



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

**Faculdade De Agronomia e Engenharia Florestal**

**Departamento de Engenharia Florestal**

**Licenciatura em Engenharia Florestal**

**Estágio no Parque Nacional de Banhine (PNB)**

**Tema:**

Estimativa Do Estoque De Carbono Acima Do Solo, Dos Principais Tipos De Vegetação  
Seca No Parque Nacional Do Banhine.

**Autor:**

Issaca Paulo Chavele

**Supervisora:**

**Eng<sup>a</sup> Amélia David Muchanga Mugabe**

---

**ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO ACIMA DO SOLO, DOS  
PRINCIPAIS TIPOS DE VEGETAÇÃO SECA NO PARQUE  
NACIONAL DE BANHINE**

---

*Elaborado por:*

Issaca Paulo Chavele

*Supervisionado por:*

Eng<sup>a</sup> Amélia David Muchanga Mugabe

Tese submetida a UEM-FAEF-DEF Para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia  
Florestal

Aos de 2023

# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	iv
DEDICATÓRIA .....	v
RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	vii
1.INTRODUÇÃO .....	1
1.1Problema de estudo e Justificação .....	2
1.2.OBJECTIVOS.....	3
1.2.1 Objectivo geral:.....	3
1.2.2 Objectivos específicos: .....	3
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1.Efeito estufa vs dióxido de carbono.....	4
2.2.Ciclo de Carbono .....	5
2.2.1.Sequestro de carbono .....	6
2.2.2. Sequestro de carbono florestal .....	6
2.2.3.Estimativa de estoque de Carbono florestal.....	7
2.3.Biomassa .....	8
2.3.1.Componentes da biomassa.....	9
2.3.1.1.Necromassa .....	10
2.3.2.Importância da estimativa de biomassa .....	11
2.3.3. Método de Estimativa de biomassa.....	12
2.3.3.1 Método directo (amostragem destrutiva).....	13
2.3.3.2.Método indirecto.....	13
2.3.3.2.1.Equações de biomassa.....	14
2.3.3.2.2 .Factor de Expansão de Biomassa (FEB).....	14
2.4 Tipos de vegetação.....	15
2.4.1 Floresta de Mopane.....	15
2.4.2 Floresta de Mecrusse.....	15
2.4.3 Pradaria Arborizada .....	16
3.MATÉRIAS E MÉTODO.....	17
3.1 Descrição da área do estudo .....	17
3.1.2 Clima.....	18

3.1.3 Solos e relevos .....	18
3.1.1 Vegetação.....	19
3.3 MÉTODO .....	20
3.3.1 Desenho de Amostragem .....	20
3.3.2 Unidade amostral .....	20
3.3.3 Coleta de dados .....	21
3.3.3.1 Colecta de dados da vegetação arbórea .....	21
3.3.3.2 Colecta de dados para a vegetação herbácea .....	21
3.3.3.3 Colecta de dados da Serapilheira (detritos finos e liteira) .....	22
3.3.3.4 Colecta de Dados dos Detritos grossos (5x5m).....	22
3.3.3.5 Colecta detritos grossos (diâmetro igual ou superior a 10 cm).....	22
3.4 Tratamento das amostras no laboratório .....	23
3.5.Processamento dos dados.....	23
3.5.1.Determinação da biomassa da vegetação arborea.....	23
3.5.2 Determinação da biomassa da vegetação herbácea .....	24
3.5.3.Determinação da biomassa da serapilheira .....	25
3.5.4.Determinação da biomassa dos detritos grossos .....	26
3.5.5 Determinção da biomassa dos detritos grossos lenhosos (com diâmetros superiores a 10 cm).....	27
3.5.6.Determinação da necromassa.....	29
3.6. Determinação do estoque de carbono para vegetação herbacea,serapilheira e vegetação arbórea.....	29
3.6.1 Determinação do estoque de carbono para vegetação arborea .....	29
3.6.2 Determinação do estoque de carbono para vegetação herbácea .....	30
3.6.3 Determinação do estoque de carbono serapilheira (literia e detritos finos).....	30
3.6.4.Determinação do estoque de carbono para detritos grossos .....	30
3.6.5.Determinação do estoque de carbono para detritos grossos lenhosos .....	31
3.6.7. Determinação do estoque de carbono para a necromassa .....	31
3.7. Determinação do estoque de carbono total para cada tipo de vegetação .....	31
4.Analise estatística.....	32
5. Resultados esperados.....	32
6.CONCLUSÃO .....	33
7.REFERÊNCIAS.....	34
8.ANEXOS .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Principais reservatórios de carbono .....	9
Tabela 2 Categorias da necromassa .....	10
Tabela 3 Equações de biomassa para o estudo .....	23
Tabela 4 Densidade básica das espécies .....	28

