. Isto significa que os pontos de dados devem ser discretos, não correlacionadas, e derivarem de um processo de ponto estacionário, o método de kernel suaviza os dados com respeito aos eixos das coordenadas, tal que a distância entre os pontos seja medida em linha recta (Downs, 2008).

O uso do método de kernel para a estimativa da área de vida tem recebido amplo apoio na literatura devido a sua capacidade de gerar uma superfície contínua capaz de mostrar a distribuição de utilização a partir da suavização do ponto de origem do animal (Kernohan *et al.*, 2001). Este método tem o potencial para estimar com precisão a área de uso com qualquer formato, desde que o h (parâmetro de suavização) seja seleccionado de forma adequada (Seaman & Powell, 1996).

Existem dois métodos usados na análise de kernel, nomeadamente: a análise com o kernel fixo e análise com kernel adaptativo. O primeiro usa o mesmo parâmetro de suavização para todos os pontos (Kie *et al.*, 2013), enquanto o segundo, o método de kernel adaptativo varia o seu parâmetro de suavização de acordo com a concentração de pontos, assim, em áreas de baixa concentração de pontos os valores de h são mais elevados em relação a áreas com uma concentração elevada de pontos, criando assim uma maior suavização nessa área (Boitani & Fuller, 1893).

2.3.3. Métodos de suavização

Durante a determinação da área de vida, a escolha do h é uma etapa importante, pois, se o valor de h for menor, haverá uma maior influência dos contornos de kernel aos pontos mais próximos, gerando assim contornos do mapa próximos aos contornos do mapa cognitivo (Powel, 2000). Podendo até em alguns casos gerar áreas excessivamente fragmentadas excluindo algumas áreas usadas pelo animal (Erro tipo II) (Mabry & Pinter-Wollman, 2010). Enquanto valores maiores permitem maior influência de pontos distantes, que revela uma forma periférica de distribuição. Em algumas vezes pode incluir áreas que nunca foram usadas (Erro tipo I) (Seaman & Powel, 1996; Kie *et al.*, 2010).

A selecção do método de suavização (h) pode ser feito usando os seguintes métodos: Método de referência (*Reference method*), *Método de Least Squares Cross Validation*, Método subjectivo e *estimador de Plug-in* (Laver, 2005). Sendo que dentre os vários métodos para a suavização da superfície citados: O *Least-squares cross-validation* (LSCV) ou validação cruzada por mínimos quadrados é o método considerado mais preciso para a suavização de superfícies (Worton, 1989). Este método é baseado na minimização do erro quadrático integrado entre a distribuição estimada e a distribuição real do conjunto de dados (Downs, 2008). LSCV tem sido amplamente recomendada como um método de selecção do parâmetro de alisamento para análise da área de vida (Seaman *et al.*, 1999).

O método de largura da banda de referência normal H-REF é baseado na selecção do parâmetro de alisamento sob a suposição de que a amostra de dados provém de uma distribuição normal unimodal, sobre este pressuposto o uso de HREF pode sobre-alisar o padrão de ponto (Downs, 2008)

O método subjectivo, é o único não baseado em procedimentos estatísticos, consiste em escolher o valor de h por tentativas (isto é, correr a análise usando vários h , e escolher a opção que proporciona um ajuste melhor) (Laver, 2005).

O método de *Plug-in bandwidth selection*, pode ser adequado quando se estuda uma espécie em paisagens altamente fragmentadas, como em áreas urbanas (Laver, 2005).

III. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

O Parque Nacional de Maputo é localizado no Distrito de Matutuíne, Província de Maputo, no Sul de Moçambique, a Sul da Península de Machangulo. Os seus limites actuais são a Baía de Maputo a Norte, o Oceano Índico a Este, o Rio Maputo, o Rio Futi e uma linha de 2 km a Este da estrada entre Salamanga e Ponta do Ouro a Oeste, e o extremo Sul da Lagoa Xinguti e o limite Sul da Lagoa Piti a Sul (Plano de Maneio do PNM 2010). A finalidade do PNM é, agora, considerada como contribuir para o sistema de áreas protegidas de Moçambique conservando a excepcional biodiversidade desta zona costeira, que se situa na região biogeográfica de Tongalândia/Pondolândia e permite constituir ligações entre as componentes marinha, costeira e terrestre (DNAC, 2010).

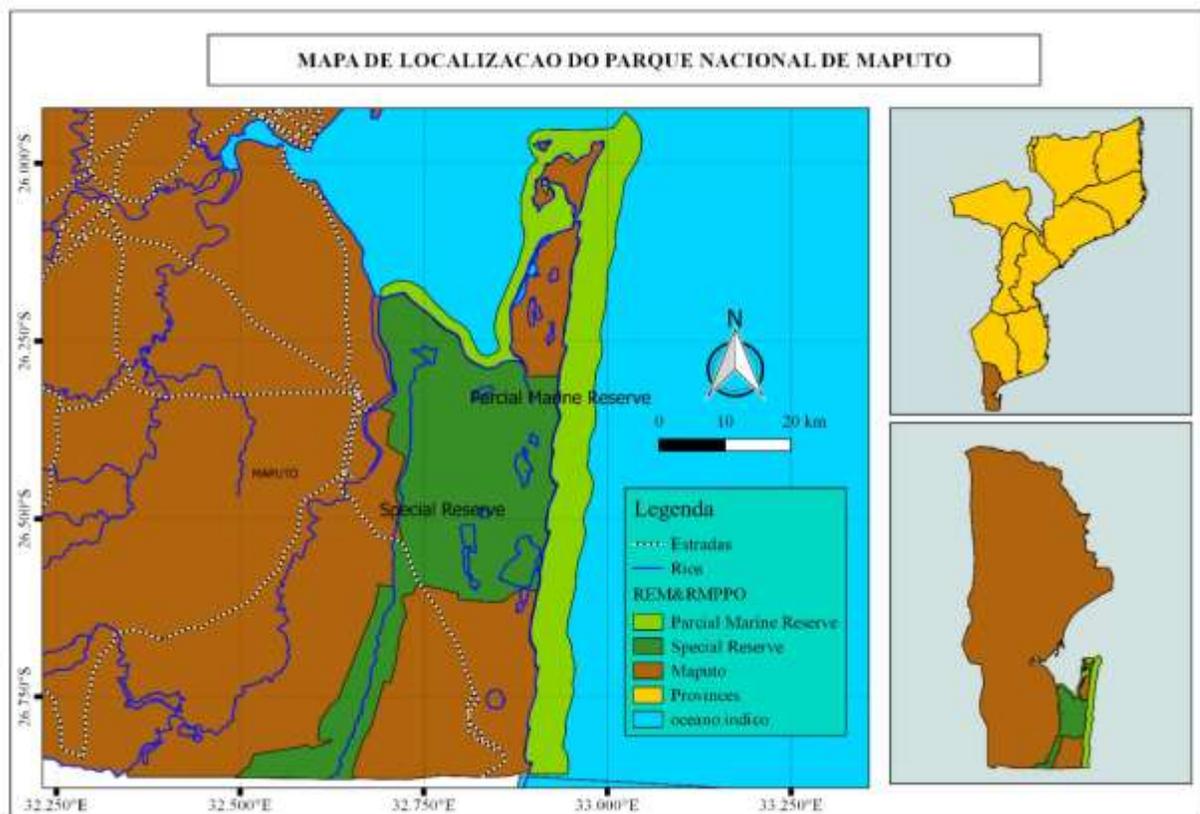


Figure 1. Mapa do Parque Nacional de Maputo

3.1.1. Solos

Os solos são maioritariamente arenosos que se caracterizam pela fraca capacidade de retenção de água e conseqüentemente uma taxa elevada de infiltração ao longo dos principais vales fluviais. Ocorrem solos com elevadas concentrações de argila, o que determina uma significativa capacidade de retenção de água (Macamo, 2016)

3.1.2. Clima

O clima no PNM é caracterizado por verões quentes e húmidos (Outubro a Março, com temperaturas variando entre 26°C e 30°C), e por invernos frescos e secos (Abril a Setembro, com temperaturas variando entre 14°C e 26°C). A precipitação anual média varia entre 690 e 1000 mm. A característica mais marcante do clima da Maputolândia é a variação da precipitação ao longo da área, no sentido Este/Oeste ou em direcção ao interior (DNAC, 2010).

