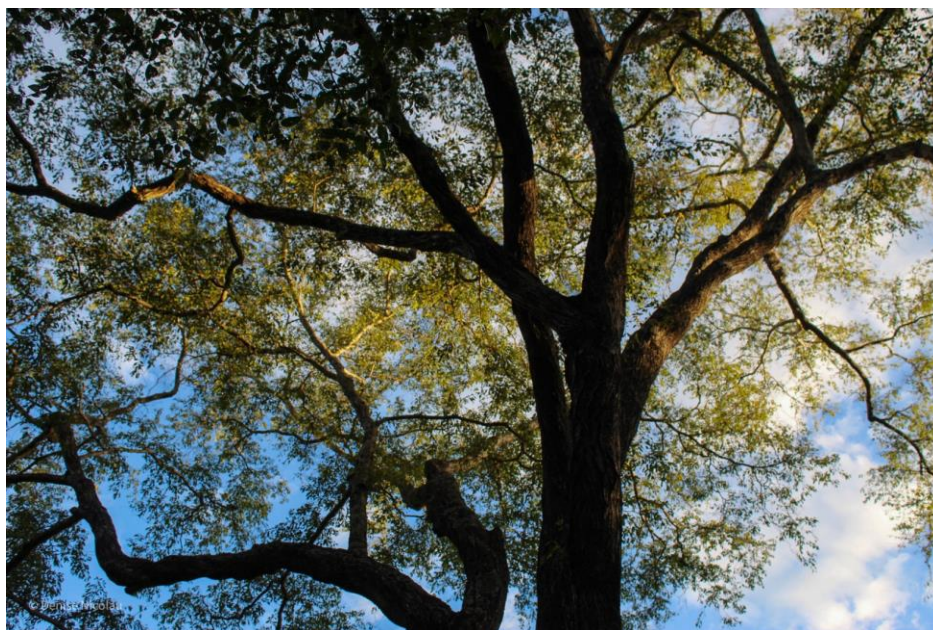


VALIDAÇÃO DA MÉTRICA DE MIOMBO NA RESERVA FLORESTAL DE DERRE NA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA

Contribuição para a implementação dos contrabalanços de biodiversidade em Moçambique



Relatório elaborado por: Natasha Ribeiro

Agosto 2021

Produzido por:

Universidade Eduardo Mondlane
Praça 25 de Junho n° 257
Maputo, Moçambique
www.uem.mz

BIOFUND - Fundação para a Conservação da Biodiversidade
Av. Tomás Nduda n° 1038
Maputo, Moçambique
Tel: +258 21 499958
info@biofund.org.mz
www.biofund.org.mz

Wildlife Conservation Society – Mozambique
Rua Orlando Mendes, n. 163
Sommerschield, Maputo, Mozambique
Tel: +258 21 49 6965
wcsmozambique@wcs.org
mozambique.wcs.org | www.wcs.org

Autora:

N. Ribeiro

Universidade Eduardo Mondlane

Equipa técnica:

S. Nazerali e D. Nicolau
H. Costa e N. Sidat

BIOFUND
Wildlife Conservation Society, Moçambique

Foto da capa: Floresta de Miombo, Reserva Especial do Niassa ©Denise Nicolau/BIOFUND

Citação: Ribeiro, N., Nazerali, S., Nicolau, D., Sidat, N. e Costa, H. (2021). Relatório de Validação da métrica de miombo na reserva florestal de Derre na província da Zambézia: contribuição para a implementação dos contrabalanços de biodiversidade. BIOFUND, Maputo, Moçambique. 44 pp.

Índice

1. Introdução.....	4
2. Descrição e contextualização da Reserva Florestal do Derre	5
3. Metodologia de estudo.....	9
3.1. Definição do desenho amostral	9
3.2. Levantamento dos dados de campo.....	11
3.3. Análise dos dados	12
3.3.1. Ajuste da estratificação das florestas de miombo	12
3.3.2. Caracterização ecológica dos extractos.....	13
3.3.3. Aplicação das métricas MIOMBO e Forest Integrity Assessment Tool (FIAT) para a avaliação da condição ecológica	16
4. Resultados e Discussão	19
4.1. Estrutura e Composição da floresta de miombo da Reserva Florestal do Derre	19
4.2. Avaliação da condição ecológica das florestas de miombo.....	25
5. Considerações finais	28
7. Referências	33
Anexo I: Zoneamento da Reserva Florestal do Derre (Ribeiro et al., 2010).....	1
Anexo II : Ficha de campo para a colecta de dados.....	2
Anexo III : Ficha de FIAT para a colecta de dados.....	3
Anexo IV : Fotografias ilustrativas dos diferentes níveis de degradação da Reserva Florestal de Derre.....	5

Lista de Figuras

Figura 1. Localização geográfica e cobertura de terra (Fonte: FNDS, 2019) da Reserva Florestas do Derre, na Província da Zambézia, centro de Moçambique. O inset mapa corresponde as classes de vegetação do mapa histórico produzido por Lotter et al. (2021).	6
Figura 2. Processo de desenho e implementação do presente estudo.	9
Figura 3. Representação esquemática do cluster e das parcelas de amostragem (adaptado de DINAF, 2016). 11	
Figura 4. Ilustração dos 5 extractos correspondentes aos níveis de degradação encontrados na Reserva Florestal do Derre. As fotografias do topo, da esquerda para a direita correspondem aos extracto 1, 2 e 3, as fotografias inferiores, da esquerda para a direita, correspondem aos extracto 4 e 5.	13
Figura 5. Índice de Valor de Importâncias das 10 espécies mais importantes nas florestas de miombo da Reserva Florestal do Derre, distribuídas por extractos (níveis de degradação, a cor verde estão indicadas as espécies indicadoras de miombo).	21
Figura 6. Curva da distribuição diamétrica por nível de degradação das florestas de miombo na Reserva Florestal do Derre.	23

Lista de Tabelas

Tabela 1. Extractos, área por extracto e número de clusters por estrato no estudo ecológico da Reserva Florestal do Derre, Província da Zambézia.	10
Tabela 2. Distribuição das parcelas e esforço amostral por nível de degradação.	12
Tabela 3. Parâmetros estruturais e composicionais de referência para as florestas de miombo na RF do Derre, Província da Zambézia.	16
Tabela 4. Indicadores usados na métrica MIOMBO para avaliação da condição ecológica das florestas de miombo.	17
Tabela 5. Escala de decisão sobre a condição ecológica.	17
Tabela 6. Indicadores usados na métrica FIAT para avaliação da condição ecológica das florestas de miombo na Reserva Florestal do Derre.	18
Tabela 7. Índice de similaridade de Sørensen, para avaliação da similaridade em termos de riqueza florística entre os extractos.	20
Tabela 8. Média e desvio padrão dos parâmetros estruturais da floresta de miombo na Reserva Florestal do Derre em comparação com a referência para o miombo da área.	22
Tabela 9. Coeficiente de Liocourt (q) para avaliação da distribuição diamétrica dos extractos da floresta de miombo da Reserva Florestal do Derre.	24
Tabela 10. Parâmetros estruturais (média e desvio padrão) das espécies indicadoras de miombo na Reserva Florestal do Derre.	24
Tabela 11. Condição ecológica de miombo, usando a métrica MIOMBO. Nota: o valor para o indicador % de área afectada, deve ser lido reversamente, i.e. valor menor corresponde à área não afectada pela actividade humana.	25
Tabela 12. Condição ecológica de miombo usando a métrica FIAT.	26

1. Introdução

As florestas de miombo representam o ecossistema mais extenso do país ocupando cerca de 2/3 da cobertura florestal em Moçambique e, portanto, representa uma porção significativa da biodiversidade nacional (DINAF, 2018). As florestas de miombo representam igualmente uma importante fonte de recursos para a população Moçambicana, rural e urbana. Neste contexto, as florestas de miombo no país estão sujeitas a níveis de degradação variados derivados de práticas de manejo insustentáveis, crescimento populacional acentuado, mudanças climáticas, entre outros. Por outro lado, Moçambique verifica um aumento acelerado de projectos de desenvolvimento (e.g petróleo e gás, mineração) os quais, embora sendo importantes para o desenvolvimento socioeconómico, podem ter impactos adversos significativos sobre a biodiversidade. Neste contexto, é importante que o processo de avaliação de impacto ambiental oriente estes projectos para a implementação da hierarquia de mitigação¹. Esta prevê, entre outros, a compensação pela perda da biodiversidade através de acções no terreno, concretas e mensuráveis, que resultem na sua melhoria e manutenção ao longo do tempo, também conhecidas como contrabalanços da biodiversidade.

O processo de contrabalanços da biodiversidade é relativamente novo no país, o que implica a necessidade de se desenvolver instrumentos legais (em curso a elaboração do Regulamento específico), capacitação institucional e a definição de instrumentos técnicos (ou métricas) de avaliação da condição ecológica dos ecossistemas. As métricas permitem qualificar a condição ecológica do ecossistema de forma pragmática e quantificar ganhos e perdas de biodiversidade causados por impactos de projectos de desenvolvimento e, igualmente, determinar a condição em locais destinados a compensar justamente tais impactos, através de iniciativas de contrabalanços de biodiversidade. Neste contexto, em 2019, a Wildlife Conservation Society (WCS), através do Projecto COMBO, em parceria com a Universidade Eduardo Mondlane (UEM) e a Fundação para a Conservação da Biodiversidade – BIOFUND analisou e recomendou uma métrica específica para a avaliação da condição ecológica das florestas de miombo em Moçambique, denominada **Métrica MIOMBO** (Nazerali, 2020).

A métrica recomendada foi posteriormente analisada por um grupo de especialistas nacionais e internacionais, os quais sugeriram o seu refinamento e a sua melhoria. Uma das recomendações mais importantes consistiu em testar a métrica em outras florestas de miombo no país que fossem mais representativas deste ecossistema do que a floresta existente na Reserva Nacional de Pomene, local inicialmente escolhido para a validação da métrica em 2019. É neste âmbito que a BIOFUND, em parceria com a UEM, planificaram o presente estudo para a validação desta ferramenta nas florestas de miombo da Reserva Florestal do Derre (RF do Derre) na província da Zambézia, região centro de Moçambique.

Este estudo, visa testar a métrica Miombo para avaliar a condição ecológica de miombo e validar a sua eficácia na RF do Derre. O critério para a seleção desta área de estudo centra-se no facto de que a RF do Derre apresenta ainda áreas pristinas, embora na sua maioria

¹ A hierarquia de mitigação, comumente usada no processo de avaliação de impacto ambiental e que inclui uma cadeia de passos para reduzir os impactos sobre a biodiversidade: prevenção (ou evitar), minimização, reabilitação/restauração e compensação pela perda de biodiversidade (BBOP, 2012).

observam-se zonas de desmatamento e degradação florestal. Recentemente, a zona noroeste da reserva foi decretada como uma Área-chave para a Biodiversidade (*Key Biodiversity Area - KBA*), dada a existência de duas espécies de importância global (uma de peixe de água doce e outra de planta) que pertencem à categoria de **Vulnerável** de acordo com a lista vermelha do IUCN (Darbyshire et al., 2019). O Capítulo 2 deste relatório aborda em detalhe esta questão.

As questões de estudo propostas para este trabalho foram as seguintes:

- Qual é a informação baseada no local e/ou à escala da paisagem necessária para integrar na métrica de miombo e calcular perdas e ganhos na floresta de miombo?
- O que é necessário ajustar na métrica de miombo proposta?
- A métrica é útil para avaliar a condição ecológica da floresta de miombo na RF do Derre considerando os impactos locais?
- É possível obter informação suficiente para se ter uma ideia de quais serão os valores de referência (*benchmarks*) para, pelo menos, alguns dos parâmetros que constituem a métrica?