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 efeito estufa Fonte: Efeito Estufa – arvoreagua (2023).....	4
Figura 2 Ciclo de Carbono (em Pg C= $10^{15}$ g C) nos diferentes compartimentos da terra e fluxos de carbono ( $\text{Pgano}^{-1}$ ).....	5
Figura 3 Representação de métodos de estimativa da biomassa.....	12
Figura 4 Mapa de localização do parque nacional de banhine .....	17
Figura 5 Mapa de vegetação do parque nacional de banhine .....	19
Figura 6 Esquema das parcelas .....	20

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Código de amostras para vegetação .....	39
Anexo 2 ficha de campo para registo do peso húmido da vegetação herbácea para cada tipo de vegetação.....	40
Anexo 3 ficha de campo para registo do DAP da vegetação arbórea para cada tipo de vegetação.....	41
Anexo 4 ficha de campo para registo do peso húmido da liteira e detritos finos (Serapilheira) para cada tipo de vegetação .....	42
Anexo 5 ficha de campo para registo do peso húmido para detritos grossos (2.5 a 10 cm) para cada tipo de vegetação .....	43
Anexo 6 ficha de campo para detritos lenhosos grossos (maior ou igual a 10cm).....	44

## LISTA DE ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

%	Percentagem
°C	Graus centígrados
ANOVA	Análise de variância
cm	Centímetro
cm <sup>2</sup>	Centímetro quadrado
BEF	Factor de expansão da biomassa
DAP	Diâmetro a altura do peito
DNTF	Direcção nacional de terra e florestas
FAO	Food and agriculture organization
FNDS	Fundo nacional do desenvolvimento sustentável
GPS	Global position system
GEE	Gases do efeito estufa
ha	Hectares
IPCC	Intergovernmental panel of climate change
IUCN	The international union for conservation of nature
JICA	Japan Intenational Cooperation Agency
Kg	Quilogramas
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
mm	Milímetros
Mg	Megagramas
MDL	Mecanismo do desenvolvimento limpo

MITADER Ministério de terra ambiente e desenvolvimento rural

MAE Ministério de administração estatal

Pg Pentagrama

PgC Pentagrama de carbono

PNB Parque Nacional de Banhine

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer ao meu bom Deus pela sua graça soberana durante a minha vida toda, esteve comigo nos momentos bons e nos momentos mais difíceis da minha formação, em cada desespero, em cada gota de suor, em cada gota de lágrimas esteve e sempre estará comigo.

Quero agradecer ao meu Querido Pai Paulo Pitoro Chavele, Minha Mãe Graça Ernesto Wacitela que Deus a tenha, a minha Tia Isabel Dique e a minha Tia Natália Jaime pelo amor incondicional apoio e afecto que me deram durante percursos extremamente importantes da minha vida, agradeço também aos meus irmãos João Paulo Chavele e Isaac Paulo Chavele pelo apoio concedido durante a minha formação académica, quero agradecer ao meu companheiro e irmão por toda vida Jacob Paulo Chavele que esteve comigo em quase todas etapas da minha vida digo “deste do ventre da nossa mãe” a ele estou sempre grato, agradeço também a minha irmã Nuvem Paulo Chavele pelo apoio, afecto e carinho demonstrado em acções durante a minha vida e formação académica, agradeço de igual modo ao Pastor Lovemore Fungulane Baera que sempre intercedeu e esteve atento ao meu percurso como estudante e como pessoa.