Perto da costa, na região oriental, a precipitação média é de 1000 a 1100 mm anuais, mas declina progressivamente para o interior ou para ocidente, para apenas cerca de 600 mm anuais na margem ocidental da região, no sopé dos Montes Libombos, que se elevam a pouca distância, a Oeste. (Plano de manejo do PNM 2010)

3.1.3. Hidrologia

Caracterizada pela existência de três rios principais, o Futi, o Maputo e o Tembe, e com várias lagoas, das quais a Piti, a Xinguti e a Mundi são as mais importantes (DNAC, 2014)

3.1.4. Vegetação

De acordo com Marzoli (2007), existem 9 principais comunidades de vegetação na REM (ver figura 2): i) plantação de eucalipto; ii) vegetação costeira densa que suporta espécies como *Diospyros rotundifolia*, *Mimusops caffrae*, *Sideroxylon inerme*, com *Cyperus compactus* e *Monanthotaxis caffra* camada do solo. iii) Floresta semi-decídua aberta dominada principalmente por: *Ziziphum mucronata*, *Phoenix reclinata*, *Hyphaenecoriaceae*. iv) Floresta semi-decídua dominada por *Terminalia sericea*, *Strichnos spinosa*, *Strychnos madagascariensis*, *Taberna montanae elegans* e *Albizia adiantifolia*. v) Floresta semi-sempre verde dominada por espécies arbóreas tais como *Spirostachys africana*, *Monodorajunodii*, *Balanites maughanii*,

Schotiabrachypelatae Afzeliacquanzensis. vi) As savanas arbustivas suportam espécies arbustivas tais como *Phoenix reclinata*, *Hyphaenecoriaceae* e *Vangueria infausta*, nesta comunidade as pastagens compreendem 70% da cobertura, predominantemente dominada por espécies de gramíneas como *Ischaemum fasciculatum*, *Digitaria eriantha* *Setariasphacelata*. vii) A savana arbórea é dominada principalmente por gramíneas como: *Digitaria eriantha*, *Panicum maximum*, *Themeda triandra*, *Schizachyrium sanguineum*, *Pogonarthriasquarrosa*, *Fimbristilissp*, *Salaciakrausii*, *Eugenia capensis*, *Vigna unguiculata*, *Sporobolusafricanus*, *Sporobolus nitens*, *Andropogongayanuse Setariasphacelata*, a componente arbórea desta comunidade de vegetação é dominada por *Afzeliacquanzensis*, *Combretum molle*, *Terminalia sericea*, *Strichnosmagagascariensis* *Garcinia levingstonei*. viii) A vegetação ribeirinha ao longo do rio Futi é dominada por *Phragmites australis*, *Juncus kraussii* e *Cyperus compactus*. Em alguns casos, nesta vegetação encontram-se arbustos como *Ficus sycomorus*, *Syzygium cordatum*, *Kigelia africana*, *Helichrysum kraussii* e gramíneas como a *Panicum maximum*; ix). Mangais que se encontram nos deltas do rio Maputo e do canal Bembe, predominantemente compostos por *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata* (Macandza, 2015).

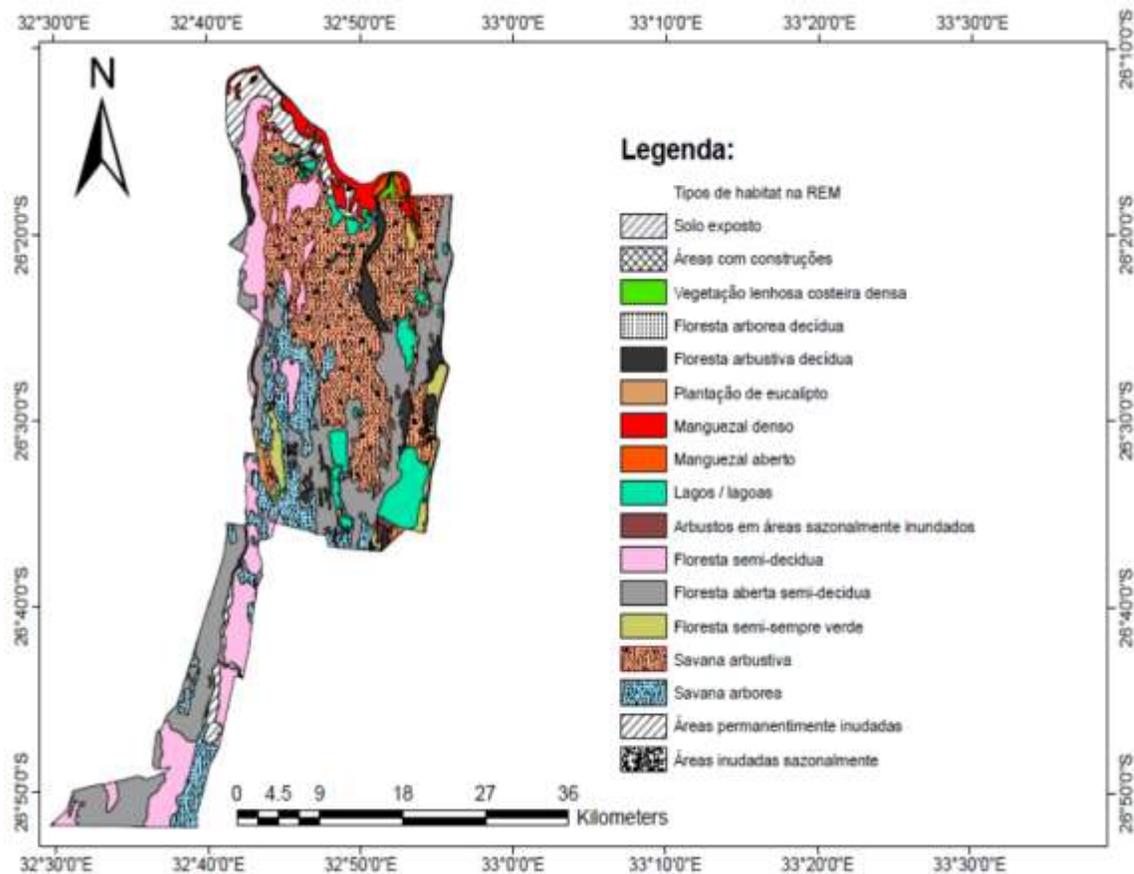


Figure 2. Mapa dos tipos de habitat do Parque Nacional de Maputo

3.1.5. Fauna

Uma variedade de espécies de animais podem ser encontrados no PNM, com destaque para os Elefantes (*Loxodonta africana*), Nyala (*Tragelaphus angassii*), Chango (*Redunca arundinum* Boddaert), Imbabala (*Tragelaphus scriptus*), cabrito cinzento (*Sylvacapra grimmia*), Chipene (*Raphicerus campestris*), Cabrito-vermelho (*Cephalophus natalensis* Smith), Chegane (*Neotragus moschatus* Von Dueben), répteis Corcodilos (*crocodilos niloticus*). Mais recentemente para além dos búfalos foram re-introduzidas espécies de animais como zebras (*Equus burchelli*), Impalas (*Aepyceros melampus*), Kudos (*Tragelaphus strepsiceros*), boi-cavalos (girafas (*Giraffacamelopardalis*), fococeiros (*Phacochoerus africanus*) e pivas (*Kobus ellipsiprymnus*) (REM, 2016).

3.2. Materiais

A tabela a baixo ilustra a relação dos materiais que foram necessários em função das suas utilidades ou finalidades.

Tabela 1. materiais e finalidades

Materiais	Finalidade
QGIS, ArGIS9.3	Elaboração de mapas

3.3. Coleção de dados

Os dados das coordenadas de colares GPS colocados nos búfalos foram fornecidos pela *Mozambican wildlife alliance* (MWA), uma entidade que foi responsável por montar os colares-GPS nos búfalos do parque Nacional de Maputo.

Os colares-GPS foram montados em Julho de 2021 em duas fêmeas designadas *Nunley2* e *Nunley3*, num período de 10 meses em manadas constituídas por 90 e 30 animais respectivamente. Os colares foram montados em fêmeas, pelo facto de estas estarem sempre junto às manadas e suas crias (Apps 2000, Skinner & Chimimba 2005), por isso as coordenadas geográficas fornecidas são consideradas como representativas dos movimentos das manadas de que elas são membros.

O tamanho e a localização da área vida são um resultado directo dos movimentos individuais e da distribuição espacial de uma população. O tamanho do corpo, sexo, idade, a topografia, relevo, a disponibilidade da água, qualidade da foragem, a cobertura florestal, o tamanho da manada a necessidade de minimização do risco predação são factores que demonstraram influenciar o tamanho da área de vida dos herbívoros (Porter *et al.*, 2000; Porter *et al.*, 2002).

Neste estudo dentre os vários factores que afetam a área de vida dos animais foram analisados a topografia (Declive e altitude), a qualidade do pasto, a distância em relação a fontes de água, a distância em relação as estradas, a distância em relação aos assentamentos humanos, o tamanho

da mamada e a percentagem de cobertura florestal por serem factores ambientais relevantes que determinam o tamanho da área de vida.

A quantificação dos factores ambientais que influenciam o tamanho da área de vida foi feita para cada manada (*Nunley*² e *Nunley*³) em cada estação nas áreas de vida. Para isso, para cada manada as coordenadas geográficas registadas em cada estação usadas para estimar a área de vida foram sobrepostas ao mapa de área de vida e ao mapa de vegetação do Parque Nacional de Maputo, e posteriormente foram seguidos os seguintes passos para o levantamento das variáveis ambientais:

I) *Variáveis topográficas* (altitude e declive)

Para cada ponto (coordenada geográfica) usando ferramenta do *Spatial Analyst – extration- Extratio Value to Point* do ArcGIS 9.3.2. foi extraído a variáveis topográficas: Altitude(m) e Declive (°).

II) *Cobertura Florestal*

A Cobertura florestal foi obtida no mapa de cobertura vegetal da reserva usando dados de inventário florestal de Marzoli (2007), e usando A ferramenta do *Spatial Analyst – extration- Extratio Value to Point* do ArcGIS 9.3.2. onde foi extratindo o valor de intervalo de percetagem de cobertura florestal.