Para responder às questões de estudo, foram traçados os seguintes objectivos específicos:

1. Efectuar uma caracterização ecológica das florestas de miombo na RF do Derre;
2. Determinar a condição ecológica das florestas de miombo, baseando-se numa melhoria da métrica previamente recomendada pela UEM;
3. Estabelecer valores de referência para o miombo existente na região, em particular para alguns dos parâmetros incluídos na métrica;
4. Providenciar recomendações de ajustes/melhoria de indicadores baseando-se na condição da floresta de miombo.
5. Testar e ajustar o manual de campo para aplicação da métrica de avaliação da condição ecológica das florestas de miombo.

2. Descrição e contextualização da Reserva Florestal do Derre

A Reserva Florestal do Derre (RF do Derre) encontra-se localizada na província da Zambézia, pertencendo maioritariamente ao distrito do Derre, embora uma pequena porção, a noroeste e outra a sul, pertençam aos distritos de Morrumbala e Mopeia, respectivamente. A reserva encontra-se localizada entre as longitudes de 35,78° e 36,27° E e as latitudes de 16,98° S e 17,45°S (Sedano, 2004; SDAE, 2020; Figura 1). A RF do Derre foi estabelecida em 1950 em uma área de 170.000 ha com o objectivo de proteger espécies madeiras comerciais, especialmente *Pterocarpus angolensis* (Umbila) e *Swartzia madagascariensis* (Pau-ferro). Pertence à rede de reservas florestais do país, as quais representam 0,7% do território

nacional e 2% das áreas de conservação em Moçambique, sendo, portanto, chave para a conservação da biodiversidade no país.

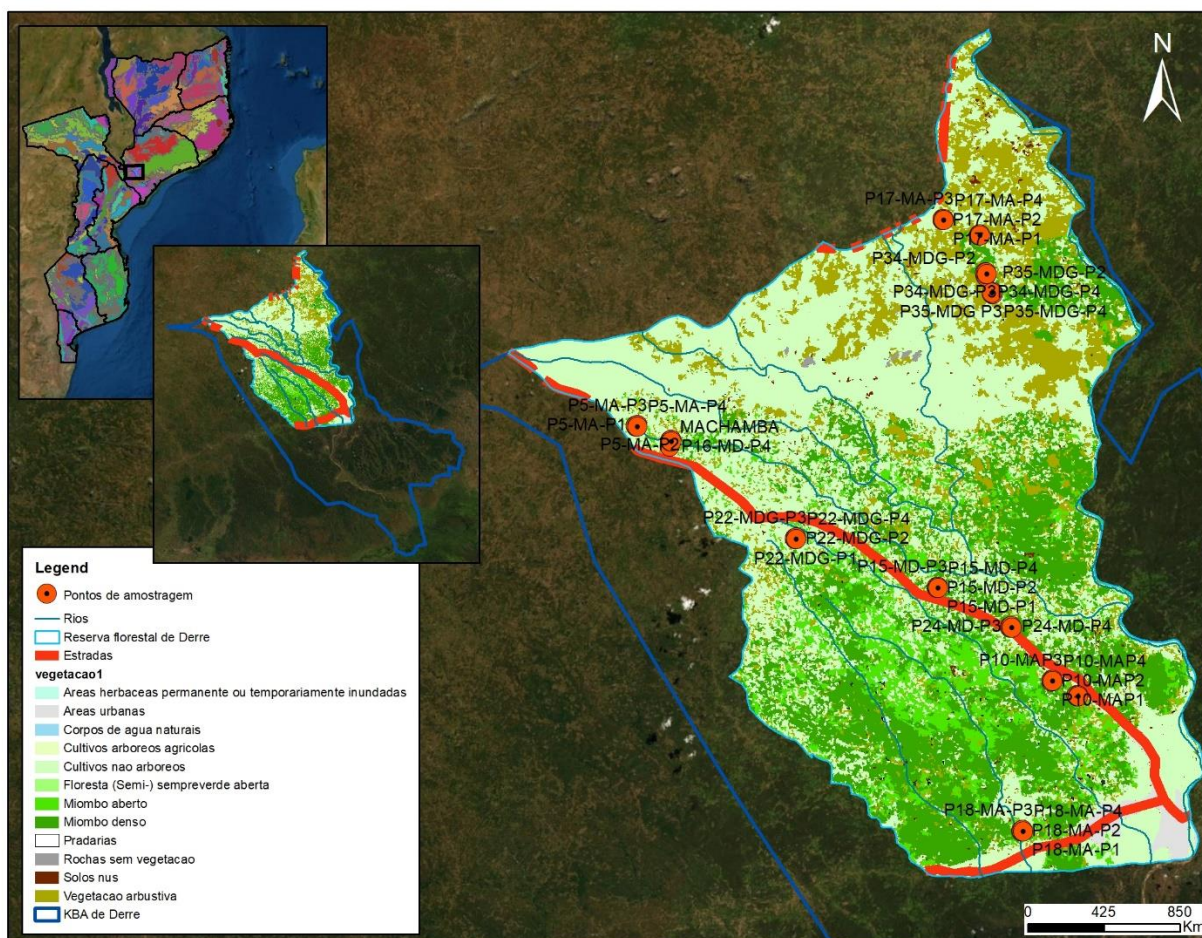


Figura 1. Localização geográfica e cobertura de terra da Reserva Florestas do Derre, na Província da Zambézia, centro de Moçambique (Fonte: FNDS, 2019). O inseto mapa corresponde as classes de vegetação do mapa histórico produzido por Lotter et al. (2021). Mapa adaptado por (WCS, 2021).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é tropical húmido de savana com duas estações distintas: verão ou estação chuvosa, que se estende de Novembro a Abril e inverno ou estação seca de Maio a Setembro. A temperatura média anual e a precipitação são cerca de 23°C e 1017 mm, respectivamente (MAE, 2005). A topografia é suave e a altitude varia de 300 m no Norte a 800 m no sul. A rede fluvial é rica, sendo os principais rios permanentes: Lumba, Muelidi, Lima e Lualua. Os solos da região em geral correspondem a um complexo de características catenárias, com solos vermelhos, laranja e cinza (MAE, 2005), com predominância de argilosos aluviais (MEF e MITADER, 2015a).

As florestas da RF do Derre pertencem ao miombo decíduo sub-húmido a húmido dominado por espécies típicas como: *Brachystegia spiciformis*, *B. boehmii* e *Julbernardia globiflora*, associadas a outras espécies de importância como: *Sclerocarya birrea*, *Pterocarpus*

angolensis, *Burkea africana*, *Millettia stuhlmannii*, *Swartzia madagascariensis*, *Combretum imberbe* e *Pericopsis angolensis* (Ribeiro et al. 2011). De acordo com Lötter et al. (2021) a área da RF do Derre corresponde maioritariamente à categoria **Miombo Húmido das zonas baixas de Morrumbala** (cor Roxa no *inset map* da Figura 1), sendo que uma pequena porção do sul corresponde à categoria de **Florestas das zonas baixas do Delta do Zambeze**. De acordo com Mantilla et al. (2005) em 2004, a cobertura florestal diminuiu ao longo dos anos como resultado da expansão da agricultura e quase todas as áreas florestadas foram intercaladas por parcelas agrícolas. A floresta intacta constituía em 2004 apenas 5% da reserva, enquanto a floresta secundária e de mediana a baixa densidade arbórea em diferentes estágios de regeneração compreendia 40% da área (Mantilla et al., 2005). Os autores referiram que as queimadas foram um dos factores mais nocivos na reserva. Consultas às comunidades locais, bem como ao trabalho de Mantilla (2005), indicam que as florestas ainda são de alto valor para a população local. Na verdade, para além de terra para a agricultura, as florestas são uma boa fonte de alimentos (frutas, cogumelos e carne), medicamentos, materiais de construção, lenha e carvão, cordas, valor cultural, entre outros. Em 2011 Ribeiro et al. (2011) efectuaram um zoneamento da reserva tendo identificado 3 zonas de intervenção: (i) Zona de protecção integral, representada por áreas de floresta pristina caracterizadas por miombo sub-húmido denso dominado por espécies típicas e com densidade de copa acima de 40%; (ii) Zona de reabilitação, representada por florestas em vários estágios de degradação, correspondendo a vários níveis de sucessão vegetal após distúrbios, principalmente agricultura; e (iii) Zona de agricultura e assentamentos humanos, caracterizada pela dominância da população humana, mas onde existem algumas manchas florestais em diferentes estágios de desenvolvimento. Veja o Anexo I para detalhes sobre o zoneamento.

A situação actual da reserva não é totalmente conhecida, mas os dados acima referem que a reserva tem sofrido vários processos de invasão humana ao longo do tempo como resultado directo do aumento da população humana e consequente aumento da actividade agrícola, queimadas e a extracção (ilegal) de madeira. Por exemplo, em 2010 Ribeiro et al. (2011) fizeram uma avaliação das mudanças de cobertura florestal da reserva, tendo determinado que entre 2003 e 2009 a cobertura de florestas densas decresceu em 4% devido à sua conversão para florestas de abertas, muito provavelmente devido às actividades humanas acima referidas. De acordo com o Global Forest Watch, a reserva perdeu, entre 2001 e 2016, 18% da cobertura arbórea (<https://www.globalforestwatch.org/dashboards/aoi>).

Esta situação pode comprometer os objectivos de conservação das RF do Derre com implicações sérias para a conservação da biodiversidade em Moçambique, comprometendo os objectivos estabelecidos na Estratégia Nacional e Plano de Acção para a Conservação da Biodiversidade (NBSAP) no país e outros esforços de conservação. De facto, esta é uma situação da totalidade das Reservas Florestais (RFs), as quais foram criadas durante a década 50 e visavam essencialmente a protecção de espécies madeireiras e ecossistemas florestais relevantes para a conservação dessas espécies e assim, garantir o *stock* de madeira de longo prazo. Embora criadas com propósitos claros de conservação florestal, estas nunca foram formalmente submetidas a actividades de manejo para além da sua criação oficial. Esta situação causou, desde o início, uma situação de “abandono”, o que viabilizou a actividade humana dentro dos seus limites.

O distrito do Derre apresenta actualmente 121.955 habitantes distribuídos em 2 postos administrativos: Guerissa e Derre, aos quais pertencem as comunidades de Galavi no Norte, Golombe no centro, Guerissa e Chilo no sul. Dados actuais sobre a população humana a residir dentro da reserva são inexistentes, contudo informações anteriores indicavam um total 85.000 habitantes (Mantilla, 2005), acreditando-se que 15 anos depois, o número seja muito superior. As comunidades residentes e vizinhas dependem dos recursos dentro da reserva, sendo as principais actividades: a agricultura de subsistência, colheita de recursos florestais tais como capim, bambu, cordas, lenha/carvão, material de construção, entre outros (Ribeiro et al. 2011). Outras actividades incluem a pecuária (criação de gado caprino, aves, cabritos, galinhas, etc.), a carpintaria (aproveitamento de resíduos da exploração madeireira ou de extração ilegal de madeira), o artesanato (cestaria, etc), entre outras. A produção e venda de carvão vegetal é uma actividade emergente principalmente no sul da RF do Derre. O comércio de produtos agrícolas e outros produtos básicos é observado em toda a reserva. A extracção de madeira é proibida na reserva, mas por muitos anos, a exploração ilegal de madeira foi apontada como umas das principais ameaças à reserva. Actualmente, segundo informações dos serviços provinciais de florestas, a actividade ilegal é mínima graças aos esforços do governo de Moçambique. Importa destacar que a RF do Derre é das poucas áreas que teve o apoio para o impulsionamento do manejo florestal baseado nas comunidades, como resultado do apoio do Governo Finlandês ao sector florestal em Moçambique (Sedano, 2004). Na altura, em 2004, foi criada a Associação Comunitária da Defesa e Saneamento do Meio Ambiente do Derre (ACODEMADE) cuja principal tarefa era de promover a conservação dos recursos naturais. Durante a implementação do presente estudo não foi mencionada a existência da ACODEMADE, o que leva a crer que esta organização se extinguiu. Não se verificou no terreno nenhuma actividade referente à gestão dos recursos naturais, o que leva a querer que a ACODEMADE não deixou legado algum.