Agradeço em particular a minha cara-metade Catia Eva pinto pelo apoio e afecto incondicional, sempre acreditando em mim ,nos meus piores momentos esteve presente sempre firme me dando forças.

Agradeço aos meus amigos e colega de curso, Paixão Miguel Tocota, Abel Moises, que provaram-me que sozinhos não podemos chegar a lado nenhum.

Agradeço incansavelmente ao Dr. Tarquinio Mateus Magalhães pela oportunidade de estágio no parque nacional de Banhine, agradeço especialmente a minha supervisora Eng<sup>a</sup> Amélia David Muchanga, pelo apoio emocional e material, pela repreensão, correcção e paciência, durante a realização da minha tese sim, senti-me com uma segunda mãe, meu agradecimento vai também a todos docentes e a equipe técnica da FAEF, em especial ao Dr Mario Paulo Falcão, ao Dr. Luis Artur, a Dr. Rosta Munjovo, ao Dr. Magaia, dr Elvira, sr<sup>a</sup> Candida, ao Tecnico Paulo Timoteo a dr<sup>a</sup> Maria mais conhecida por Dona Maria.

Em suma agradeço a todos aqueles que de forma directa e indirecta contribuíram para o meu progresso estudantil, a todos o meu muito obrigado ou seja “nda khutha”.



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho:

Aos meus Pais que sempre esperaram por este momento e sempre me inspiraram com muita força e coragem, dedico também aos meus irmãos e minha família em geral.

Em especial a minha amada Cátia Eva Pinto que esta sempre presente torcendo por mim nos meus momentos altos e baixos.

*“Se você tem um sonho, lute por ele, mesmo que todos te chamem de louco, sonhador e tentem te impedir de realizá-lo. Afinal, o sonho é teu, e o único que deve acreditar nele é você.”*

P.C Brunório

## RESUMO

Os ecossistemas florestais representam um dos recursos mais importantes que temos no planeta terra, pois elas possuem um papel fundamental nos ciclos carbono, o visava estudo avaliar o potencial dos principais tipos de vegetação tropical seca no sequestro do carbono avaliado acima do solo no parque nacional de Banhine província de Gaza, para a colecta de dados fez-se uma amostragem estratificada tipológica, onde foram estabelecidas 45 parcelas de 20x25m de tamanho ,para três tipos de vegetação nomeadamente floresta de Mopane, Mecrusse e pradaria arborizada, para estimar o estoque de carbono em cada tipo de vegetação, fez-se a colheita de dados para cada componente florestal nomeadamente da vegetação arbórea, vegetação herbácea,e necromassa, para se obter os valores de carbono fez-se a estimativa da biomassa para cada componente florestal, as estimativas do estoques de carbono foram obtidas seguindo as regras do IPCC, segundo as quais 47% de cada componente de biomassa corresponde ao carbono, incentiva-se mais estudos como estes pois servem como indicadores da qualidade ambiental e também como instrumento para tomada de decisão sob ponto de vista de conservação das florestas e biodiversidade, e desenhar possíveis estratégias para a mitigação das mudanças climáticas.

**Palavras-chaves:** Estoque de carbono, tipo de vegetação (floresta), componente de biomassa

## **ABSTRACT**

Forest ecosystems represent one of the most important resources we have on planet Earth, as they play a fundamental role in carbon cycles. The aim of the study was to evaluate the potential of the main types of dry tropical vegetation in sequestering carbon assessed above ground in the national park of Banhine province of Gaza, for data collection a stratified typological sampling was carried out, where 45 plots of 20x25m in size were established, for three types of vegetation namely Mopane forest, Mecrusse and wooded prairie, to estimate the carbon stock in each type of vegetation, data was collected for each forest component, namely arboreal vegetation, herbaceous vegetation, and necromass, to obtain carbon values, biomass was estimated for each forest component, stock estimates of carbon were obtained following the IPCC rules, according to which 47% of each biomass component corresponds to carbon, more studies like these are encouraged as they serve as indicators of environmental quality and also as an instrument for decision-making from the point of view forest and biodiversity conservation, and design possible strategies for mitigating climate change.