III) *Disponibilidade de água*

As fontes de água disponíveis (lagoas, rios e charcos), registadas na área de estudo foram medidas á distância da localização da coordenada geográfica em relação a fonte de água usando a ferramenta *Spatial Analyst* no ARCGIS 9.3.2.

IV) *Qualidade de pasto*

Os valores do índice de vegetação normalizada (NDVI), foram usados como indicadores da qualidade de pasto. Para isso foram baixadas imagens Landsat TM/ ETM com resolução espacial de 30m no United States Geological Survey (USGS) (<http://glovis.usgs.gov>)

Após a aquisição das imagens se procedeu o georeferenciamento (correção geométrica) que foi realizado no programa ArcGIS 9.3.2, pelo sistema de coordenadas - UTM - datum WGS84- Zona 36S, tendo como pontos de controle as coordenadas geográficas utilizadas para área da estimativa

da área de vida. As mesmas imagens foram submetidas a correção atmosférica (Romolo *et al.*, 2012), utilizando o método do pixel escuro (Chavez Jr, 1988).

V) *Distância em relação as aldeias*

Existem algumas comunidades que vivem dentro do parque, e isso representa potenciais barreiras ao movimento de animais no parque. Para coordenada de localização dos animais calculou-se a distância até ao ponto de assentamento humano mais próximo usando o ArcGIS 9.3.2, as localizações dos assentamentos humanos foram obtidas no banco de dados das comunidades que vivem no parque.

VI) *Distância das estradas*

Os búfalos são herbívoros inerentemente moveis que, no entanto, são limitados por barreiras lineares como estradas (Naidoo *et al.*, 2012). Para cada coordenada de localização, calculou-se a distância da estrada mais próxima usando o Arc GIS 9.3. as estradas foram obtidas a partir do mapa do parque que fornece as estradas que cobrem diferentes comunidades de vegetação.

VII) *Tamanho da manada*

Estudos anteriores mostraram uma relação entre o tamanho da área de vida e o tamanho da manada dos búfalos, e pode refletir o ambiente social que é importante para uma espécie com uma forte estrutura social (Naidoo *et al.*, 2012). Incluímos o tamanho estimado do rebanho ao qual pertence o indivíduo com coleira.

3.4. Análise de dados

i) **Divisão de estações**

Para a análise dos dados, o ano foi dividido em estações que potencialmente representam momentos diferentes em termos de disponibilidade de água e alimentos para o búfalo. A definição das estações do ano foi feita com base na precipitação que cai durante diferentes meses do ano. Os meses de Novembro a Abril foram definidos como estação chuvosa e quente e os meses de Maio a Outubro como a estação seca e fria, tal como ilustra a tabela abaixo.

Tabela 2. Divisão das estações do ano

Estação do ano	Meses
Estação Chuvosa	Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março, Abril
Estação Seca	Maior, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro

ii) Avaliação da variação sazonal da localização do home range usado em cada estação.

As coordenadas geográficas obtidas nos colares-GPS, foram transformadas em UTM e depois num “*shapfile*”, e importados para o programa ArcGIS 9.3. (*Environmental Systems Research Institute Inc, USA*). A área de vida foi calculada usando a extensão *Home Range Tools extension* no ArcGIS 9.3. usando Kernel Fixo (Rodgers *et al.* 2015).

Para a escolha dos parâmetros de alisamento de suavização (*h*), Href e LSCV, foram testados e o parâmetro Href foi selecionado pois apresentou resultados mais realísticos em relação a natureza dos dados. Além disso, o LSCV mostrou-se impreciso para produzir estimativas de área de vida pra dados de localização que estão em conformidade com formas particulares, tais como aqueles que são de cadeia linear, ter aresta, ou conter grandes quantidades de espaço vazio dentro do seu inteiro (Downs, 2008).

iii. Factores que afectam o tamanho da área de vida

Seguindo a metodologia de Anderson *et al.*, (2005), foi analisado a influência das variáveis ambientais para o tamanho da área de vida dos búfalos. Para isso, para cada coordenada geográfica na área de vida total (kernel 95%) foram extraídos os valores das variáveis ambientais altitude, declive, distância em relação a água, distância em relação as aldeias, distância em relação as estradas, percentagem de cobertura das árvores, NDVI (como indicador de qualidade e quantidade do pasto) e a tamanho da manada. Posteriormente foi realizada uma regressão linear múltipla de modo a relacionar o tamanho da área de vida e as variáveis ambientais.

Adicionalmente, dentro da área de vida total foi determinado o centroide e a partir deste foram criados 3 círculos de 1000 m², 2000 m², 3000 m². Em cada círculo separadamente foram extraídas

variáveis ambientais e realizada a regressão linear múltipla de modo a avaliar a influência das variáveis ambientais com o aumento das áreas. Para a realização da regressão linear múltipla primeiramente, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e avaliada a colinearidade das variáveis dependentes usando a correlação de Pearson, variáveis com correlação maior que 0.8 foram removidas.

IV. RESULTADOS

4.1. Variação sazonal da área de vida (home range)

Os resultados da análise dos movimentos dos búfalos mostraram uma variação sazonal no tamanho da área de vida, tanto para área de vida nuclear assim como a área de vida total. O tamanho da área de vida total (kernel 95%) dos búfalos no Parque Nacional de Maputo na estação seca foi de $10.796 \pm 0.236 \text{ km}^2$ e aumentou para $19.145 \pm 4.180 \text{ km}^2$ na estação chuvosa, o mesmo padrão foi observado para o tamanho da área de vida nuclear (kernel 50%) sendo $2.387 \pm 0.104 \text{ km}^2$ para a estação seca e $4.225 \pm 1.0326 \text{ km}^2$ na estação chuvosa, como ilustram as figuras abaixo:

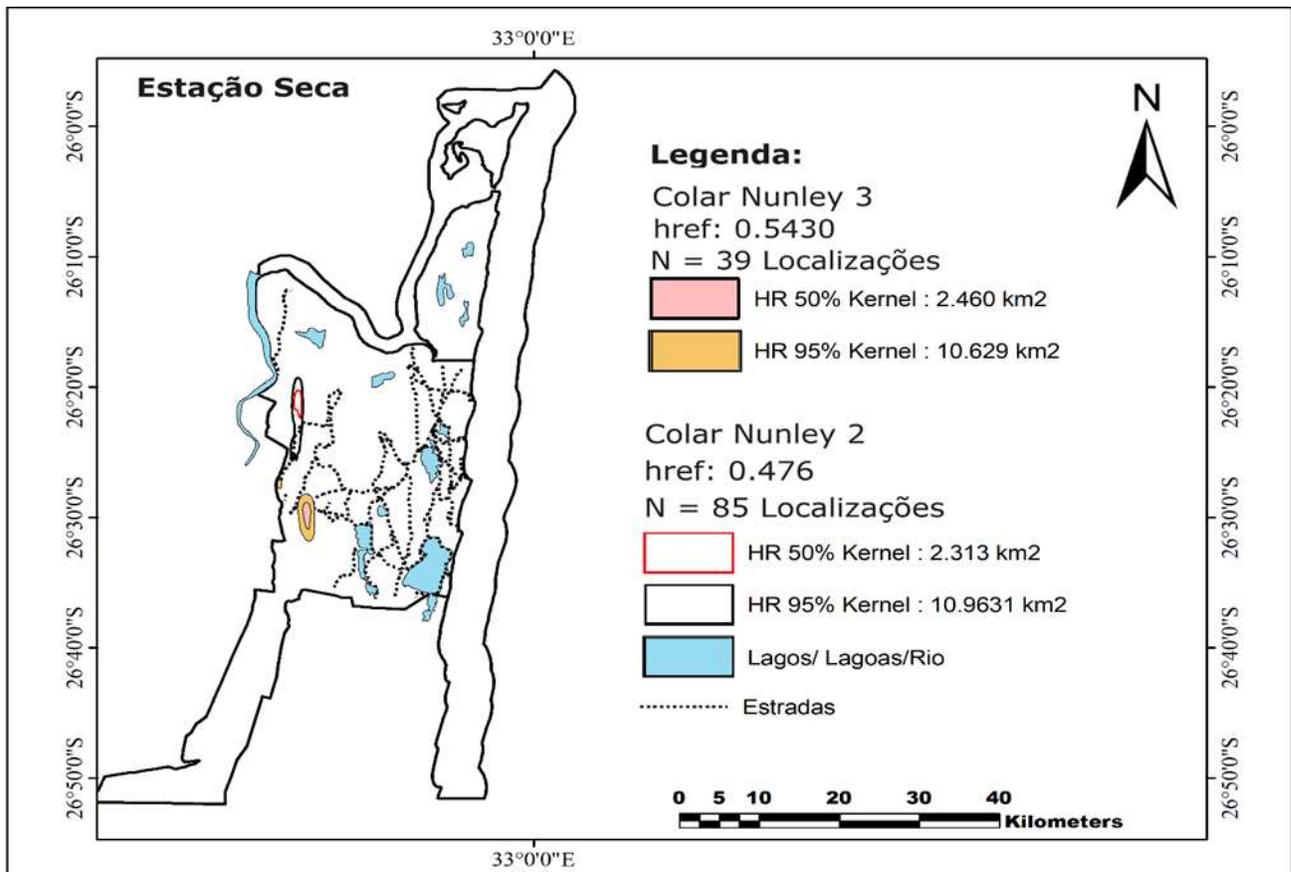


Figura 3. Mapa da área de vida dos búfalos na estação seca

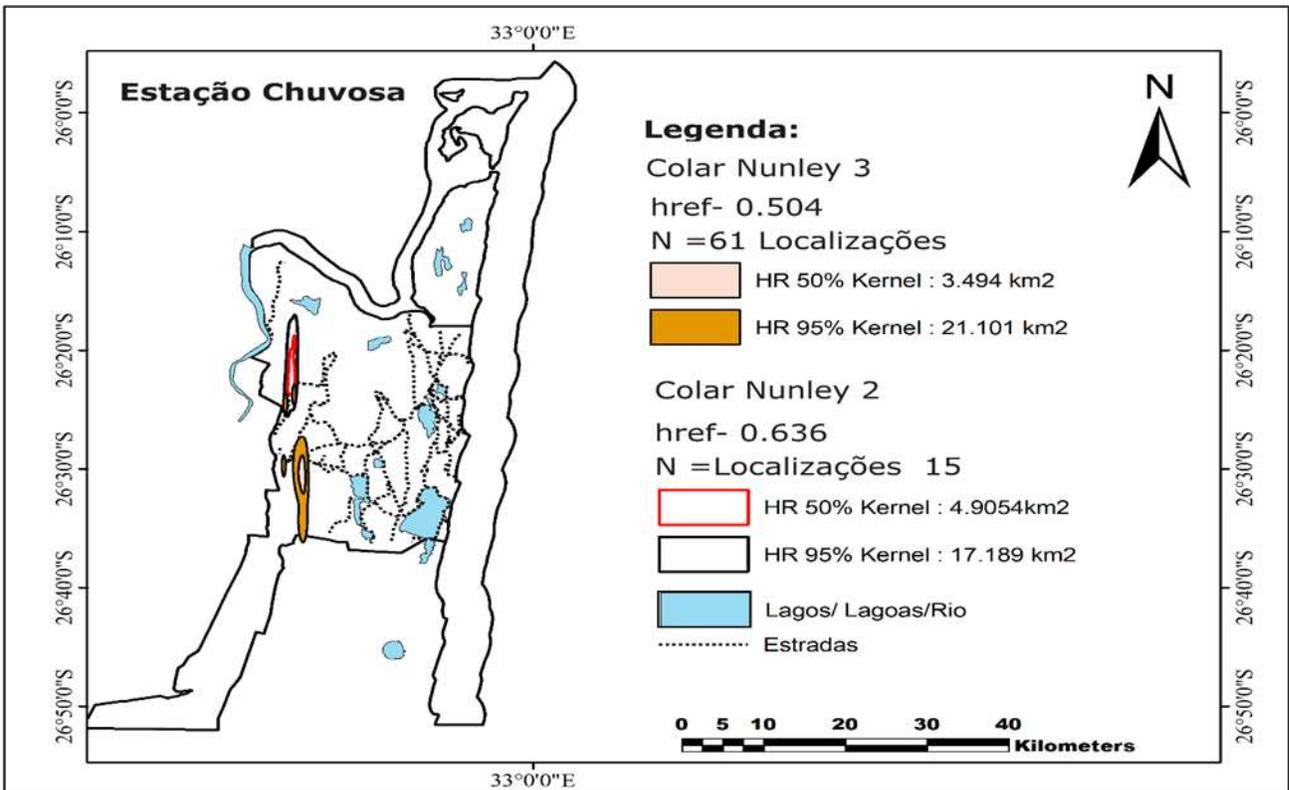


Figura 4. Mapa da área de vida dos búfalos na estação chuvosa

4.2. Factores que influenciam o tamanho da área de vida

O teste de Shapiro-Wilk mostrou que tanto na estação seca assim como na estação chuvosa a variável independente (tamanho da área de vida) apresentou distribuição normal (estação seca: $P=0.5843$, estação chuvosa: $P=0.4869$).

Na estação seca a matriz de correlação mostrou que a variável tamanho da manada e distância a fontes água foram correlacionadas ($r^2=0.89793$) e a variável NDVI e distância e relação as aldeias também foram correlacionadas ($r^2=0.86442$) (figura 4 a e anexo 1). De modo a evitar a colinearidade das variáveis na análise de regressão, as variáveis distância a aldeia e tamanho da manada foram eliminadas. Enquanto na estação chuvosa, a colinearidade foi observada somente entre as variáveis tamanho da manada e distância a água ($r^2=0.90972$) (figura 4 b, anexo 1), tendo sido eliminado o tamanho da manada na análise de regressão.

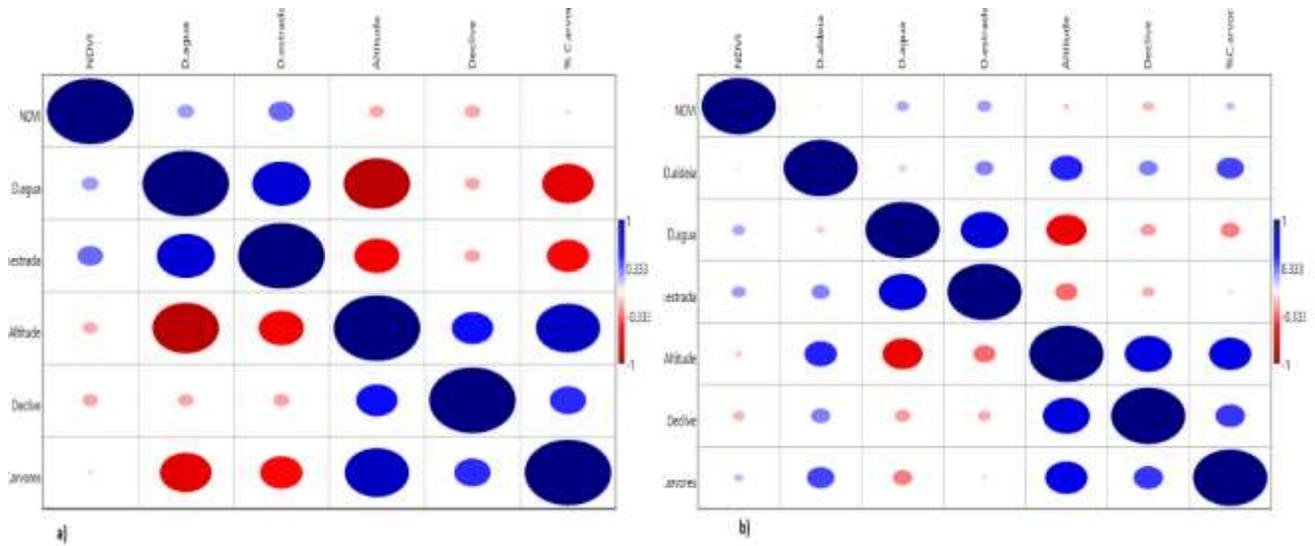


Figura 4: Matriz de correlação entre as variáveis ambientais no estação seca (a) e estação chuvosa (b). As variáveis que apresentam círculos com mesmo tamanho e mesma cor indicam variáveis correlacionadas. C. árvores= percentagem de cobertura das árvores, D. aldeia= distância em relação as aldeias, D. água= distância em relação a fontes água, D. estrada= distância em relação a estrada

Factores que influenciam o tamanho da área de vida dos búfalos reintroduzidos no PNM

Na estação seca, a qualidade e quantidade do pasto (NDVI), distância em relação as fontes de água, altitude, declive e percentagem de cobertura das árvores contribuíram significativamente para o tamanho da área de vida total ((F6,11) =132.16, p=< 0.0001, R²=0.87) e explicaram cerca de 87% do tamanho dessa área de vida (anexo 2). O tamanho da área de vida aumenta com o aumento da qualidade e quantidade do pasto (NDVI), distância em relação a fontes de água, declive e percentagem de cobertura das árvores, enquanto que a área de vida diminui com o aumento da altitude (tabela 3)

Para as variáveis ambientais quantificadas nos 3 círculos (1km, 2km ,3km), o NDVI foi significativo para as variáveis ambientais quantificadas no círculo de 3km e 1km tendo indicado que o tamanho da área de vida decresce com o aumento da qualidade e quantidade do pasto (tabela 3). A distância em relação a fonte de água foi significativa nos três círculos, tendo indicado que o tamanho da área de vida decresce com o aumento da distância em relação a fontes de água para os búfalos.

A distância em relação a estrada mostrou uma influência significativa na variação das áreas dos três círculos, tendo mostrado que o tamanho da área de vida dos búfalos mantem-se constante com o aumento da distância as estradas até 2km e decresce com o aumento até 3 km. O declive mostrou somente uma influência significativa no tamanho da área do círculo de 2km, indicado que o tamanho da área de vida decresce com o aumento do declive.