Apesar dos desafios, a RF do Derre, juntamente com as áreas associadas, ainda abrigam uma biodiversidade excepcional, sendo referidas cerca de 670 espécies da flora prováveis de ocorrer neste local, incluindo espécies endémicas de Moçambique e espécies quase endémicas (MITADER, 2015a) e várias espécies de fauna de interesse para a conservação (MEF e MITADER, 2015a; b). É importante referir que a zona noroeste da RF do Derre foi recentemente decretada como uma Área-chave para a Biodiversidade (*Key Biodiversity Area* - *KBA*), dada existência de espécies com valor de conservação nomeadamente: *Nothobranchius krysanovi*, uma espécie de peixe de água doce, e a espécie de flora *Tarenna longipedicellata*. Ambas estão inseridas na categoria de **Vulnerável** de acordo com a lista vermelha do IUCN (Darbyshire et al., 2019). De referir que durante o trabalho de campo referente a este estudo, não foi encontrado nenhum exemplar da espécie *T. longipedicellata*, muito provavelmente devido à baixa densidade de indivíduos da espécie. Por estes motivos, uma avaliação da condição ecológica mais detalhada desta área é de extrema importância seguindo a consolidação de esforços de restauração e conservação da reserva e sua área envolvente.

3. Metodologia de estudo

O presente estudo foi levado a cabo de uma forma faseada de acordo com o esquema apresentado na Figura 2. Nas secções seguintes descreve-se em detalhe as etapas do trabalho.

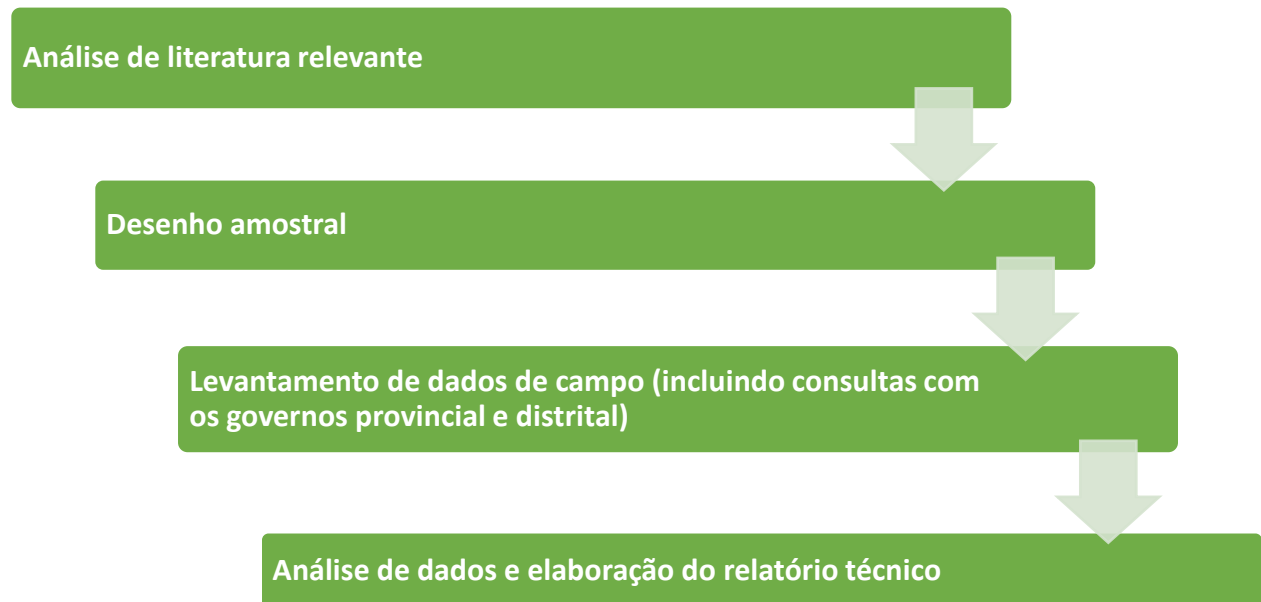


Figura 2. Processo de desenho e implementação do presente estudo.

3.1. Definição do desenho amostral

Dada a importância de amostrar áreas com diferentes níveis de degradação (i.e. diferentes, condições ecológicas), foi usada uma amostragem estratificado-aleatória, correspondendo os estratos à condição ecológica das florestas de miombo (degradado vs não degradado). Dentro de cada estrato os pontos de amostragem foram alocados aleatoriamente. Para efeitos de estratificação foi utilizado o mapa de cobertura florestal do Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável (FNDS) de 2016 para extracção dos tipos de cobertura de terra dentro da RF do Derre (Figura 1).

Com base no mapa e para efeitos deste estudo, foram considerados 4 estratos de vegetação: (i) Miombo aberto; (ii) Miombo denso; (iii) florestas semi-sempre verdes; e (iv) vegetação arbustiva (considerada como áreas de miombo degradado). Dada a falta de definição de níveis de degradação para as florestas da RF do Derre, é difícil antever se o miombo aberto corresponde a diferentes estágios da sucessão vegetal após distúrbio ou a um estado ecológico de miombo não perturbado. Para contornar esta incerteza, o critério de estratificação baseado na densidade de miombo serviu para efeitos de planificação do trabalho de campo. No campo, foi efectuada uma descrição detalhada de cada parcela sobre

o nível de degradação e as causas da degradação. Esta, serviu para o ajuste da amostragem de acordo como referido na secção 3.3.1.

Para efeitos deste trabalho, foram inicialmente usadas como unidades amostrais, o *cluster*, por forma a harmonizar com a metodologia de campo do inventário florestal nacional, tal como proposto por Nazerali (2020). Para cobrir a área (assumindo um erro amostral de 20%), determinou-se que 100 *clusters* seriam representativos de toda a reserva. A distribuição dos *clusters* por categoria de miombo foi feita proporcionalmente à área de cada estracto e a sua alocação dentro do estracto, de forma aleatória. Contudo, devido à dificuldade de acesso, queda de chuvas e período de trabalho curto, foi possível medir apenas 12 *clusters* (4 em cada categoria de miombo), não tendo sido possível amostrar a classe de floresta semi-sempre verde (Tabela 1 e Figura 1). De facto, o trabalho de campo teve que ser interrompido dois dias antes do término devido à passagem do Ciclone Eloise, em Janeiro de 2021.

Tabela 1. Estractos, área por estracto e número de *clusters* por estrato no estudo ecológico da Reserva Florestal do Derre, Província da Zambézia.

Estracto	Área do estracto (ha)	Número Clusters alocados	Número Clusters medidos
Miombo Aberto	14 445,7	18	4
Miombo Denso	36 437,5	46	4
Miombo Degradado	28 276,2	35	4
Floresta (semi) Sempre-verde aberta	3,5	1	0
Total	79 162,9	100	12

Cada *cluster* cobriu uma área de 1 ha e era composto por 4 parcelas de 0.1 ha (20 m x 50 m) de área, localizadas a 50 metros uma das outras (Figura 3).

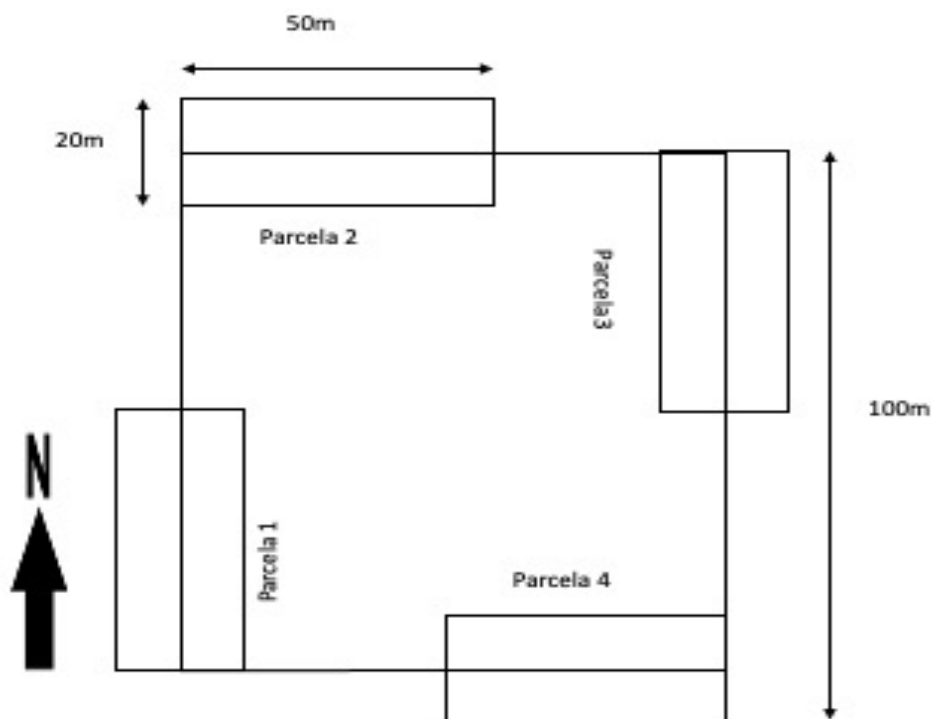


Figura 3. Representação esquemática do *cluster* e das parcelas de amostragem (adaptado de DINAF, 2016).

3.2. Levantamento dos dados de campo

Em cada parcela, de acordo com o protocolo da métrica MIOMBO, para todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com diâmetro à altura do peito (DAP) $\Rightarrow$ 5cm, foram registrados os seguintes dados (veja a ficha de campo no Anexo II):

- **Nome da espécie**, recorrendo à identificação de campo usando conhecimento local e da equipa de campo e, colheita de espécimes de espécies não identificadas no local para posterior identificação no Herbário do Departamento de Ciências Biológicas da UEM. Foram igualmente usados guias de campo (de Koenig, 1993; Burrows et al., 2018).
- **Diâmetro à altura do peito (DAP, cm)**, usando uma Suta e/ou fita diamétrica.
- **Altura (m)**, usando um hipsómetro (*Haglöf Vertex IV Hypsometer*) ou estimativa visual para o caso de árvores com menos de 5m de altura.

Ainda dentro de cada parcela foi medida a cobertura de copa, usando um densitómetro (*Geographic Resources Solutions*). Foram efectuadas 10 medições ao longo de eixo central da parcela.

Foi ainda observada e descrita a condição ecológica da área como forma de confirmar os extractos obtidos a partir do mapa do FNDS (FNDS, 2019). Em cada parcela, foi efectuada uma descrição completa do seu estado, incluindo o nível de degradação, factores de degradação, sinais de intervenção humana, presença de espécies invasoras, entre outros

aspectos considerados relevantes. Neste estudo, foi igualmente preenchida a ficha de dados correspondente à metodologia adaptada do *Forest Integrity Assessment Tool* (Anexo III), a qual visa o levantamento rápido e qualitativo da condição ecológica das parcelas. Informações adicionais foram obtidas em conversa com os assistentes de campo locais e residentes encontrados no decurso dos trabalhos de campo.