**Keywords:** Carbon stock, vegetation type (forest), biomass component

## 1.INTRODUÇÃO

As florestas constituem um dos recursos mais importantes que temos no planeta terra, pois elas possuem um papel fundamental nos ciclos de água e carbono, na reciclagem de oxigénio, no grau de erosão das rochas, e na composição química da atmosfera (FNDS, 2020). Actualmente, no mundo, as áreas florestais cobrem um total de 4.06 bilhões de hectares, sendo a maior parte coberta ou dominada por florestas tropicais. As perdas das áreas florestais têm vindo a aumentar consideravelmente a nível mundial entre os períodos de 1990 a 2020, como consequência no mesmo período o estoque total de carbono florestal a nível mundial decresceu de 668 giga toneladas para 662 (FAO, 2020). Nas últimas três décadas desde do ano 1990, o continente africano vem apresentando elevadas perdas de áreas florestais (FAO, 2020), entre as regiões da África, a África austral apresenta actualmente cerca de 32% de cobertura florestal e aproximadamente 52.1 Pg de estoque total de carbono (UICN, 2020). Moçambique é um dos poucos países da África Austral que detêm uma área considerável de florestas nativas compostas principalmente por Miombo, Mécusse e Mopane (Magalhães, 2018) estas florestas que o país possui desempenham um papel muito importante na economia do país especialmente nas áreas rurais fornecendo benefícios para grande parte da população como fonte de energia através da extracção da lenha, o carvão vegetal, extracção da madeira e produtos florestais não madeireiros (FNDS, 2020)., para além destes benefícios existem alguns serviços que estas florestas fornecem um deles é a regulação das mudanças climáticas globais através do sequestro de carbono (Tadese *et al.*, 2019). O país assumiu algumas acções a desenvolver na mitigação de emissão de gases do efeito estufa, tais acções passam pela estimativa de carbono sequestrado na biomassa lenhosa e na quantificação do dióxido de carbono equivalente (Magalhães, 2018).

Apesar de inestimáveis avanços científicos obtidos nos estudos relacionados com florestas em Moçambique, como por exemplo a criação da plataforma de recursos florestais criado pelo ministério de terra ambiente e desenvolvimento rural (MITADER) e pela direcção nacional de terra e florestas (DNTEF) no ano 2018, há necessidade de melhorar ainda a técnica e conhecimentos relacionados com métodos de análises de estudos sobre inventario florestal, imagens satélites, para a manutenção das informações dos recursos florestais no país, para

além disso, a situação de aprendizado para outras técnicas e conhecimentos necessários, tais como a avaliação do método de cálculo de biomassa, cálculo de estoque de carbono, etc, São difíceis de ser obtidos apenas no país, dando assim maior importância e relevância a estudos voltados para a estimativa do estoque de carbono florestal (JICA,2018).

Em resultado a necessidade de estudos nessa área de conhecimento, realizou-se o presente estudo de modo a responder a demanda de pesquisas sobre cálculo de estoque de carbono no país, visto que o objectivo fulcral do presente estudo é de quantificar o estoque de carbono para certos tipos de vegetação (floresta de Mopane, Mecrusse e pradaria arborizada) que ocorrem na província de Gaza concretamente no Parque Nacional de Banhine.

## **1.1 Problema de estudo e Justificação**

Moçambique é um dos poucos países da África Austral que detêm uma área considerável de florestas nativas compostas principalmente por Miombo, Mecrusse e Mopane (Magalhães,2018),contudo o país ainda enfrenta grandes desafios na gestão destes recursos florestais, devido a sua procura pelas indústrias madeireiras, por outro lado cerca 85% das necessidades energéticas da população moçambicana são satisfeitas a partir da energia de biomassa (Siteo e Salomao,2012),facto este que nos dá a entender que importa estimar a biomassa lenhosa e o estoque de carbono de uma determinada área para a quantificação e estabelecimento do uso racional dos recursos florestais.