Tabela 3 Fatores que influenciam o tamanho da área de vida na estação seca em todas as escalas espaciais (NDVI= índice de vegetação normalizada; C. arvores= percentagem de cobertura das árvores; D. água= distancia em relação a fontes de água, D. estrada= distância em relação a estrada; D. aldeia= distancia em relação a aldeia). Valores destacados a vermelhos são significativos indicam variáveis significativas.

Variaveis	kernel 95 %		3Km		2K		1Km	
	Inter	P	Inter	P	Inter	P	Inter	P
NDVI	0.2924	p < 0.0001	-1.0485	p = 0.0049	-0.1702	p = 0.3143	-0.0425	p = 0.3385
D.água	0	p < 0.0001	-0.0003	p < 0.0001	-0.0002	p < 0.0001	-0.0001	p < 0.0001
D.estrada	0	p = 0.4706	-0.0001	p = 0.0067	0	p = 0.0199	0	p < 0.0001
Altitude	-0.0057	p = 0.0031	0.0125	p = 0.2641	-0.0013	p = 0.8707	0.0016	p = 0.3986
Declive	0.0056	p = 0.0729	-0.0339	p = 0.1123	-0.0208	p = 0.0343	-0.0021	p = 0.4183
%C.arvores	0.0027	p < 0.0001	0.0058	p = 0.2420	0.0057	p = 0.1043	-0.0004	p = 0.5938

Factores que influenciam o tamanho da área de vida dos búfalos reintroduzidos no PNM

Na estação chuvosa as variáveis qualidade e quantidade do pasto (NDVI), distância em relação a aldeia, distância em relação a fontes de água, altitude, declive e percentagem de cobertura das árvores contribuíram significativamente para o tamanho da área de vida total ($F(7,68) = 77.758$, $p < 0.0001$, $R^2 = 0.88$), tendo explicado cerca de a 88% do tamanho da área de vida dos búfalos (anexo 4). Para estas variáveis o tamanho da área de vida dos búfalos aumenta com o aumento da qualidade e quantidade do pasto (NDVI), distância em relação a fontes de água, e cobertura arbórea, por outro lado o tamanho da área de vida diminui com o aumento da distância em relação a aldeia, distância em relação a estrada, altitude e declive (tabela 4).

Para as variáveis ambientais quantificadas nos raios de 1km, 2km e 3km, observou-se que a distância em relação a estrada foi significativa apenas para o raio de 3km e 1km, tendo mostrado que a área de vida decresce com a aproximação das estradas, a uma distância de 3km e mantém-se constante a uma distância de 1km. A variável distância em relação as aldeias e distância em relação as fontes de água mostrou uma influência significativa em todas as escalas espaciais (1km, 2km e 3km). A área de vida aumenta com o aumento da distância para as aldeias e decresce com aumento da distância para as fontes de água (tabela 4). A variável declive mostrou-se significativa apenas para distância de 2 km, tendo mostrado um aumento da área de vida com aumento do declive. A percentagem de cobertura das árvores mostrou significância para o raio de 1km mostrando que o tamanho da área de vida decresce com o aumento da percentagem de cobertura das árvores (Tabela 4):

Tabela 4. Tabela 3. Fatores que influenciam o tamanho da área de vida na estação seca em todas as escalas espaciais (NDVI= índice de vegetação normalizada; C. arvores= percentagem de cobertura das árvores; D. água= distancia em relação a fontes de água, D. estrada= distância em relação a estrada; D. aldeia= distancia em relação a aldeia). Valores destacados a vermelhos são significativos indicam variáveis significativas.

Variáveis	kernel 95 %		3Km		2Km		1Km	
	Intercepto	P	Intercepto	P	Intercepto	P	Intercepto	P
NDVI	-2.031	p = 0.0029	-0.0042	p = 0.9845	0.1614	p = 0.0550	0.0007	p = 0.9794
D.aldeia	0	p = 0.9035	0.0001	p = 0.0126	0	p = 0.0459	0	p = 0.0022
d.agua	-0.0006	p < 0.0001	-0.0004	p < 0.0001	-0.0002	p < 0.0001	-0.0001	p < 0.0001
d.estrada	-0.0002	p = 0.0634	-0.0001	p = 0.0031	0	p = 0.4043	0	p = 0.0499
Altitude	-0.0117	p = 0.5898	-0.0094	p = 0.1619	-0.0022	p = 0.3597	-0.0001	p = 0.8627
Declive	-0.0419	p = 0.3601	0.0131	p = 0.3834	0.0115	p = 0.0453	0.0025	p = 0.1523
%C.arvores	0.0372	p < 0.0001	0.0034	p = 0.2237	0.0002	p = 0.8723	-0.0007	p = 0.0324

V. DISCUSSÃO

5.1. Variação sazonal da área de vida

A área de vida total dos búfalos (kernel 95%) e nuclear (kernel 95%) aumentou da estação seca para a estação chuvosa, indicando que as manadas de búfalos no Parque Nacional de Maputo ocupam maiores áreas de vida no estação chuvosa em relação a estação seca. Isto pode parecer contrário a muitos estudos que demonstram que, durante a estação seca, período em que se regista o declínio da qualidade e quantidade dos recursos alimentares, assim como da água, os herbívoros tendem a percorrer grandes distâncias em busca de sustento, aumentando deste modo a sua área de vida (Anderson *et al.*, 2005; Owen-Smith & Cain III 2007; Ryan *et al.*, 2006).

O facto de no presente estudo ter se registado menor área de vida da estação seca pode estar associado ao facto de que a escassez de recursos nessa época contribua para que as manadas permaneçam nos poucos habitats ou locais específicos com disponibilidade de recursos por muito mais tempo até que se esgotem, limitando deste modo os seus movimentos (Wittemyer *et al.*, 2007). Enquanto que na estação chuvosa, com a elevada abundância de recursos as manadas de búfalos pastam em movimento para responder a alta disponibilidade de recursos em quantidade e qualidade e dispersam-se percorrendo áreas relativamente maiores para reduzir a competição intraespecífica ou mesmo para a expansão do seu território (Ngene, 2010).

Um estudo anterior feito no Parque Nacional de Maputo apresentou resultados semelhantes aos do presente estudo, indicando que o búfalo teve áreas de vida menores, durante a época chuvosa quando recursos importantes são abundantes, e quando os recursos são escassos e a quantidade e qualidade da foragem é reduzida os herbívoros tendem a diminuir a sua área de vida (Mazuze, 2022).

O tamanho da área de vida dos búfalos obtido no presente estudo (kernel 95%: 10.7961 ± 0.2362 durante a estação seca; 20.1454 ± 4.1806 na estação chuvosa), difere das áreas de vida obtidas em outras áreas de conservação africanas. Por exemplo, no Delta do Okavango no Botsuana, Bennit *et al.*, (2014) onde registou uma área de vida usando o MCP de 13786 ± 635 na estação seca; 14766 ± 406 estação chuvosa; Cromhout (2006), na Reserva de Tswalu Kalahari, na África do Sul registou uma área de vida total (kernel 95%) de 136.8 km^2 na estação chuvosa e 179.4 na estação seca); Macandza (2009), no Parque Nacional de Kruger, na África do Sul registou uma área de vida total média de $204.7 \pm 70,1$ na estação seca e $172 \pm 13,2$ na estação chuvosa. A variação entre os

tamanhos de área de vida citados acima e entre estes e o presente estudo, podem estar associados a factores inerentes a diferenças entre metodologias usadas, diferenças da densidade populacional desses animais nas áreas onde foram realizados os estudos, diferenças das fitofisionomias e a produtividade dos ecossistemas, visto que estes são alguns factores que influenciam no tamanho da área de vida dos animais (Anderson *et al.*, 2005; Gates, 1990, Owen –Smith, 1998).

5.2. Factores que influenciam o tamanho da área de vida dos búfalos

O conhecimento sobre factores que influenciam as variações em áreas de vida das populações e espécies de animais são de extrema importância na medida em que disponibilizam informações sobre processos ecológicos.

No presente estudo apesar da área de vida total e nuclear ter sido maior na estação chuvosa em relação a estação seca, a análise da qualidade e quantidade do pasto (NDVI) como factor que influencia a variação do tamanho da área de vida mostrou que a área de vida na estação seca aumenta com aumento da qualidade e quantidade do recursos (NDVI) e decresce na estação chuvosa com aumento deste recurso, suportando a hipótese que de a área de vida é menor onde recursos importantes são abundantes (Anderson *et al.*; 2005), visto que na estação chuvosa os búfalos ocuparam áreas com menor qualidade e quantidade de pasto em relação a estação seca (ver anexo 2, media de NDVI: $0,57 \pm 0,10$ na estação seca; $0,48 \pm 0,15$ na estação chuvosa). Adicionalmente, este resultado sugere que no PNP os búfalos mesmo sujeitos a ambientes de qualidade inferior que coincide com a estação seca, estes podem estar a concentrar a sua alimentação em “pontos específicos” de forragem de alta qualidade, resultando assim em áreas de vida mais pequenas do que em ambientes de qualidade globalmente mais elevada., a semelhança com o que foi observado por Naidoo *et al.*, (2012).