3.3. Análise dos dados

3.3.1. Ajuste da estratificação das florestas de miombo

Como referido anteriormente, a estratificação obtida previamente ao trabalho de campo serviu apenas como referência. Contudo, durante a realização do mesmo verificou-se que dentro de um mesmo *cluster*, as parcelas variavam quanto ao nível de conservação das florestas bem como à densidade de copa. Assim, para efeitos de análise dos dados foi inicialmente efectuada uma análise de quantas parcelas no *cluster* correspondiam à categoria de nível de degradação original. Os resultados da análise indicam que apenas 2 *clusters* (ou seja 16%) se encontravam totalmente no mesmo nível de degradação, sendo que, na sua maioria (84%), as parcelas correspondiam a outros níveis de degradação de miombo diferentes da categorização original. Por outro lado, usou-se a medição da cobertura de copa para verificar se, de facto, as parcelas todas correspondiam às diferentes densidades de miombo identificadas no mapa de vegetação, tendo verificado que nem sempre isso aconteceu. Assim, concluiu-se para efeitos deste estudo, que a unidade de *cluster* não é a mais adequada, pois dentro do hectare existe muita variação que, ao ser agregada, perde a informação específica sobre a condição ecológica das parcelas individuais. Por este motivo, optou-se por uma análise usando a parcela (20 x 50 m = 0.1ha) como unidade amostral e definiram-se 5 níveis de degradação de acordo com a realidade do terreno (Tabela 2; Figura 4; Anexo IV). As análises ecológicas foram todas feitas com base nesta nova categorização das unidades amostrais.

Tabela 2. Distribuição das parcelas e esforço amostral por nível de degradação.

Nível de degradação (extracto)	Número de parcelas	Área amostrada (ha)	Descrição
1	10	1	Machamba activa ou parte da parcela em machamba activa
2	10	1	Machamba abandonada há <5 anos
3	9	0.9	Machamba abandonada ou habitação há >10 anos
4	8	0.8	Exploração de madeira antiga (abandonada há mais de 10 anos)

5	11	1.1	Floresta intacta (sem sinais de intervenção humana)
Total	48	4.8	



Figura 4. Ilustração dos 5 estractos correspondentes aos níveis de degradação encontrados na Reserva Florestal do Derre. As fotografias do topo, da esquerda para a direita correspondem aos estracto 1, 2 e 3, as fotografias inferiores, da esquerda para a direita, correspondem aos estracto 4 e 5.

3.3.2. Caracterização ecológica dos estractos

De acordo com a métrica MIOMBO, para a caracterização ecológica da floresta de miombo na RF do Derre foram analisados os seguintes parâmetros estruturais por estracto:

1. Densidade de árvores (N/ha) com DAP => 5cm, calculada usando a equação 1

$$Densidade\ de\ árvores\ \left(\frac{N}{ha}\right) = \frac{Número\ total\ de\ árvores}{ha} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

N= número total de árvores

ha= unidade de área (variada por estracto; Tabela 2)

2. **Dominância** medida pela **área basal (m²/ha)** estimada para cada espécie dentro do estracto usando a equação 2.

$$gi = \pi \times (DAP/2)^2 / 40.000 \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

gi é a área basal da espécie (m²/ha)

DAP= diâmetro à altura do peito (cm)

3. **Frequência** estimada para cada espécie dentro do estracto usando a equação 3.

$$Fi = \left(\frac{NPi}{NPt} \right) \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

F é a frequência absoluta da espécie i

NPi = número de parcelas onde a espécie i ocorre

NPt = número de parcelas totais por estracto

4. **Índice de Valor de Importância (IVI)** calculado pelo somatório dos valores relativos da abundância, dominância e frequência para cada espécie.

5. **Índice de similaridade de Sorensen** calculado com base na equação 4

$$S = \frac{2xC}{2xC+A+B} \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

S = coeficiente de similaridade de Sorensen

C = número de espécies comuns a dois estractos

A = número de espécies existentes somente no estracto A

B = número de espécies existentes somente no estracto B

6. **Densidade de espécies indicadoras de miombo (%N/ha)**, medida como a participação percentual das espécies *Julbernardia globiflora* e *Brachystegia sp.* relativamente ao total de densidade de árvores no estracto, como apresenta a equação 5.

$$\% \text{ espécies indicadoras} = \frac{\sum \text{Densidade de } J.\text{globiflora e } Brachystegia \text{ sp. } (\frac{N}{ha})}{\text{densidade total de árvores } (\frac{N}{ha})} \quad (\text{Equação 5})$$

7. Biomassa das espécies arbóreas (Mg/ha) calculada usando a equação 6 obtida para as florestas tropicais a nível mundial por Brown et al. (1989).

$$BL = \exp[-2.134 + 2.530 * \ln (DAP)] \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

BL = biomassa lenhosa (kg/árvore)

DAP = Diâmetro à altura do peito (cm)

Para todos os parâmetros fitossociológicos foram calculadas as estatísticas descritivas (média e desvio padrão).

8. Análise da distribuição diamétrica, analisada através a construção do histograma de

frequência da densidade de árvores (N/ha) por classe diamétrica. As classes diamétricas foram definidas usando uma amplitude de DAP de 5 cm, tendo a primeira iniciado em 5cm. Por forma a analisar a estabilidade das classes e apoiar a interpretação da distribuição diamétrica, foi calculado o coeficiente de Lioucourt “q” (Liocourt 1898 apud Meyer 1952), o qual é obtido pela divisão da densidade de árvores de uma classe de diâmetro pela densidade de árvores da classe anterior. A interpretação deste índice é que em populações que apresentam distribuição balanceada (equilíbrio entre a mortalidade e o crescimento) de diâmetros, a redução do número de indivíduos de uma classe de diâmetro para outra seria uma razão constante, ao contrário, quando a distribuição fosse não balanceada, essa redução seria directamente proporcional ao diâmetro. A maioria das florestas nativas não segue uma distribuição balanceada, contudo, espera-se que a redução do número de indivíduos seja aproximadamente proporcional e o “q” equivalente a 0,5. Para verificar a robustez da redução da densidade por classe diamétrica, foi usada uma análise de regressão linear simples entre a densidade de indivíduos (variável dependente) e o centro da classe diamétrica (variável dependente).

3.3.3. Aplicação das métricas MIOMBO e *Forest Integrity Assessment Tool* (FIAT) para a avaliação da condição ecológica

a) Consideração dos parâmetros de referência para as florestas de Miombo

A consideração dos parâmetros de referência é extremamente importante para a definição da condição ecológica de qualquer ecossistema e, as florestas de miombo em Moçambique possuem esses parâmetros, embora estes sejam variados de acordo com a realidade do local. Estes permitem uma comparação com a realidade de terreno para reduzir a subjectividade na tomada de decisão sobre a condição ecológica. Neste estudo, uma das parcelas medidas (24MDP1) correspondeu a um cemitério tradicional e, portanto, uma floresta comprovadamente intacta. Assim, tomaram-se os valores desta parcela como os parâmetros de referência para esta área de estudo (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros estruturais e composicionais de referência para as florestas de miombo na RF do Derre, Província da Zambézia.

Indicador	Benchmarks (valores de referência)	
	Nazerali (2020)	RF do Derre
Densidade de árvores acima de 5 cm de DAP (N/ha)	400-450	1220
Altura média (m)	8-12	10.77
Área basal (m ² /ha)	8-10	19.73
Participação relativa de espécies indicadoras de miombo (<i>Julbernardia globiflora</i> e <i>Brachystegia spp</i>):	≥22%	≥22%

b) Cálculo da métrica MIOMBO

Esta fase correspondeu a uma avaliação quantitativa e qualitativa a condição ecológica da floresta usando a métrica MIOMBO, a qual usa os indicadores apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Indicadores usados na métrica MIOMBO para avaliação da condição ecológica das florestas de miombo.

Indicadores
Área basal (% em relação à referência)
Altura das árvores (% em relação à referência)
Abundância de espécies indicadoras (% em relação ao total da área)
Abundância de árvores com DAP > 5 cm (% em relação à referência)
Área afectada por actividade humana (%)

Para o cálculo das percentagens, os valores obtidos no campo foram comparados com as referências estabelecidas na Tabela 3, ou seja, refere-se à contribuição relativa do parâmetro em relação ao valor máximo obtido na área de estudo. Para a compilação da variável qualitativa (% afectada pela actividades humana), foi usado um artefacto calculando o inverso de área afectada, por forma a obter-se o valor de área intacta e assim, poder agregar este, aos parâmetros de estrutura e composição. No final do cálculo percentual, foi efectuada uma média por extracto para todos os indicadores da métrica MIOMBO e este valor comparado com a escala apresentada na Tabela 5 proposta por Nazerali (2020).

Tabela 5. Escala de decisão sobre a condição ecológica.

Condição ecológica	Descrição	Média global dos indicadores (%)
Muito Boa	A floresta de miombo está em bom estado de conservação, representando uma condição ecológica óptima.	80-100
Boa	A floresta de miombo possui uma estrutura e composição acima de 60% comparativamente à floresta de referência, com perturbação humana mínima (<5%)	60-<80
Média	A floresta de miombo possui uma estrutura e composição inferior a 60% comparativamente de uma floresta de referência mas	40-<60
Má	A floresta de miombo está em condições substancialmente inferior à da floresta de referência e a intervenção humana recente é evidente em mais de 50% da área.	20-<40

Muito Má	A floresta encontra-se numa situação de transformação considerável, representando menos de 20% da estrutura e composição, comparativamente aos valores de referência	<20
----------	--	-----

c) Aplicação da métrica *Forest Integrity Assessment Tool (FIAT)* adaptada

Esta ferramenta é basicamente qualitativa, numa base de respostas sim/não e algumas de forma percentual de acordo com os indicadores apresentados na Tabela 6 (PROFOREST, HCW e WWF, s.d). Para a agregação dos indicadores, as respostas foram codificadas (Sim=1 e Não=0; para os parâmetros de estrutura e composição e de aspectos críticos para a conservação e Sim=0; Não=1, para os indicadores de impacto). Os indicadores percentuais foram igualmente codificados usando a mesma escala de 0 e 1. Para cada grupo de indicadores foram calculadas as percentagens de respostas positivas em relação ao total dos indicadores e no fim calculou-se a média global para todos os indicadores e por estracto. Finalmente, foi feita uma avaliação da condição ecológica do estracto com base na escala estabelecida na Tabela 5.

Tabela 6. Indicadores usados na métrica FIAT para avaliação da condição ecológica das florestas de miombo na Reserva Florestal do Derre.

Indicador	Tipo de resposta
I1: > 20% da área coberta com espécies invasoras	Sim/Não
I2: Evidências de caça ilegal	Sim/Não
I3: Evidências de exploração de madeira/carvão	Sim/Não
I4: Evidências de uso agrícola	Sim/Não
I5: Evidências de pastoreio	Sim/Não
I6: % afectadas por actividades antropogénicas	%
I7: Abandono após uso antropogénicos	Anos
C1: Cobertura de copa (%)	%
C2: Presença de árvores grandes caídas (DAP>30 cm)	Sim/Não
C3: >60 % de cobertura de copa	Sim/Não
C4: >80 % de biomassa lenhosa	Sim/Não
C5: >50 % de árvores médias/grandes com altura >8 m	Sim/Não

C6: Presença de árvores com valor comercial	Sim/Não
C7: Evidências secundárias de ocorrência de fauna	Sim/Não
KH1: Distância de estradas e rios <2 Km	Sim/Não
KH2: evidência de espécies com valor de conservação	Sim/Não
KH3: Evidência de habitats críticos	Sim/Não
KH4: Presença de espécies indicadoras de fogo	Sim/Não
KH5: Presença de termiteiras	Sim/Não
KH6: Presença de dambos	Sim/Não
KH7: Presença de florestas ribeirinhas	Sim/Não
KH8: Presença de lagoas ou outras áreas húmidas	
KH9: Presença de zonas montanhosas cobertas por florestas.	