Segundo o último inventário nacional realizado no ano 2018,a província de Gaza apresenta áreas florestais produtivas e não produtivas que aproximam cerca de 3096817 ha, uma parte destas florestas situam-se no Parque Nacional de Banhine (PNB), o PNB destaca-se pela existência de habitat caracterizado por uma vegetação multi-estratificada onde ocorrem espécies arbóreas e herbáceas, (Manjate,2004), tornando o parque numa área propícia para estudos de carbonos em diferentes tipos de vegetação, pois sendo uma área de conservação apresenta menor taxa de extracção da biomassa (Magalhães,2018), justificando-se assim o estudo nesta área de conservação .

O problema fundamental que sustenta o presente estudo, surge devido a falta de estudos que reportam a estimativa de estoque de carbono por tipo vegetação especialmente no parque nacional de Banhine, dando assim maior importância e relevância a este estudo sendo o primeiro estudo voltado para a estimativa do estoque de carbono florestal a ser realizado neste parque.

## **1.2.OBJECTIVOS**

### **1.2.1 Objectivo geral:**

- Avaliar o potencial dos principais tipos de vegetação tropical seca no sequestro do carbono avaliado acima do solo.

### **1.2.2 Objectivos específicos:**

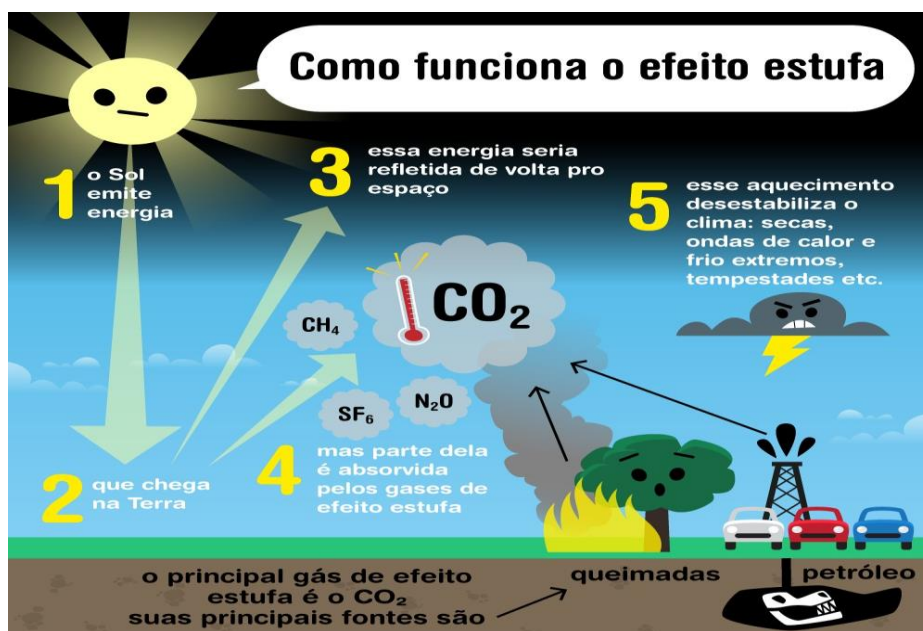
- Estimar a biomassa acima do solo dos principais tipos de vegetação seca acima do solo.
- Estimar o carbono armazenado na biomassa acima do solo por tipo florestal.
- Comparar o carbono armazenado na biomassa acima do solo entre os principais tipos de vegetação seca.

## 2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1.Efeito estufa vs dióxido de carbono

O efeito estufa é um fenômeno natural de aquecimento da terra que é fundamental para manter a vida na terra, em norma são absorvidos cerca de 70% dos raios solares dos quais 45% são absorvidos pela superfície terrestre e os 25% pelos gases da atmosfera os chamados gases do efeito estufa que tem a função de absorver parte da energia irradiada e reter o calor do sol na atmosfera, mantendo a superfície da terra aquecida em média 33°C,na ausência dos gases do efeito estufa a radiação infravermelha térmica absorvida pela terra se dissiparia e a superfície do planeta seria mais fria, culminando com a não existência dos seres vivos na terra (Wallace e Hobbs, 2006).