A disponibilidade de água é comumente referenciada como um factor que restringe o uso de habitats pelos búfalos africanos (Cornelis *et al.* 2014). A análise de disponibilidade de água indicou que a área de vida diminui a medida que os búfalos se afastam das fontes de água, isto sugere que as áreas de vida dos búfalos são maiores em ambientes próximos a fontes de água. Neste estudo registou-se área de vida maior na estação chuvosa em relação a estação seca, cósidentemente, na estação chuvosa os búfalos se encontravam a uma distância media em relação as fontes de água de $2163,24 \pm 3352,84$ m na estação chuvosa que foi relativamente menor em relação a distância fontes de água do que na estação seca que registou uma media de $5629,6 \pm 3839,62$ m (ver anexo 2). Isto

pode ser explicado pelo facto de os búfalos serem dependentes de água, devem beber pelo menos a cada dois dias, ingerindo cerca de 45 litros diariamente; eles são incapazes de sobreviver apenas com o teor de humidade de seus alimentos (Prins 1996; Prins & Sinclair 2013). Deste modo, a disponibilidade de água impõe restrições espaciais aos herbívoros especialmente na estação seca, forçando-os a ocupar habitats próximos a fontes de água permanentes (smit, 2011).

Embora algumas espécies se envolvam em deslocamentos de grandes distâncias dos locais centrais de alimentação, movendo-se regularmente entre fontes de água permanentes e locais de alimentação a vários quilómetros de distância (Brooks & Harris, 2008). Durante a estação chuvosa, essas restrições espaciais são removidas à medida que os poços de água temporários são preenchidos pelas chuvas, o que também promove o crescimento de gramíneas anuais ricas em nutrientes (Hassler *et al.* 2010).

A pesar dos búfalos terem sido observados a uma distância maior em relação as fontes de água na estação seca e ter se registado nessa época menor área de vida do que a estação chuvosa, a disponibilidade de água no PNP parece não ser o factor principal que restringe o movimento desses animais, visto que esses animais persistem em ambientes semi-áridos, desde que haja água superficial disponível dentro de um intervalo de distancia de 20 -40 km, durante todo o ano (Naidoo *et al.* 2012)..

Os búfalos são herbívoros inerentemente móveis que, no entanto, são limitados por barreiras lineares, como estradas (Naidoo *et al.* 2012), assim é esperado que indivíduos que são menos limitados por barreiras em suas áreas de vida na estação seca migrem mais longe do que aqueles mais próximos de barreiras (Naidoo *et al.* 2012). Isto parece contrário ao observado no presente estudo, uma vez que na estação seca os búfalos estavam a uma distância maior em relação as estradas, no entanto nesse período registou –se menor área de vida do que na estação chuvosa onde os búfalos estavam a uma distância relativamente menor (Distancia media dos búfalos em relação as estradas: $4268,40 \pm 2236,38$ m na estação seca; $3515,35 \pm 1474,92$ na estação chuvosa).

Para além das estradas, os assentamentos humanos, cercas e áreas de cultivos são referenciados como factores que limitam a mobilidade dos búfalos (Naidoo *et al.* 2012). Neste estudo, durante a época chuvosa foi observado que a área de vida aumenta com o aumento da distância para as aldeias ($4688,19 \pm 1291,20$ m na estação seca; $4719,56 \pm 1688,08$ na estação chuvosa). No entanto, o facto de no PNM existir reduzido número de assetamentos humanos, assumimos que estes

assetamentos humanos não refletem maiores possíveis restrições ao comportamento migratório dos búfalos.

Em muitas savanas africanas a topografia apresenta ondulações, que variam de alguns centímetros a centenas de metros de altura, em que a chuva que cai nas ondulações escorre das encostas para as depressões, de modo que o pasto nas depressões tende a ser mais longo e mais verde do que nas encostas e picos (Bell, 1971). Sendo o búfalo africano essencialmente um *garzer* de gramíneas altas, a sua distribuição depende fortemente da disponibilidade de forragem herbácea, (Naido *et al.* 2012). Isto sugeriria que o tamanho da área de vida aumentasse com a redução da elevação. No entanto neste estudo, esse padrão não foi observado, tendo sido registado uma influência significativa do declive no tamanho da área do círculo de 2km, mostrando que na estação seca o tamanho da área de vida decresce com o aumento do declive e aumenta com o aumento deste na estação chuvosa.

As áreas de vida dos búfalos no PNM parecem não ser restringidas pela atitude e declividade visto dentro de área de vida total estes animais frequentaram ambientes com uma altitude que varia de $9\pm 5,75\text{m}$ a $17.39\pm 7,91\text{m}$ (Anexo 3), respectivamente na estação seca e chuvosa. Segundo Cornelis *et al.* (2014), os búfalos parecem não ser limitados por restrições de elevação, e sua distribuição altitudinal varia da costa até os limites de florestas nas montanhas mais altas, exceto áreas com precipitação inferior a 250 mm (por exemplo, desertos do Namibe e do Saara) e também sobre e desce encostas íngremes, até cerca de 50° (Prins & Sinclair 2013 citados por Cornelis *et al.* 2014).

A percentagem de cobertura arbórea representa a quantidade de vegetação lenhosa em qualquer área de vida e é inversamente proporcional à percentagem de cobertura de gramíneas e solo exposto em uma área de vida. (Naido *et al.* 2012). Sendo o búfalo um *garzer* e, a sua distribuição depende fortemente da disponibilidade de forragem herbácea, (Naido *et al.* 2012), é, portanto, razoável esperar que o tamanho da área de vida aumente com o aumento da cobertura arbórea (Naido *et al.* 2012). Neste estudo isso foi observado somente para a área de vida total tanto na estação seca, assim como na chuvosa o que pode ser explicado pelo facto de locais com elevada densidade de árvores tendem a reduzir a cobertura herbácea diminuindo assim a sua produtividade, devido à redução da penetração da radiação solar, tornando assim estes habitats poucos atrativos para os herbívoros (Treydte *et al.* 2007). Assim os herbívoros devem realizar deslocamentos para a

áreas com de elevada biomassa graminal, uma vez que a biomassa forrageira tende a ser mais baixa em áreas arborizadas do que em áreas abertas.

Adicionalmente, neste estudo foi possível observar que os búfalos durante a estação chuvosa ocuparam ambientes com maior cobertura arbórea ($17,88 \pm 12,38$ % na estação seca e $30,10 \pm 16,81$ % na estação chuvosa), e é neste período em que estes animais tiveram maior área de vida.

Reconhecemos que para além do NDVI, distância em relação a água, distância em relação as aldeias, distância em relação a estrada, altitude, declive e percentagem de cobertura das árvores outros factores como tamanho do corpo, sexo, densidade populacional, idade, risco de predação, estrutura da paisagem, distúrbios, estado reprodutivo dentre outros influenciam no tamanho da área de vida dos animais (Anderson *et al.*, 2005; Gates, 1990). No entanto neste estudo estes factores não foram analisados. Deste modo sugerimos que nos próximos estudos estes factores sejam inclusos para melhor compreender a sua influência sobre a área de vida dos búfalos no PNM.

VI. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que a variação sazonal da área de vida dos búfalos re-introduzidos no PNM mostrou uma variação da estação seca para a chuvosa o que está directamente relacionado a disponibilidade de recursos durante estas épocas. A área de vida total dos búfalos (kernel 95%) e nuclear (kernel 50%) aumentou da estação seca para a estação chuvosa, indicando que as manadas de búfalos no Parque Nacional de Maputo ocupam maiores áreas de vida no estação chuvosa em relação a estação seca. Durante a época chuvosa, o tamanho da área de vida aumenta com o aumento da qualidade e quantidade do pasto, distância em relação a fontes de água, declive e percentagem de cobertura das árvores, enquanto que a área de vida diminui com o aumento da altitude. No entanto, na época chuvosa o tamanho da área de vida dos búfalos aumentou com o aumento da qualidade e quantidade do pasto, distância em relação a fontes de água, e cobertura arbórea e com o aumento da distância em relação a aldeia, distância em relação a estrada, altitude e declive.

VII. RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se que se façam estudos de outros factores que influenciam a área de vida dos búfalos para melhor compreender a sua influência sobre as áreas de vida destes animais ;
- No presente estudo, as informações sobre a variação sazonal dos recursos para os búfalos foram obtidas indirectamente com base no NDVI. Para os próximos estudos, recomenda-se que se conduzam estudos aprofundados sobre a relação entre a área de vida e a variação sazonal dos recursos com base em medições dos recursos no campo.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersen, D. E. and O. J. Rongstad. Home-range estimates of red-tailed hawks based on random and systematic relocations. **Journal of Wildlife Management**. 1989.

Anderson, D. P., Forester, J. D., Turner, M. G., Frair, J. L., Merrill, E. H., Fortin, D., Boyce, M. S. Factors influencing female home range sizes in elk (*Cervus elaphus*) in North American landscapes. **Landscape Ecology**, 2005.

Azevedo, Fernanda Cavalcanti. Área de vida e organização espacial de lobosguará (*chrysocyon brachyurus*) na região do parque nacional da serra da canastra, Minas Gerais, Brasil. **Belo Horizonte**: s.n., 2008.

Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift, D.M. & Sims, P.L. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range Management** 49: 386-400,1996.