4. Resultados e Discussão

4.1. Estrutura e Composição da floresta de miombo da Reserva Florestal do Derre

As florestas de miombo da RF do Derre fazem parte da categoria de miombo sub-húmido a húmido (na sua maioria correspondendo às categorias *Morrumbala lowland moist Miombo* e *Mocuba moist miombo* de Lötter et al., 2021). Esta classificação foi confirmada no terreno, uma vez que as parcelas de miombo intacto apresentam uma estrutura típica com diâmetros e alturas características deste tipo de miombo. Contudo, vale a pena referir que a maioria das parcelas avaliadas ou seja, 77% do total de parcelas medidas apresenta algum nível de degradação. As 11 parcelas (exceptuando uma) correspondentes ao nível de floresta intacta não apresentaram nenhum vestígio de perturbação, contudo, não se pode afirmar com toda a certeza que não tenham sofrido algum tipo de intervenção humana dada a falta de conhecimento histórico da área.

Em geral, a RF do Derre é representada por espécies típicas de miombo (Figura 5) em todos os níveis de degradação, não existindo uma grande variação, entre extractos, em termos de riqueza de espécies (Tabela 8). Isto pode ser devido ao facto de que áreas degradadas em miombo, principalmente pela agricultura (que é o caso da área de estudo), apresentam sempre uma variedade de espécies associadas quer à sucessão quer ao facto de se deixarem remanescentes aquando da abertura das machambas. Por outro lado, vale a pena referir que, em geral, as espécies de miombo são resilientes e regeneram rapidamente (entre 10-15 anos) após a remoção do distúrbio.

O índice de similaridade de Sørensen (Tabela 7) apresenta valores acima de 0,69 confirmando a semelhança dos extractos em termos de riqueza florística. De salientar que a maior similaridade foi encontrada entre os extractos 3, 4 e 5. De facto, os extractos 3 e 4 representam estágios avançados da sucessão vegetal após distúrbio, enquanto que o 5 representa a floresta intacta. Assim, a similaridade entre os 3 níveis indica uma recuperação da floresta de miombo após 10-15 anos de retirada do distúrbio.

Tabela 7. Índice de similaridade de Sørensen, para avaliação da similaridade em termos de riqueza florística entre os extractos.

Nível de degradação (Extractos)	Nível de degradação (Extractos)				
	1	2	3	4	5
1		0,69	0,68	0,71	0,67
2			0,72	0,68	0,7
3				0,73	0,74
4					0,74

Em termos da importância ecológica das espécies arbóreas, os 5 extractos avaliados apresentam algumas variações associadas ao nível de degradação, tal como se pode deparar na Figura 5. Nos níveis de degradação mais altos (1 e 2, áreas de machambas activas e abandonadas há menos de 5 anos) apesar das espécies indicadoras de miombo ocuparem os 10 primeiros lugares de importância ecológica, verificam-se algumas variações interessantes. Por exemplo, no extracto 1 a espécie *Combretum collinum*, típica dos primeiros estágios da sucessão vegetal, domina a área e as espécies indicadoras encontram-se nas últimas posições, sendo que o aparecimento de *J. globiflora* nas primeiras 10 posições se deve principalmente a um único indivíduo adulto de grandes dimensões (DAP=62 cm e H=19m). Nos extractos 2 e 4 a espécie *J. globiflora* não se apresenta nas 10 primeiras posições. É interessante notar que a espécie *Diplorynchus condilocarpon*, uma espécie indicadora da ocorrência de queimadas, se encontra presente nas primeiras posições em todos os extractos, revelando a ocorrência de queimadas frequentes na área, o que foi confirmado pelos guias de campo locais. De referir que as espécies que levaram à criação da RF do Derre, *Swartzia madagascariensis* (pau-ferro) e *Pterocarpus angolensis* (umbila), encontram-se presentes. A primeira é expressiva, a nível de indivíduos jovens (até 10 cm de DAP nos extractos 2-4 e a segunda presente em todas as classes de tamanho, com maior expressão nos extractos 2 e 3 (Figura 5). Isto leva a concluir que apesar da pressão pela exploração de madeira, estas regeneram e, a iniciarem-se acções de conservação e/ou restauração, estas poderão recuperar. Contudo, isto é apenas uma indicação que deverá ser explorada em estudos específicos e mais detalhados.

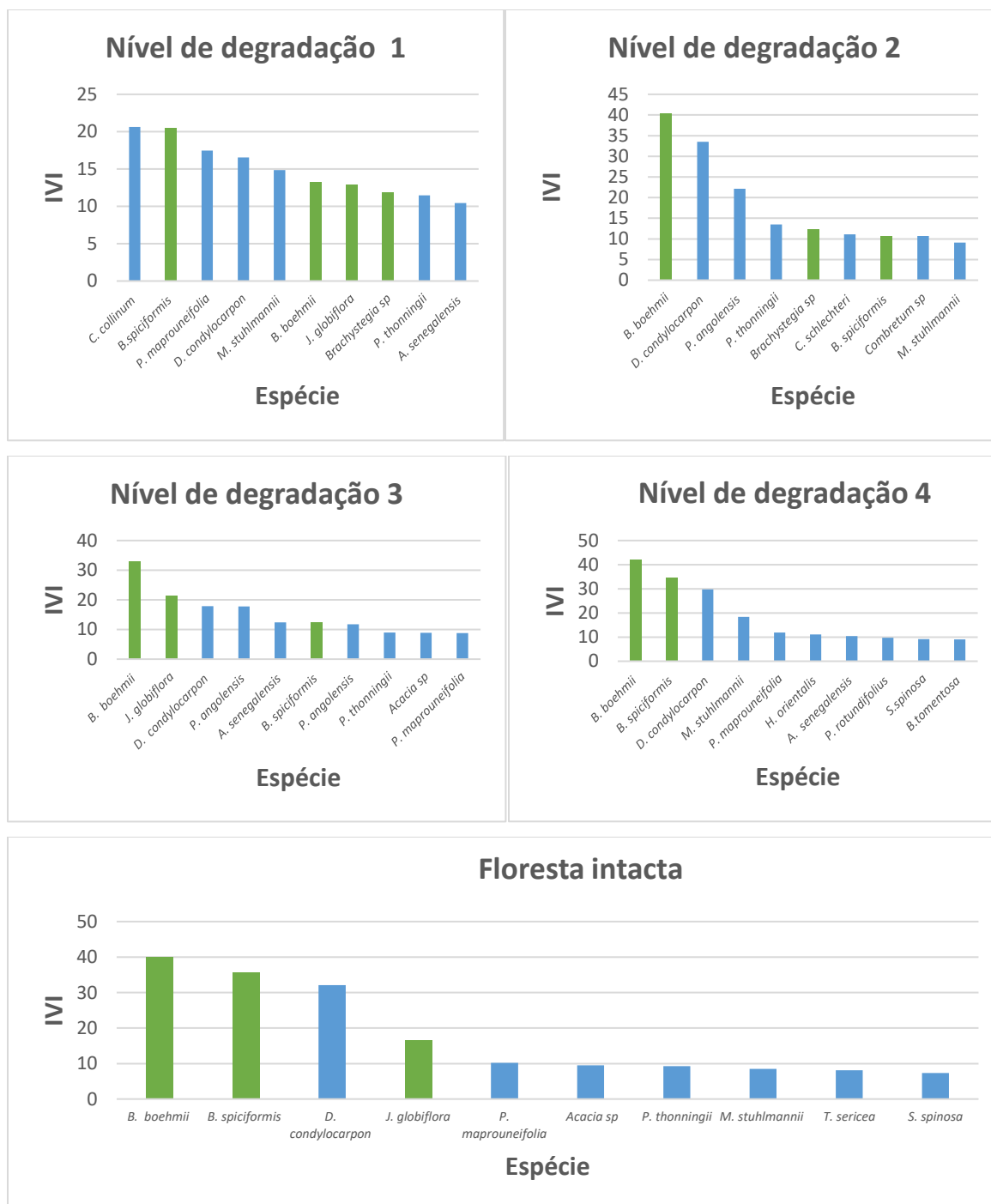


Figura 5. Índice de Valor de Importâncias das 10 espécies mais importantes nas florestas de miombo da Reserva Florestal do Derre, distribuídas por estratos (níveis de degradação, a cor verde estão indicadas as espécies indicadoras de miombo).

Apesar de não se observarem diferenças substanciais na composição florística, a análise dos parâmetros estruturais apresentada na Tabela 8 indica que, em geral, os maiores níveis de degradação (1-3) possuem valores mais baixos para todos os parâmetros estruturais, exceptuando o estrato 1 que apresenta DAP aproximado ao estrato 5. Isto deve-se à presença de algumas árvores adultas de grande porte (por exemplo um indivíduo de *J.*

globiflora de grandes dimensões – DAP=62 cm e H=19m), presentes em áreas de machamba activa ou recentemente abandonadas. Árvores adultas de grande porte são normalmente conservadas em áreas de agricultura, como provedoras de sombra e/ou frutos, o que pode justificar os resultados encontrados. A floresta intacta (extracto 5) aproxima-se (ou ultrapassa) os parâmetros de referência para as florestas de miombo, indicando que mesmo que tenha sofrido algum nível de perturbação no passado (mas não evidente no terreno), a floresta restabeleceu-se. Se se considerar que os extractos medidos correspondem a uma crono-sequência (sequência cronológica de degradação) pode-se inferir que as florestas de miombo da RF do Derre são resilientes e restabelecem os parâmetros ecológicos após 10-15 anos de abandono do distúrbio. Em termos de biomassa (e, portanto, de stock de carbono) pode-se inferir que as florestas intactas avaliadas têm um potencial (nível 4: 82,92 e nível 5: 112 Mg/ha) acima da média nacional de 62,24 Mg/ha definidas pelo Inventário Florestal Nacional (DINAF, 2018). Isto significa que a área tem potencial para mitigação do efeito das mudanças climáticas, pelo que deve ser considerada prioritária para projectos de REDD+ no âmbito da estratégia nacional de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Tabela 8. Média e desvio padrão dos parâmetros estruturais da floresta de miombo na Reserva Florestal do Derre em comparação com a referência para o miombo da área.

Parâmetros ecológicos	1	2	3	4	5	Referência para o miombo na RF do Derre
DAP (médio cm)	15.08 (6.29)	9.12 (2.18)	13.08 (6.89)	13.23 (3.09)	14.37 (3.60)	
HT média(m)	7.32 (1.33)	6.15 (1.32)	7.11 (0.78)	8.03 (1.09)	8.99 (1.19)	10.77
Área basal (m ² /ha)	3.39 (2.57)	2.82 (3.05)	7.93 (3.56)	10.66 (5.53)	13.25 (4.59)	19.73
Biomassa total (Mg/ha)	28.25 (0.44)	17.10 (0.09)	59.15 (0.27)	82.92 (0.34)	112.73 (0.38)	62.24*
Abundância de árvores (> 5cm ; N/ha)	202.0 (208.2)	352.0 (258.45)	615.56 (333.47)	620.00 (343.26)	613.64 (181.56)	494
Abundância (5- <10cm; N/ha)	0.90 (0.32)	25.70 (19.52)	41.85 (24.85)	38.13 (27.01)	25.04 (15.11)	
Abundância (10- <30 ; N/ha)	9.67 (8.28)	10.33 (11.25)	24.44 (19.36)	35.78 (22.75)	26.86 (10.92)	
Abundância (>=30; N/ha)	0.67 (0.87)	0.20 (0.63)	2.10 (1.96)	3.59 (3.23)	3.88 (3.33)	

Cobertura de copa (%)	13.32 (18.38)	15.736 (20.23)	30.31 (15.94)	63.99 (31.51)	85.48 (22.15)	30-60(aberto) >60(denso)
Riqueza	44	40	53	40	53	

* Derivada do Inventário Florestal Nacional (DINAF, 2018).