Entretanto o aumento da temperatura média anual do planeta terra resulta do aumento ou acúmulo de gases que retém o calor, o dióxido de carbono é um dos principais gases do efeito estufa que é proveniente da decomposição da matéria orgânica e de outros processos de combustão podendo causar mudanças climáticas e por consequência alterações do ambiente (Ohse *et al.*,2007),Portanto a preocupação em relação a elevação de carbono na atmosfera é legítima uma vez que a consequência deste facto é o aquecimento global, o qual pode causar, mudanças permanentes no clima alterando o regime dos ventos, a pluviosidade e a circulação dos oceanos (Soares *et al.*, 2005).



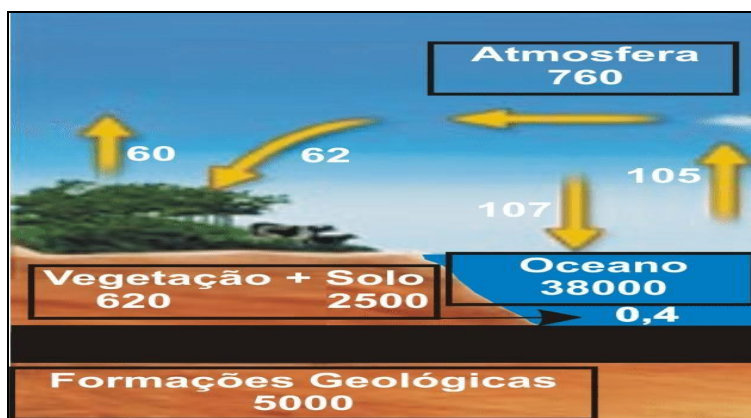
**Figura 1** efeito estufa, **Fonte:** Efeito Estufa – arvoreagua (2023)



## 2.2. Ciclo de Carbono

O carbono é o elemento fundamental dos quatro principais gases do efeito estufa, entre eles destacam-se o metano, o dióxido de carbono, os hidrofluorcarbonetos, e os perfluorcarbonetos, o carbono é um elemento essencial a vida por ser um elemento fulcral nos ciclos biogeoquímicos, os ciclos biogeoquímicos mostram a relação entre a vida, a atmosfera, os oceanos, as rochas e florestas pois estes envolvem a vida (bio) a terra (geo) a química (Soares e Paula, 2011).

Em geral existem quatro principais compartimentos de carbono na terra que são: os oceanos, a atmosfera, as formações geológicas contendo carbono fóssil e mineral e ecossistemas terrestres (vegetação e solo) como ilustra a seguinte figura (2).



**Figura 2** Ciclo de Carbono (em Pg C =  $10^{15}$  g C) nos diferentes compartimentos da terra e fluxos de carbono (Pgano<sup>-1</sup>). **Fonte:** França *et al.* (2011).

Na figura podemos constatar que o maior compartimento de carbono na terra é aquele presente no oceano (38000 PgC), seguido pelo presente nas formações geológicas (5000 PgC) em que 4000 PgC estão presente no carvão, 500 PgC estão presentes no petróleo e os restantes 500 PgC estão presentes no gás natural, o solo com 2500 PgC é o maior compartimento de carbono nos ecossistemas terrestres e este é constituído pelo carbono orgânico (1.500 PgC), pelo carbono mineral (1000 PgC) portanto é correcto afirmar que o primeiro metro superior do solo armazena 2,5 vezes mais carbono que a vegetação (620 PgC) 2 vezes mais que o carbono presente na atmosfera (760 PgC) posteriormente ecossistemas terrestres (vegetação e solo), (Machado, 2005).

### **2.2.1. Sequestro de carbono**

O aumento do dióxido de carbono na atmosfera é uma preocupação dos cientistas e da sociedade como um todo por ser este um dos constituintes da atmosfera responsável pelo aumento do efeito estufa e da temperatura global, este aumento da concentração do gás carbónico resulta principalmente das acções antropológicas, seguidas pela mudança do uso da terra com redução da capacidade do armazenamento do carbono na biomassa (Junior, 2004).