Bell, R.H.V. A grazing ecosystem in the Serengeti. **Scientific American** 225: 86-93, 1971.

Bennitt, E., Bonyongo, M.C. & Harris, S., 2014, 'Habitat selection by African buffalo (*Syncerus caffer*) in response to landscape-level fluctuations in water availability on two temporal scales'. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101346>, 2014.

Benson, J., Chamberlain, M. & Leopold, B. Regulation of space use in a solitary felid: Population density our prey availability. **Animal behavior**, pp. 71, 685-69, 2006

Beyer H.L. Hawth's Analysis Tools for ArcGIS. Version 2.<http://www.spatial ecology.com>. 2004.

Blake, S. Forest buffalo prefer clearings to closed canopy forest in the primary forest of northern Congo. **Oryx** 36: 81–86, 2002.

Borger, L., Franconi, N., Ferretti, F., Meschi, F., De Michele, G., Gantz, A. & Coulson, T. An integrated approach to identify spatiotemporal and individual-level determinants of animal home range size. **American Naturalist**. 2006.

Borger, L., Dalziel, B.D. & Fryxell, J.M. Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review and prospects for future research. **Ecology Letters**. 2008.

Brooks CJ, Harris S. Directed movement and orientation across a large natural landscape by zebras, *Equus burchelli antiquorum*. **Animal Behavior** 76: 277–285, 2008.

Burt, W.H. Territoriality and home-range concepts as applied to mammals. **J. Mammal.** 1943.

Carr A.P. and Rodgers A.R. H.R: The Home Range Extension for ArcView. Ontario Ministry of Natural Resources, **Thunder Bay.** 1998.

David, D. J. et al. Neurogenesis-dependent and -independent effects of fluoxetine in an animal model of anxiety/depression.. **Neuron**, pp. 28;62(4):479-93, 2009.

DNAC. 2010. **Plano de Gestão da Reserva Especial de Maputo.** Primeira Edição. 2010.

Estes R.D. **The behavior guide to African mammals.** University of California Press, Los Angeles.1991.

Esri. ArcGIS Version 8.1. Environmental Systems Research Institute, **Redlands.** 2001.

Halley, D. J, et al. **Troca de rebanhos e dispersão de longa distância em búfalas africanas fêmeas** (*Syncerus caffer*). 2002.

Halley, D.J. & Mari, M. Dry season social affiliation of African buffalo bulls at the hobe riverfront. 2004.

HARESTAD, A.S. & BUNNEL, F.L. Home range and body weight - A reevaluation. **Ecology:** 389-402, 1979.

Hemson, G., Johnson, P., South, A., Kenward, R., Ripley, R., Macdonald, D. Are kernels the mustard? Data from global position system(GPS) collars suggests problems for kernel home-range analyses with least-squares cross-validation. **Journal of Animal Ecology.** 2005

Hensman, M. C. **Home Range And Resource Use Of Sable Antelope In The Okavango Delta,** s.l.: s.n. 2011.

Hooge P.N., Eichenlaub B., Hooge E.R. and Soloman E.K. The Animal Movement Program. Alaska Biological Science Center, U.S. **Geological Survey,** Anchorage. 2002.

IUCN, A.S.G. Syncerus caffer (em inglês). IUCN. **Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN**. s.l.: IUCN, 2008.

Jewell, P.J. The concept of home range in mammals. **Symp.** Zool. Soc. London. 1966.

Johnson, D. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preferences. **Ecology**. 1980.

Kenward, R. E., R. T. Clarke, K. H. Hodder, and S. S. Walls. Density and linkage estimators of home range: nearest-neighbor clustering defines multinuclear cores. **Ecology** 82:1905–1920, 2001.

Kernohan, B.J., Gitzen, R.A. & Millspaugh, J.J. Analysis of animal space use and movements. Radio Tracking and Animal Populations (eds J.J. Millspaugh & J.M. Marzluff), pp., **Academic Press**, San Diego, California, USA. 2001.

Krebs, Charles J. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Addison Wesley. s.l.: **Longman** (Pearson Education), 2014.

Laver PN, Kelly MJ. A critical review of home range studies. **Journal of Wildlife Management**. 72, 290 – 298, 2008.

Macandza, V.A. Resource partitioning between low-density and high density grazers: sable antelope, zebra and buffalo. PhD Thesis, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa. 2009.

Manly, B., L. McDonald, And D. Thomas. **Resource selection by animals**. Chapman and Hall, London, United Kingdom. 1993.

Marzoli, A. Aifm **Avaliação Integrada das Florestas De Moçambique**. Maputo: MINAG, Maputo: MINAG, 2007.

MICOA. **Perfil Preliminar do distrito de Matutuine**. 2012.

Mysterud A. Seasonal migration pattern and home range of roe deer (*Capreolus capreolus*) in an altitudinal gradient in southern Norway. **Journal of Zool.** (London). 1999.

Mysterud, A., Yoccoz, N.G., Langvatn, R., Pettoelli, N. & Stenseth, N.C. Hierarchical path analysis of deer responses to direct and indirect effects of climate in northern forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*. 2008.

Naidoo, R., Du Preez, P., Stuart-Hill, G., Jago, M. & Wegmann, M. 'Home on the range: Factors explaining partial migration of African buffalo in a tropical environment'. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036527>. 2012.

Ngene, S., Ihwagi, F., Nzisa, M., Mukeka, J., Njumbi, S. & Omondi, P. Total Aerial Census of Elephants and Other Large Mammals in the Tsavo-Mkomazi Ecosystem. Nairobi: **Kenya Wildlife Service**. 2011.

Owen-Smith, R. N. Morphological factors and their consequences for resource partitioning among African savanna ungulates: a simulation modeling approach. In: *Patterns and structure of mammalian communities*, ed D.W. Morris, Z. Abramsky, m B.J. Fox & M.R. Willig, pp. 155-165. Texas tech university. **Press**, Texas. 1989.

Owen-Smith, R. N. **Adaptive Herbivore Ecology**. Cambridge University Press, Cambridge. 2002.

Owen-Smith, R. N. **Megaherbivores**. The Influence of Very Large Body Size on Ecology. Cambridge University Press. 1988.

Owen-Smith, N. & Cain, J. Indicators of adaptive responses in home range utilization and movement patterns by a large mammalian herbivore. **Israel Journal of ecology & evolution**, Volume III. 2007.

Osborn, F.V; Parker, G.E. Linking two elephant refuges with a corridor in the communal lands of Zimbabwe. **African Journal of Ecology**. 2003.

Patterson TA, Thomas L, Wilcox C, Ovaskainen O, Matthiopoulos J. State-space models of individual animal movement. **Trends Ecol Evol**. 2008.

Powell, R. A. Animal home ranges and territories and home range estimators. In *Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences* (L. Boitani and T. K. Fuller, Eds.). **Columbia University Press**, New York. 2000.

Powell, R.A., Zimmerman, J.W. & Searman, D.E. Ecology and Behavior of North American Black Bear. Home Range, Habitat and social organization, Chapman & Hall, London. 1997.

Powell, R. & Mitchell, M. what is a home range?. **Mammal**, pp. 93, 948-958, 2012.

Prins, H. H. T. **The ecology and behaviour of the African buffalo**. Wildlife and Ecology and Behaviour Series, Chapman and Hall, St. Edmundsbury, St. Edmunds, United Kingdom. 1996.

PRINS, H.H.T. & BEEKMAN, J.H. A balanced diet as a goal for grazing: The food of the Manyara buffalo. **African Journal of Ecology** 27: 241-259, 1989.

Prins, H. H. T. & Sinclair, A. R. E. Syncerus caffer. **The Mammals of Africa**. Eds. Kingdon, J. S. & Hoffmann, M. Amsterdam: Academic Press. 2013.

Ryan, S. J., P. C. Cross, J. A. Bowers, and C. T. Hay. NDVI, fecal nitrogen and phosphorus as indicators of diet and habitat quality for African buffalo. In Spatial ecology of African buffalo (Syncerus caffer) and their resources in a savanna landscape. **Dissertation**, University of California at Berkeley, Berkeley, USA. 2006.

Seaman, D. E., and R. A. Powell. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. **Ecology** 77:2075-2085. 1996.

Smith D.W., Peterson R.O. & Houston D.B. Yellowstone after wolves. **Bioscience**. 2003.

Stephens, D.W., Krebs, J.R. Foraging theory. **Princeton university Press**, Princeton. 1986.

Sinclair, A.R.E., Arcese, P. Population consequences of predation-sensitive foraging: The Serengeti wildebeest. **Ecology**. 1995.

Schulze, K. **An assessment of threats to terrestrial protected areas**. 2018.

Treydte, A.C., Heitkönig, I.M.A., Prins, H.H.T. & Ludwig, F. Trees improve grass quality for herbivores in African savannas. Perspectives in Plant Ecology, **Evolution and Systematics** 8: 197-205, 2007.

Wittemyer, G., H. B. Rasmussen, and I. Douglas-Hamilton. Breeding phenology in relation to NDVI variability in free-ranging African elephant. **Ecography** 30:42–50, 2007.

Westalagem, J.A. Jr, Cross, P e Getz, W. Habitat Quality and Heterogeneity Influence Distribution and Behavior in African Buffalo (*Syncerus Caffer*). NY: **Ecology society of America**, Vol. 1. 2008.