A curva da distribuição diamétrica avaliada para os 5 estratos apresentada na Figura 6, indica que, em geral, todos os estratos seguem a curva de J-invertido, típica de florestas tropicais inequiduais (nativas), em que o maior número de indivíduos nas classes inferiores representa a sustentabilidade de reposição de *stock* das classes superiores. Contudo, é de realçar que para o nível mais alto de degradação (estrato 1) apesar de apresentar maior número de indivíduos nas classes de DAP entre 5-10cm, a densidade de indivíduos é substancialmente menor que para os outros níveis de degradação. Para avaliar a robustez e estabilidade na redução da densidade de indivíduos por classe diamétrica, calculou-se o coeficiente de determinação (R^2) para a relação entre a densidade de indivíduos e a classe de DAP e ainda o coeficiente de Liocourt (q). Os coeficientes de determinação foram acima dos 0,80 para todos os estratos, indicando que o padrão da distribuição diamétrica seguiu a tendência de J-invertido. Por outro lado, o “ q ” indica que todos os estratos se encontram desbalanceados em termos de recrutamento e mortalidade, visto que o valor de “ q ” não se apresenta constante ao longo das classes (Tabela 9). A interpretação do “ q ” por estrato, revela que os estratos 1 e 2 se encontram mais instáveis uma vez que o “ q ” para quase todas as classes é inferior a 0,5, o que não se observa nos estratos menos perturbados (4 e 5).

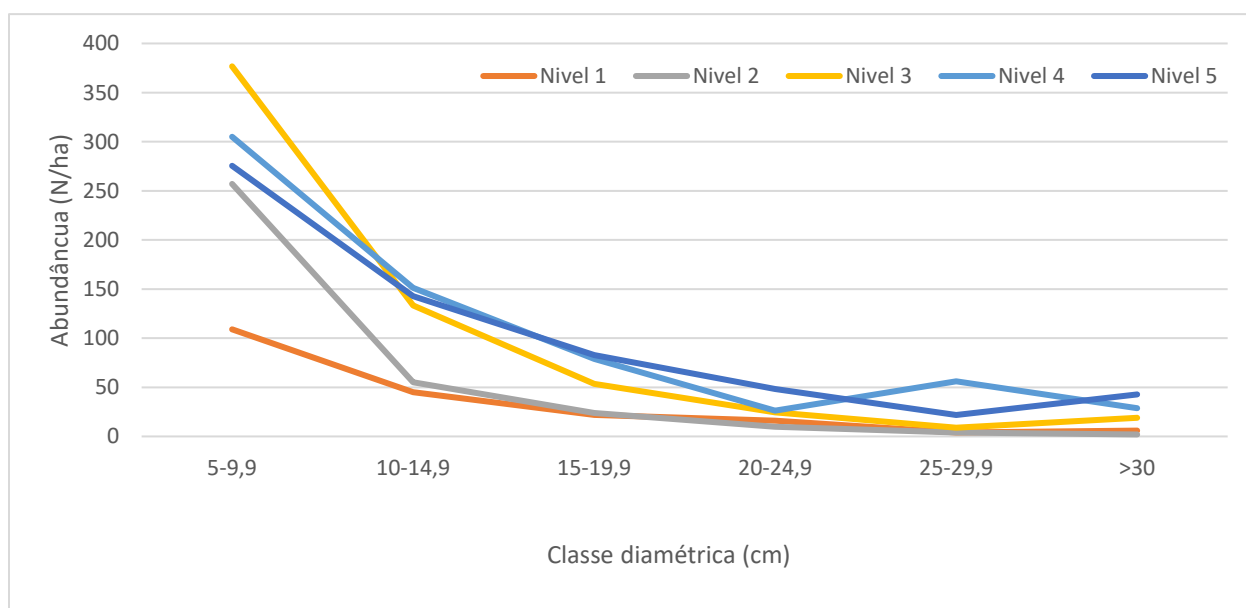


Figura 6. Curva da distribuição diamétrica por nível de degradação das florestas de miombo na Reserva Florestal do Derre.

Tabela 9. Coeficiente de Liocourt (q) para avaliação da distribuição diamétrica dos estractos da floresta de miombo da Reserva Florestal do Derre

Coeficiente de Liocourt (q) por nível de degradação					
	1	2	3	4	Floresta Intacta
q1	0,41	0,21	0,35	0,50	0,52
q2	0,49	0,44	0,40	0,52	0,58
q3	0,73	0,42	0,46	0,33	0,58
q4	0,25	0,40	0,36	2,14	0,45
q5	1,50	0,50	2,13	0,51	1,96
Média	0,68	0,39	0,74	0,80	0,82

Analisando os parâmetros estruturais para as espécies típicas de miombo (*Julbernardia globiflora*, *Brachystegia boehmii* e *B. spiciformis*) pode-se deparar que as mesmas apresentam o mesmo padrão de variação de acordo com o nível de degradação encontrado para todas as espécies, exceptuando o extracto 1 que, como discutido acima, apresenta algumas árvores de grande porte que levam ao desfasamento dos resultados (Tabela 10). Vale a pena referir que estas espécies se encontram, em geral, bem representadas nos 5 estractos de análise, o que pode ser uma indicação da resiliência destas espécies após distúrbio, tal como referido por Nazerali (2020).

Tabela 10. Parâmetros estruturais (média e desvio padrão) das espécies indicadoras de miombo na Reserva Florestal do Derre.

Nível de degradação	<i>Julbernardia globiflora</i>			<i>Brachystegia spiciformis</i>			<i>Brachystegia boehmmii</i>		
	DAP em cm (desvio padrão)	Altura em m (desvio padrão)	Área basal em m2/ha (desvio padrão)	DAP em cm (desvio padrão)	Altura em m (desvio padrão)	Área basal em m2/ha (desvio padrão)	DAP em cm (desvio padrão)	Altura em m (desvio padrão)	Área basal em m2/ha (desvio padrão)
1	62 (0)	19 (0)	3,02 (0)	13,96 (10,29)	10,19 (2,44)	0,23 (0,42)	15,29 (7,68)	8,75 (2,59)	0,22 (0,21)

2	7,31 (3,31)	6,67 (2,80)	0,05 (0,06)	10,98 (6,88)	8,47 (4,25)	0,13 (0,15)	10,50 (5,75)	8,24 (3,09)	0,11 (0,15)
3	10,67 (5,57)	8,22 (2,55)	0,11 (0,12)	12,18 (7,95)	8,47 (3,13)	0,16 (0,22)	12,05 (9,33)	7,85 (2,89)	0,18 (0,33)
4	19,49 (7,95)	11,07 (3,43)	0,34 (0,27)	20,33 (8,90)	12,60 (3,26)	0,39 (0,3)	16,04 (8,84)	10,79 (2,95)	0,26 (0,29)
5	19,72 (8,09)	13,5 (3,17)	0,36 (0,33)	23,92 (10,9)	14,15 (4,59)	0,54 (0,47)	23,84 (14,9)	12,94 (4,39)	0,62 (0,75)

4.2. Avaliação da condição ecológica das florestas de miombo

A condição ecológica dos 5 extractos de floresta de miombo foi avaliada através da métrica MIOMBO (Nazerali, 2020) e uma adaptação da ferramenta *Forest Integrity Assessment Tool* (Nazerali, 2020). Os resultados apresentados nas Tabelas 11 e 12, indicam que em geral a métrica de MIOMBO diferencia melhor as categorias de degradação do que a FIAT. De acordo com a métrica MIOMBO, as florestas de miombo correspondentes aos extractos 1 e 2, ambos com 27 pontos, apresentam uma condição ecológica má (abaixo de 30 pontos, vide Tabela 5), de facto correspondem a machambas activas e áreas abandonadas há menos de 5 anos (e, portanto, nos primeiros estágios de sucessão vegetal). Os extractos 3 e 4, que representam locais em estágios avançados da sucessão vegetal após o abandono, são considerados como de condição média (entre 30-59 pontos). Finalmente a floresta intacta com 64 pontos apresenta uma condição ecológica boa. Esta distinção não foi claramente feita usando a métrica FIAT, na qual os 3 primeiros extractos recaíram sobre uma condição ecológica média enquanto que os últimos dois, numa condição ecológica boa. Se bem que os resultados dos últimos dois extractos são aceitáveis para a métrica FIAT, a condição média para os extracto 1 e 2, não é correcta, de acordo com as observações do terreno. A única vantagem comparativa da métrica FIAT em relação à MIOMBO, é a rapidez de avaliação no campo. Contudo, por ser subjectiva e, portanto, dependente da observação e experiência do avaliador, a métrica FIAT perde pela limitada objectividade da avaliação. Adicionando estes aspectos ao facto de que não diferencia as categorias de miombo satisfatoriamente, não se recomenda o seu uso nas condições da RFDerre.

Tabela 11. Condição ecológica de miombo, usando a métrica MIOMBO. Nota: o valor para o indicador % de área afectada, deve ser lido reversamente, i.e. valor menor corresponde à área não afectada pela actividade humana.

	Nível de degradação				
Indicadores	1	2	3	4	Floresta intacta
% sp indicadoras	14,48	13,55	27,00	24,82	18,72

% Abundância de árvores >5cm	16,56	28,85	50,46	50,82	50,30
% Altura das árvores	61,16	57,12	66,01	74,52	89,86
Área basal (%)	17,20	14,27	40,21	54,02	67,13
Área afectada por actividades humanas (%)	25,00	20,00	48,78	56,25	100,00
Média do extracto	26,88	26,76	46,49	52,08	63,92
Condição ecológica	Má (20- <40)	Má (20- <40)	Média (40- <60)	Média (40- <60)	Boa (60- 80)

Tabela 12. Condição ecológica de miombo usando a métrica FIAT.

	Nível de degradação				
Indicador	1	2	3	4	Floresta intacta
I1: > 20% da área coberta com espécies invasoras	1	1	1	1	1
I2; Evidências de caça ilegal	1	1	1	1	1
I3: Evidências de exploração de madeira/carvão	1	1	1	0	1
I4: Evidências de uso agrícola	0	0	0	1	1
I5: Evidências de pastoreio	1	1	1	1	1
I6: % afectadas por actividades antropogénicas	0	0	0	0	1
I7: Abandono após uso antropogénicos	1	1	1	1	0
% de respostas Não	73	71	75	75	86
C1: Cobertura de copa (%)	0	0	1	1	1
C2: Presença de árvores grandes caídas (DAP>30 cm)	0	1	1	1	1
C3: >60 % de cobertura de copa	0	1	1	0	1

C4: >80 % de biomassa lenhosa	0	0	1	1	1
C5: >50 % de árvores médias/grandes com altura >8 m	0	0	0	1	1
C6: Presença de árvores com valor comercial	0	1	1	1	1
C7: Evidências secundárias de ocorrência de fauna	1	1	1	1	1
% de respostas <i>Sim</i>	35	48	67	75	86
KH1: Distância de estradas e rios <2 Km	1	1	1	1	1
KH2: evidência de espécies com valor de conservação	0	1	1	1	1
KH3: Evidência de habitats críticos	0	0	0	0	0
KH4: Presença de espécies indicadoras de fogo	1	1	1	1	1
KH5: Presença de termiteiras	0	0	0	0	0
KH6: Presença de dambos	0	0	0	0	0
KH7: Presença de florestas ribeirinhas	0	0	0	0	0
KH8: Presença de lagoas ou outras áreas húmidas	0	0	0	0	0
KH9: Presença de zonas montanhosas cobertas por florestas	0	0	0	0	0
% de respostas <i>sim</i>	27	30	30	32	33
Média global	45	50	57	61	68
Condição ecológica	Média (40-<60)	Média (40-<60)	Média (40-<60)	Boa (60-80)	Boa (60-80)

5. Considerações finais

O presente estudo foi levado a cabo na Reserva Florestal do Derre na Província da Zambézia na zona centro de Moçambique. De acordo com os objetivos propostos para este estudo, as seguintes considerações finais podem ser feitas:

De forma geral, a RF do Derre encontra-se substancialmente degradada, maioritariamente devido à expansão de assentamentos humanos, agricultura e da exploração de madeira. Entretanto, verificou-se que existem áreas de floresta intacta, que correspondem a cemitérios e outras zonas aparentemente não exploradas. Para além disso, foram medidas áreas em estágios avançados da sucessão vegetal, as quais mostraram sinais de recuperação, confirmando a resiliência das florestas de miombo após retirada do distúrbio. A resiliência pode ser derivada de uma combinação de factores como: i) um banco de sementes ricos em espécies arbóreas, ii) um nível de recrutamento satisfatório (este confirmado pelas curvas de distribuição diamétrica de J-invertido) e iii) crescimento acelerados dos indivíduos jovens. Embora a amostragem não tenha sido totalmente representativa da reserva (vide Figura 1), pode-se inferir, a partir das conversas com as comunidades locais, que a situação da reserva é espelhada pela amostragem efectuada. Acredita-se que as zonas menos acessíveis estão em melhor estado de conservação, contudo não foi possível chegar às mesmas devido às condições do terreno.