O conceito sequestro de carbono foi consagrado pela conferência de kyto em 1997 com a finalidade de conter e reverter o acumulo do dióxido de carbono na atmosfera, objectivando a redução do efeito estufa (Junior, 2004). Assim sendo o termo sequestro de carbono refere-se a processos de absorção e armazenamento do dióxido de carbono atmosférico com intenção de minimizar seus impactos no ambiente visto que trata-se de um gás do efeito estufa (Renner, 2004).

### **2.2.2. Sequestro de carbono florestal**

Apesar do conceito sequestro de carbono ter sido lançado desde o princípio da convenção do clima, este consagrou-se somente a partir da conferência de Kyto em 1997, quando foram aprovados os mecanismos de flexibilização dos mecanismos de redução dos gases do efeito estufa (GEE), que incorporariam o sequestro do carbono florestal, trata-se de uma modalidade dentro do mecanismo do desenvolvimento limpo (MDL) do protocolo de Kyto (Barreto *et al.*, 2009).

O termo estoque ou sequestro de carbono em florestas, refere-se a capacidade fotossintéticas que os vegetais (árvores) possuem de fixar o dióxido de carbono atmosférico, sendo assim as florestas desempenham o papel significativo na actual problemática do ciclo global de carbono devido a sua capacidade de estocar por longo prazo quantidades de carbono na vegetação trocando o carbono com a atmosfera por meio da fotossíntese e respiração (Renner, 2004).

A Conservação dos estoques de carbono nos solos florestais e outros tipos de vegetação, a preservação das florestas nativas, sistemas agro-florestais e recuperação das áreas degradadas são algumas das acções ou serviços oferecidos pelos ecossistemas florestais que contribuem para a redução do dióxido de carbono na atmosfera (Junior, 2004).

No contexto das mudanças climáticas globais os ecossistemas florestais são considerados sumidouros de carbono e tem a sua importância destacada graças a sua capacidade natural de capturar o dióxido de carbono na atmosfera (Soares *et al.*, 2005), podendo assim se afirmar que as florestas surgem como grande alento pois além de ser um recurso natural renovável, podem contribuir decisivamente para reduzir os impactos ambientais do efeito estufa e das suas implicações nas mudanças climáticas (Saqueta, 2002).

### **2.2.3. Estimativa de estoque de Carbono florestal**

Para se proceder a avaliação de teores de carbono dos diferentes componentes de vegetação (parte aérea, raízes, camadas decomposta sobre o solo entre outros) é necessário inicialmente quantificar a biomassa vegetal de cada componente da vegetação (Junior, 2004), as estimativas do estoque de carbono fixado na biomassa florestal podem ser obtidas por meio da multiplicação do valor de cada componente da biomassa vegetal pelo factor de conversão de carbono fornecido pelo intergovernmental panel of climate change (IPCC) que recomenda o uso do factor 0.47 (Silva, 2014).

Portanto com base neste factor de conversão de biomassa (0.47) recomendado pelo IPCC podemos afirmar que nas áreas florestais o carbono encontra-se armazenado em diferentes componentes da biomassa, e representa em média 47% da massa seca da biomassa total, isto é, Para cada componente de biomassa ou seja, biomassa arbórea, vegetação herbácea, serapilheira e necromassa total ou média é multiplicada por 0,47, representando assim 47% de estoque de carbono desta componente, uma vez obtida a quantidade de carbono em cada componente da biomassa procede-se o somatório para estimar o estoque de carbono total na floresta por unidade de área (IPCC, 2006).

### 2.3.Biomassa

Quando o objectivo é estimar a biomassa das plantas o termo correcto a se usar é fitomassa, porem em silvicultura o termo amplamente usado para se referir a fitomassa é biomassa (Solomogy,2007). Uma das formas usadas para estimar o estoque do carbono florestal é a medição da sua biomassa, o termo biomassa é bastante amplo, sendo assim importa mencionar algumas definições de biomassa com vista a nortear a definição seleccionada como a mais apropriada para o estudo em causa:

De acordo com Brombelim *et al.*,(2009), a biomassa é a massa da matéria orgânica viva ou morta.