White, G. C., and R. A. Garrott. Analysis of Wildlife Radio-tracking Data. **Academic Press**, New York. 1990.

Worton, B. J. Kernel methods for estimating the utility distribution in home-range studies. **Ecology**. 1989.

IX. ANEXOS

Anexo.1

a) Matriz de correlação de Pearson das variáveis ambientais na estação chuvosa

	hr.95 chuvoso	NDVI	D.ALDEIA	D.AGUA	D.ESTRAD	Altitude	Declive	%C.arvores	MANADA
hr.95 chuvoso		0,034893	0,23569	5,73E-30	8,81E-10	2,95E-07	0,047122	0,00018837	0
NDVI	-0,24238		0,65336	0,14178	0,095332	0,39082	0,18437	0,28525	0,034893
D.ALDEIA	0,13766	0,052347		0,35402	0,035717	8,01E-05	0,028469	0,0011072	0,23569
D.AGUA	-0,90972	0,17011	-0,10779		4,98E-10	4,88E-07	0,078	0,025577	5,73E-30
D.ESTRAD	-0,63255	0,19272	0,24133	0,63963		0,0094944	0,14521	0,53358	8,81E-10
Altitude	0,54826	0,099842	0,43672	-0,53971	-0,29573		9,59E-10	9,47E-08	2,95E-07
Declive	0,22848	-0,15391	0,25141	-0,20341	-0,16869	0,63148		0,00042281	0,047122
%C.arvores	0,41567	0,12416	0,36708	-0,25605	-0,07252	0,56672	0,39441		0,000188
MANADA	-1	0,24238	-0,13766	0,90972	0,63255	-0,54826	-0,22848	-0,41567	

b) Matriz de correlação de Pearson das variáveis ambientais na estação seca

	H.RSECO95	NDVI	DstminAlde	DstminAgua	DstMinEstr	DEM	SLOPE	Tree_Cover	Manada
H.RSECO95		5,71E-05	5,52E-16	2,65E-45	5,60E-13	5,70E-19	0,20508	1,28E-06	0
NDVI	0,35327		0,86442	0,030938	0,000955	0,060734	0,048629	0,43402	5,71E-05
DstminAlde	0,64587	0,01549		4,71E-29	8,28E-11	9,41E-09	0,67008	2,91E-08	5,52E-16
DstminAgua	0,89793	0,1939	0,80181		2,13E-17	2,45E-25	0,050524	3,43E-13	2,65E-45
DstMinEstr	0,58996	0,29309	0,54161	0,66869		4,98E-10	0,044694	8,71E-09	5,60E-13
DEM	-0,69189	-0,16892	-0,48742	-0,76772	-0,52216		1,96E-08	7,46E-23	5,70E-19
SLOPE	-0,11458	-0,17746	-0,038636	-0,17602	-0,18062	0,47807		1,34E-06	0,20508
Tree_Cover	-0,41902	0,070884	-0,47297	-0,5943	-0,48837	0,74114	0,41823		1,28E-06
Manada	1	0,35327	0,64587	0,89793	0,58996	-0,69189	-0,11458	-0,41902	

Anexo.2

a): Medias e desvio padrão das variáveis ambientais da estação chuvosa

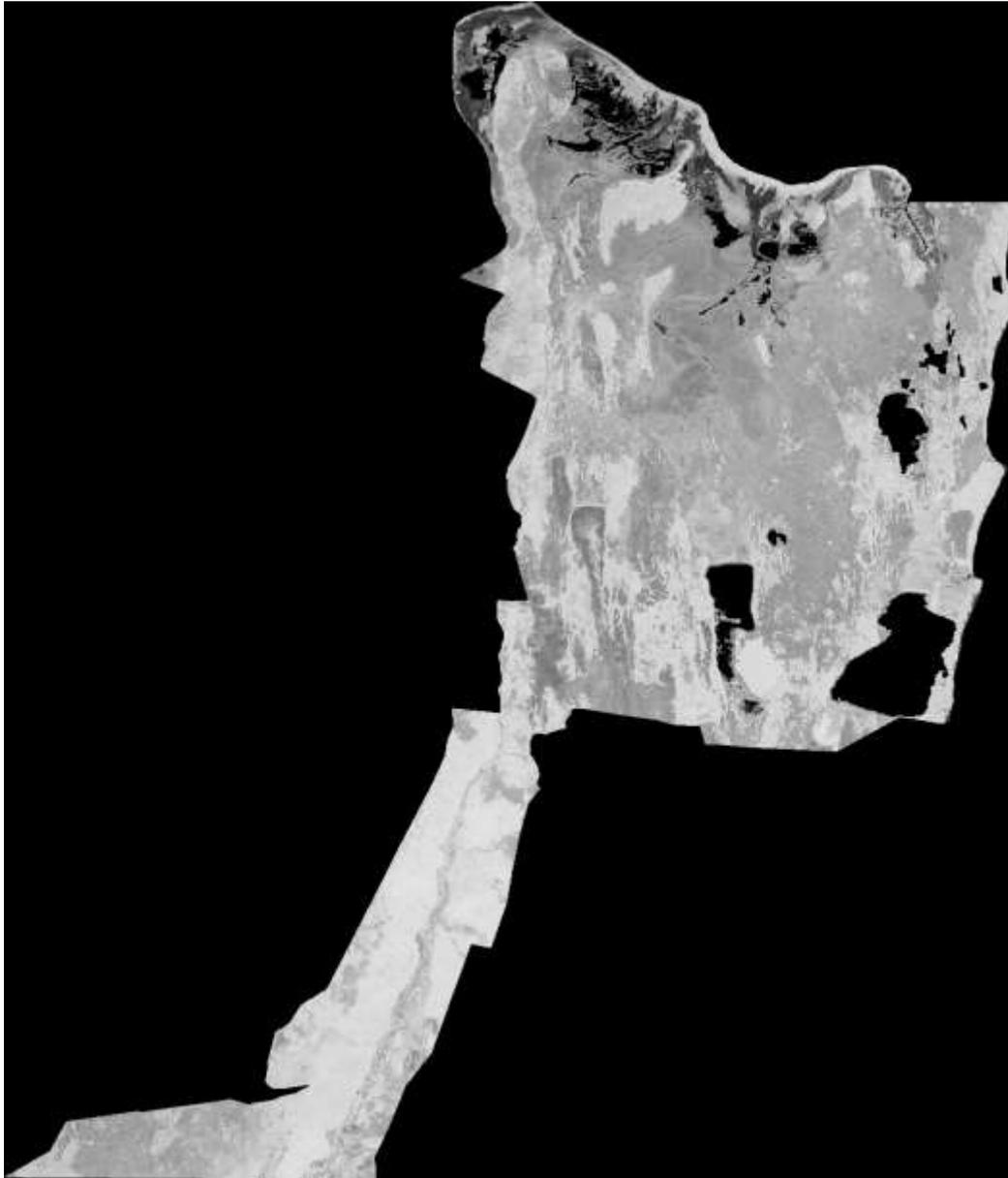
	Estação chuvosa			
	95%	1km	2km	3km
Area de vida	21,92±2,37	2,76±0,16	6,54±0,47	9,96±1,02
NDVI	0,48±0,15	0,39±0,14	0,46±0,16	0,48±0,16
DstminAlde	4719,56±1688,08	4732,98±507,59	4497,01±1120,87	4427,31±1256,20
DstminAgua	2163,24±3352,84	1276,61±2484,09	1168,83±2213,14	1515,74±2425,44
DstMinEstr	3515,35±1474,92	3043,37±1237,68	3218,31±1110,64	3253,20±1375,30
Altitude	17,39±7,91	18,67±7,90	17,70±7,89	17,42±7,81
Declive	2,52±2,84	2,48±2,46	2,48±2,86	2,61±2,92
%C.arvores	30,10±16,81	27,13±14,10	29,95±15,37	28,55±15,67
Manada	42,00±24,04	36,67±19,22	34,80±16,44	38,71±21,31

b): Medias e desvio padrão das variáveis ambientais da estação seca

	Estação seca			
	95%	1 km	2 km	3 km
area de vida	10,86±0,16	2,45±0,33	5,52±1,11	7,53±1,45
NDVI	0,57±0,10	0,57±0,09	0,55±0,09	0,56±0,10
DstminAldeia	4688,19±1291,20	4662,68±1026,15	4717,15±1531,44	4781,70±1319,82
DstminAgua	5629,62±3839,62	6040,48±3725,05	5493,92±4379,16	5867,12±3958,23
DstMinEstrada	4268,40±2236,38	4917,08±2166,31	3750,73±2086,94	4462,46±2244,60
Altitude	9,00±5,75	7,73±4,45	8,71±5,71	8,70±5,91
declive	1,57±2,08	1,22±1,82	1,36±1,89	1,46±2,00
%C.arvores	17,88±12,38	15,47±9,86	16,96±10,73	16,12±10,58
Manada	71,13±27,97	72,19±27,63	64,62±29,83	69,64±28,54

Anexo 3.

a) Ndvi no Parque Nacional de Maputo, Novembro de 2021



NDVI no Parque Nacional de Maputo , Agosto de 2022