No presente estudo, utilizou-se inicialmente a estratificação da floresta de acordo com o mapa de cobertura de terra do FNDS (FNDS, 2019), tendo-se verificado que o uso dos tipos florestais (floresta aberta, floresta densa e matagal) para determinar classes de degradação de miombo, é válido apenas para a planificação do trabalho de campo e para a distribuição das unidades amostrais. Contudo, uma vez no campo, esta classificação deve ser ajustada à realidade da área em avaliação. Neste estudo, a categorização das unidades de amostragem incidiu em 5 níveis de degradação: machambas activas, áreas de machamba abandonadas há menos de 5 anos, áreas de machambas abandonadas há mais de 10 anos, áreas de exploração madeireira abandonadas há mais de 10 anos e floresta intacta. Esta última, correspondeu a áreas que, ou nunca foram perturbadas (por exemplo um cemitério amostrado), ou recuperaram completamente após distúrbio. Por outro lado, verificou-se que a unidade amostral *cluster* (1 ha composto por 4 parcelas de 20 x 50m), proposta por Nazerali (2020) em harmonia com a metodologia do inventário florestal nacional, não se aplica a este tipo de avaliação em que se pretende saber a condição ecológica do miombo. Isto deve-se ao facto de que dentro do hectare correspondente ao *cluster*, há uma variação substancial da condição ecológica de miombo. Por exemplo, em um *cluster* correspondente ao miombo denso, na maioria dos casos, as 4 parcelas correspondiam a diferentes níveis de degradação. Desta forma, optou-se por usar o nível de parcela como a unidade de análise dos dados, tendo-se obtido resultados mais satisfatórios, isto é, houve uma melhor separação da condição ecológica de miombo. Em conclusão, para efeitos de utilização da métrica MIOMBO recomenda-se o uso de parcelas de 20x 50m como unidade amostral. Reitera-se a importância do mapa de cobertura de terra existente no país como referência para a alocação prévia das parcelas. Uma vez no terreno e em consulta com a população local, as parcelas devem ser classificadas quanto ao nível e tipo de degradação e posteriormente agrupadas de acordo com os níveis encontrados. De referir que os níveis de degradação devem ser

definidos de acordo com a realidade do local, podendo variar de região para região, isto é, os níveis usados neste estudo não podem ser generalizados para outras áreas de miombo.

A maioria das parcelas de amostragem encontram-se sob algum nível de degradação (86% das parcelas avaliadas), revelando que esta é uma área que tem sofrido impactos da actividade humana, principalmente a agricultura e a exploração de madeira. Os diferentes níveis de distúrbio podem ser considerados como mimizando o processo de sucessão vegetal em miombo (perturbada, < 5 anos após o abandono, > 10 anos após o abandono e intactas), revelando que em termos de riqueza de espécies, os níveis de degradação não diferem significativamente. Muito provavelmente, isto deriva do facto de que a agricultura e a exploração madeireira não excluem totalmente o material reprodutivo (sementes, cepos, indivíduos adultos) das espécies nativas. Isto leva a que, mesmo em machambas abandonadas se encontrem árvores em pé e que imediatamente após o abandono, haja uma regeneração das espécies de miombo. De referir que as espécies que levaram à criação da reserva nomeadamente *Swartzia madagascariensis* e *Pterocarpus angolensis* encontram-se representadas por indivíduos jovens, indicando uma vez mais a sua reposição após exploração florestal. Em termos estruturais, verificou-se que à medida que as florestas de miombo vão recuperando, restabelece-se também a estrutura (dap, altura, área basal, biomassa) o que coloca a área numa condição ecológica boa, tal como observado nos extractos 3 e 4. Os níveis de stock de carbono em geral são elevados, colocando a área com potencial para a implementação de projectos de REDD+ como forma de autofinanciar o manejo e conservação florestal. De referir, que não foi possível avaliar o tempo necessário para esse restabelecimento, mas com base na classificação efectuada pode-se assumir que 15 a 20 anos seria suficiente para a restauração natural das florestas de miombo da RF do Derre. Contudo, isto deverá ser matéria de avaliação mais aprofundada.

No contexto da recente aprovação de parte da reserva como uma *KBA*, recomendam-se as seguintes acções de manejo:

1. Recategorizar a reserva de acordo com a lei de conservação da biodiversidade (Lei Nº 16/2014) por forma a que esta possua um estatuto formal de conservação. No contexto desta lei e dado o nível de ocupação humana e utilização dos recursos florestais pelas comunidades locais, recomenda-se que a área seja recategorizada como Área de Conservação de Uso Sustentável, categoria de **Área de Conservação Comunitária**. De acordo com o regulamento, esta constitui uma área de conservação de uso sustentável, do domínio público comunitário, delimitada, sob gestão de uma ou mais comunidades locais onde estas possuem o direito de uso e aproveitamento da terra, destinada à conservação da fauna e flora e ao uso sustentável dos recursos naturais. Assim, esta teria como base fundamental a conservação da biodiversidade harmonizada com a manutenção dos modos de vida da população. Para tal, seria necessário efectuar-se um zoneamento da área como referido no ponto 2 a seguir. A manutenção dos modos de vida deve estar harmonizada com as iniciativas governamentais em curso. Neste âmbito, o Programa do Governo – SUSTENTA-poderia ser uma plataforma para reverter a situação da área. Este aspecto é merecedor de uma análise mais profunda para identificar a viabilidade do mesmo. Para melhor determinar as actividades socioeconómicas a implementar recomenda-

se um levantamento socioeconómico da RF do Derre e das comunidades à volta para perceber a dinâmica local de uso dos recursos naturais.

2. Na sequência da recomendação anterior, sugere-se a actualização do plano de restauração proposto por Ribeiro et al. (2011), o qual zoneou a reserva em áreas de assentamentos populacionais (incluindo as actividades de subsistência), de restauração e de conservação integral. O mapa do zoneamento encontra-se no Anexo I.
3. Uma outra opção seria a criação de uma **Reserva Especial**, com definição de uma zona de protecção total, na parte Sul, fora da reserva florestal, onde curiosamente a mancha de floresta aparenta estar em melhores condições.
4. Alinhado com a recomendação anterior, sugere-se a priorização da área como piloto para a implementação de projectos REDD+ e outros mecanismos de financiamento inovador. Este tipo de projectos poderá apoiar no financiamento da área para a melhoria das práticas actuais de agricultura e uso dos produtos florestais não madeireiros por forma a torná-las sustentáveis, ao mesmo tempo que se provê renda para as comunidades locais.
5. Actualização do inventário da espécie *Taremma longipendicillata*, a qual desencadeou a área como uma *KBA*, de modo a definirem-se estratégias de conservação *in-situ* e *ex-situ* para a mesma.
6. Durante o trabalho de campo foram observados e reportados sinais de fauna terrestre (herbívoros de pequeno porte, roedores, insectos). Foi igualmente observado que os rios e riachos da área se encontram em bom estado de conservação, um indício de que a fauna aquática existe. Assim, recomenda-se inventários e/ou estudos detalhados de fauna por forma a compreender-se as relações ecológicas fundamentais que determinam a funcionalidade e a condição ecológica das florestas e assim, definir estratégias integradas de conservação da biodiversidade.

A aplicação das métricas usadas, FIAT e MIOMBO mostrou-se robusta para o alcance dos objectivos deste estudo. De referir que FIAT é de mais rápida aplicação no campo, visto que considera uma avaliação qualitativa (respostas sim/não) da área. Contudo, pelo facto de ser qualitativa apresenta um alto grau de subjectividade e dependente da percepção e experiência do observador. Por outro lado, da análise dos dados usando a métrica FIAT não se obteve a diferenciação da condição ecológica entre os vários níveis de degradação. Por exemplo, as áreas de machamba activa e/ou abandonadas há menos de 5 anos, apresentaram uma condição ecológica média, o que de acordo com as observações de campo não corresponde à realidade. Por outro lado, a métrica MIOMBO apesar de requerer um maior esforço e capacidade técnica da equipa de avaliação, é de passível aplicação sem requerer capacidade técnica excepcional e mediante um treinamento. Conjugado com o facto de que os resultados obtidos se ajustam mais à realidade do terreno, recomenda-se o seu uso em futuras avaliações. Em termos de ajuste da métrica não se verifica a necessidade de incorporar grandes mudanças, uma vez que ela se apresenta robusta e pragmática. O único ajuste que se recomenda é, sempre que possível, usar os parâmetros de referência da área, o que só poderá acontecer em caso de existirem, na região a avaliar, florestas confirmadas como sendo intactas. No caso da RF

do Derre foi possível fazer este ajuste, uma vez que uma das parcelas localizou-se num cemitério antigo e, portanto, apresentava uma floresta de miombo que nunca foi perturbada. No caso de não existirem floresta intactas, recomenda-se usar os valores de referência para o miombo definidos por Nazerali (2020) e apresentados na Tabela 5.

Em respostas às questões de estudo propostas para este trabalho pode-se concluir o seguinte:

- *Qual é a informação baseada no local e/ou à escala da paisagem necessária para integrar na métrica de miombo e calcular perdas e ganhos na floresta de miombo?*

A informação necessária para integrar a métrica MIOMBO não difere da que inicialmente foi definida e, portanto, integra os parâmetros básicos de avaliação ecológica de florestas, i.e. altura (m), densidade de árvores (N/ha), área basal (m²/ha), Densidade de espécies indicadoras de miombo (*Brachystegia* sp. e *Julbernardia globiflora*).

- *O que é necessário ajustar na métrica de miombo proposta?*

A métrica definida pode ser considerada satisfatória para avaliar a condição ecológica das florestas de miombo, não sendo necessários ajustes profundos nos parâmetros ecológicos originalmente definidos. O ajuste principal recomendado, centra-se no processo de amostragem. De facto, recomenda-se o uso de unidades amostrais de parcelas (20x50m) em vez de *Cluster*. Isto deve-se a que a variação do nível de degradação dentro do *Cluster* de 1 ha pode ser grande e, portanto, não corresponder a uma única situação de degradação. Assim, ao se agregar os dados usando o *Cluster* como unidade amostral, perde-se o detalhe requerido para a determinação da condição ecológica, o que pode resultar em conclusões enviesadas, ou seja, na determinação das perdas e ganhos da condição da floresta no processo de implementação dos contrabalanços. Outro ajuste importante é a definição dos valores de referência (*benchmarks*) os quais devem ser ajustados em relação aos estabelecidos por Nazerali (2020), em caso de que existam florestas comprovadamente intactas na área em avaliação. Por forma a garantir uma melhor discriminação da condição de miombo e assim, uma clareza melhor na comparação de área de impacto com áreas de contrabalanço, bem como monitorar melhorias após a implementação dos contrabalanços, optou-se por uma escala de 5 níveis: muito má (<20%), má (20-<40%), média (40-<60%), boa (60-<80%) e muito boa (80-100%) (Tabela 5).

- *A métrica é útil para avaliar a condição ecológica da floresta de miombo na RF do Derre considerando os impactos locais?*

A métrica MIOMBO foi robusta na separação das classes de condição ecológica da floresta de miombo da RF do Derre, uma vez que separou os diferentes níveis de degradação em distintas categorias de condição ecológica.

- *É possível obter informação suficiente para se ter uma ideia de quais serão os valores de referência (benchmarks) para pelo menos alguns dos parâmetros que constituem a métrica?*

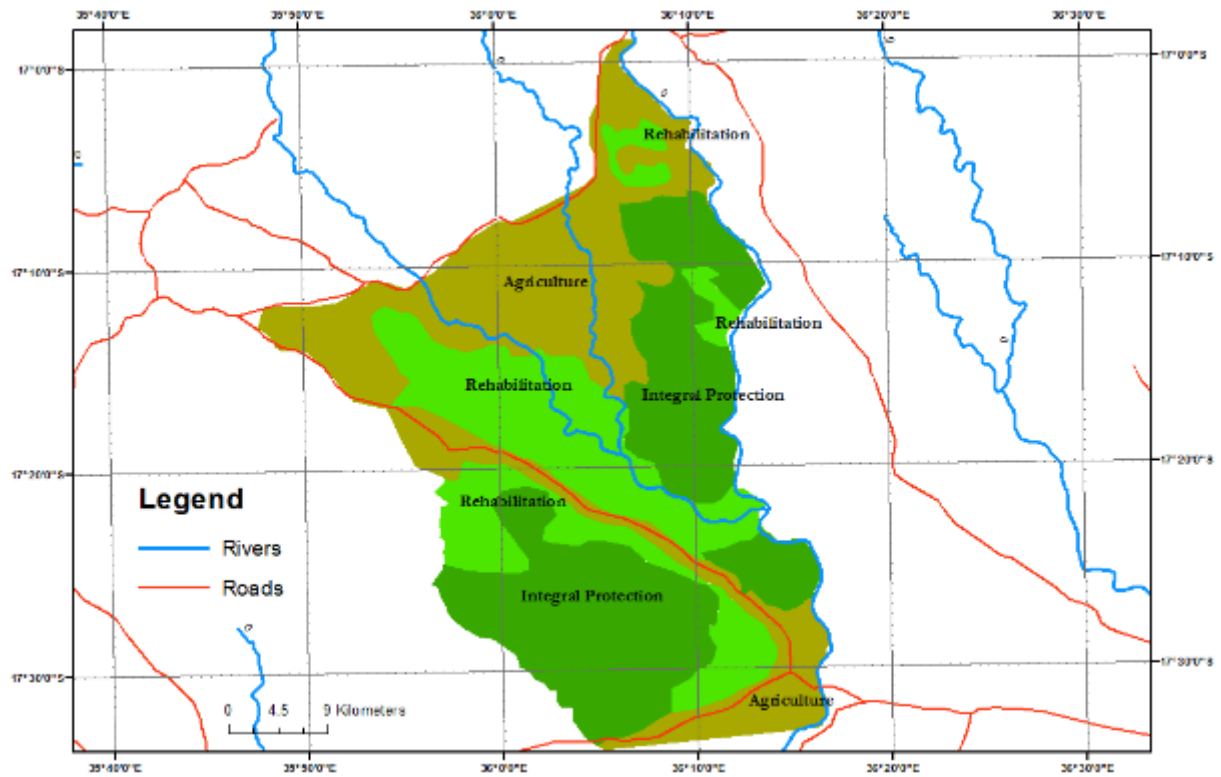
A definição dos valores de referência para a RF do Derre teve como base principal os valores máximos obtidos nas zonas de floresta intacta (um cemitério tradicional). Estas florestas demonstraram parâmetros ecológicos muito acima das referências estabelecidas por Nazerali (2020) e, portanto, optou-se por usá-los como parâmetros de referência. Tal como referido para a questão 1, este aspecto deve ser ajustado sempre que a área em avaliação apresentar florestas comprovadamente intactas.

7. Referências

- Brown, S.; Gillespie, A. J. R.; Lugo, A.E. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests
- Burrows, J.; Burrows, S.; Lotter, M.; Schmidt, E. (2018). Trees and Shrubs Mozambique. Publishing Print Matters (Pty) Ltd, Noordhoek, Cape Town.
- Darbyshire, I., Burrows, J.E., Alves, M.T., Chelene, I., Datizua, C., De Sousa, C., Fijamo, V., Langa, C., Massingue, A.O., Massunde, J., Matimele, H.A., Mucaleque, P.A., Osborne, J., Rokni, S. and Siteo, P. 2019. *Tarenna longipedicellata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T136535802A136538313. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019.2.RLTS.T136535802A136538313.en>. Acedido a 26 de Fevereiro de 2021.
- de Koning, J. (1993). Checklist of vernacular plant names in Mozambique. Wageningen Agricultural University paper 93.2. The Netherlands.
- Direcção Nacional de Florestas (DINAF). (2018). Inventário Florestal Nacional: Relatório Final. MITADER. Maputo. 104p.
- Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável (FNDS). (2019). Relatório do Mapa de Cobertura Florestal de Moçambique 2016. Maputo. 43pp.
- Global Forest Watch. <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/aoi>. Acedido em 19.02.2021.
- Lötter, M., Burrows, J., McClelland, W., Stalmans, M., Schmidt, E., Soares, M., Grantham, H., Jones, K., Duarte, E., Matimele, H. & Costa, H.M. 2021. *Historical vegetation map and red list of ecosystems assessment for Mozambique – Version 1.0 – Final report*. USAID / SPEED+. Maputo. 371pp.
- Mantilla, J. Ntela, P.; Manjate, J. And Hamlein, J.(2005). Proposta de zoneamento da Reserva de Derre. DNFFB/UI. Maputo.
- MEF and MITADER (2015). Avaliação Ambiental Estratégica, Plano Multisectorial, Plano Especial de Ordenamento Territorial do Vale do Zambeze e Modelo Digital de Suporte a Decisões. Perfil Ambiental Distrital de Mopeia. 99 pp.
- MEF and MITADER (2015). Avaliação Ambiental Estratégica, Plano Multisectorial, Plano Especial de Ordenamento Territorial do Vale do Zambeze e Modelo Digital de Suporte a Decisões. Perfil Ambiental Distrital de Morrumbala. 103 pp.
- Meyer, A.H. 1952. Structure, growth and drain in balanced uneven-aged forests. *Journal of Forest* 50:85-92.
- Ministério da Administração Estatal- MAE (2005). Perfil do Distrito de Morrumbala, Província de Zambézia. 61 pp.
- Nazerali, S. (2020). Quantifying the Habitat Quality of Miombo Woodlands in the Pomene National Reserve as a Baseline for Potential Biodiversity Offsetting. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, Moçambique. 86pp.

- PROFOREST, HCV e WWF. (s.d.) Forest Integrity Assessment: A simple and user-friendly tool for assessing and monitoring biodiversity conditions in forests and forest remnants. 32pp.
- Ribeiro, N.; Chauque, A.; Remane, I. (2011). Assessment of degraded forest land and development of a restoration program for Djabula and Derre forests. Technical Report. IUCN. Maputo.
- Sedano, F. (2004). Inventário Florestal da Reserva Florestal do Derre. DNFFB/UI. Série Técnica Número 3. Maputo.
- Serviço Distrital de Actividades Económicas do Derre (SDAE). (2020). Balanco do Plano Anual de Actividades e Orçamento 2020 (Versão Preliminar). Zambézia. 17pp.
- with applications to forest inventory data. Forest Science, Lawrence, v. 35.

Anexo I: Zoneamento da Reserva Florestal do Derre (Ribeiro et al., 2010)



Anexo II : Ficha de campo para a colecta de dados

Data:		Relator:
Nome de Local:	Nº de Cluster:	Nº de Parcela: 1 2 3 4
Coordenadas da parcela	Lat/ Long:	Nº de Ponto no GPS:
Parcela Perturbada / Não perturbada	Tipo de perturbação:	
Cobertura de copa: 0-10% 10-30% 30-60% 60%+	Presença de spp invasoras/exóticas: SIM NÃO	Cobertura de gramíneas: 0-10% 10-30% 30-60% 60%+
Spp mais abundantes de gramíneas:		
Presença de regeneração natural não estabelecida: abundante pouco abundante ausente		

Nome Científico	Nome local	DAP (cm)	Altura (m)

Anexo III : Ficha de FIAT para a colecta de dados

Data:		Relator:
Nome de Local:	Nº de Cluster:	
Coordenadas (canto Sudeste do cluster)	Lat/ Long:	Nº de Ponto no GPS:
Nível de degradação: Nenhuma baixa média alta	Justifique a avaliação e descreva o tipo de Perturbação:	

Cobertura de Copa	0-10%	10-30%	30-60%	60%+
Presença de árvores grandes caídas naturalmente (DAP>30cm)	Sim	Não		
>60% de cobertura de gramíneas	Sim	Não		
>80% de biomassa lenhosa	Sim	Não		
>50% de árvores media/grandes com altura >8m	Sim	Não		
>20% da área coberta por espécies invasoras/exóticas	Sim	Não		
Presença de árvores pequenas e médias com valor comercial	Sim	Não		
Evidências secundárias de ocorrência de fauna (ninhos, cavidades de abelhas, ramos/troncos quebrados por elefantes, pegadas, som, etc).	Sim	Não		
Evidência de caça ilegal	Sim	Não		
Evidência de corte de madeira/carvão	Sim	Não		
Evidência de uso agrícola	Sim	Não		
Evidência de uso piscícola	Sim	Não		
% afectada por uso humano	<1%	1-5%	5-50%	50%+
Abandono após uso humano (BV)	<2yrs	2-10yrs	10yrs+	
Distância a vias de acesso <2km	Sim	Não		
Evidência de espécies com valor de conservação	Sim	Não		

Evidência de habitats críticos	Sim	Não
Presença de espécies indicadoras de fogo	Sim	Não
Presença de termiteiras	Sim	Não
Presença de Dambos	Sim	Não
Presença de florestas ribeirinhas	Sim	Não
Presença de lagoas ou áreas húmidas	Sim	Não
Presença de pendentes íngremes cobertas por Floresta	Sim	Não

Descrição Adicional da parcela (incl. Listagem de spp de mamíferos selvagens, spp (flora/fauna) no REDLIST se houver, etc.)	
---	--

Anexo IV : Fotografias ilustrativas dos diferentes níveis de degradação da Reserva Florestal de Derre



Nível de degradação 1: áreas de machambas activas ou parte da parcela em machamba activa.



Nível de degradação 2: áreas de machambas abandonadas há menos de 5 anos.



Nível de degradação 3: áreas de machambas abandonadas há mais de 10 anos.



Nível de degradação 4: áreas de exploração de madeira abandonadas há mais de 10 anos.



Nível de degradação 5: áreas de floresta de miombo intacta.