De acordo com Silveira *et al.*, (2008), a biomassa é definida como massa de matéria orgânica viva ou morta de origem vegetal e animal.

Para Pearson *et al.*, (2007) a biomassa vegetal é a quantidade total de material orgânico que se encontra sobre a superfície do solo em árvores ou arbustos, expresso como peso seco (obtido a partir da estufa),por unidade de área, esta pode ser denominada densidade de biomassa quando expressa como massa por unidade de área.

Segundo Embrapa (2014) a biomassa é a quantidade expressa em massa do material vegetal disponível em uma floresta sendo que os componentes de biomassa estimados são a biomassa acima do solo viva composta de árvores e arbustos, a biomassa morta acima do solo composta pela serapilheira e troncos caídos, e a biomassa abaixo do solo composta pelas raízes em que a biomassa total e dada pela soma de todas estas componentes.

Com vista a ser mais específico olhando o tema em estudo, a definição mais adequada é a definição do Embrapa (2014) conforme supracitado acima.

### 2.3.1. Componentes da biomassa

Segundo IPCC (2006), a biomassa florestal pode ser encontrada em três (3) principais reservatórios do carbono: que são a Biomassa viva, a Biomassa morta ou necromassa e solos, a tabela 1 seguinte clarifica melhor cada componente:

**Tabela 1** Principais reservatórios de carbono

<b>Tipo de Reservatório</b>		<b>Descrição</b>
<b>Biomassa viva</b>	<b>Biomassa acima do solo</b>	Toda biomassa viva que se encontra acima do solo, incluindo (troncos, tocos vivos, ramos, casca, sementes e folhas)
	<b>Biomassa abaixo do solo</b>	Toda biomassa de raízes vivas, excluem-se as raízes finas com menos de 2 mm de diâmetro porque distinguem-se com dificuldade da matéria orgânica.
<b>Necromassa</b>	<b>Madeira morta</b>	Toda biomassa florestal não viva que não faz parte da serapilheira ou seja aquilo que já está caído no chão, Troncos caídos, árvores mortas em pé, com diâmetros superiores a 10 cm.
	<b>Serapilheira</b>	Toda biomassa morta acima do solo (folhas, ramos, caules, cascas e frutos) em diferentes estágios de decomposição
<b>Solos</b>	<b>Matéria orgânica do solo</b>	<b>Compreende o carbono orgânico nos solos minerais.</b>

**Fonte:** IPCC (2006)

### 2.3.1.1.Necromassa

A necromassa é definida como toda massa presente em ecossistemas naturais ou antropogênicos que pode ser expressa em unidades de massa por unidades de área (Barbosa, *et al.*,2016),em floresta a necromassa é formada por resíduos de árvores mortas em pé ou tombadas, podendo ser dividida em três categorias como ilustra a tabela 2 abaixo:

**Tabela 2** Categorias da necromassa

<b>Categoria da necromassa</b>	<b>Componente</b>	<b>Intervalo de diametro</b>
<b>Liteira Fina e detritos finos</b>	Folhas,ramos finos	$d \leq 2cm$
<b>Liteira intermediaria(detritos grossos)</b>	Ramos e caules, (troncos caídos)	$2cm < d \leq 10cm$
<b>Liteiragrossa(detritos grossos)</b>	Ramos e caules (caídos ou em pé)	$d > 10cm$

**Fonte:** (Barbosa *et al.*,2016) adptado pelo autor.

Embora cada uma das categorias listadas acima possua sua importância ecológica, sem dúvida a liteira grossa é a que assume a face de maior importância no contexto das mudanças climáticas (Barbosa *et al.*,2016),entretanto alguns autores excluem a liteira fina pois segundo eles, esta não possui diâmetro necessário para ser considerado necromassa, pois, segundo Birdsey (2006), a necromassa inclui toda biomassa morta caída no chão que não faz parte da serapilheira geralmente com diâmetro superior a 2cm.

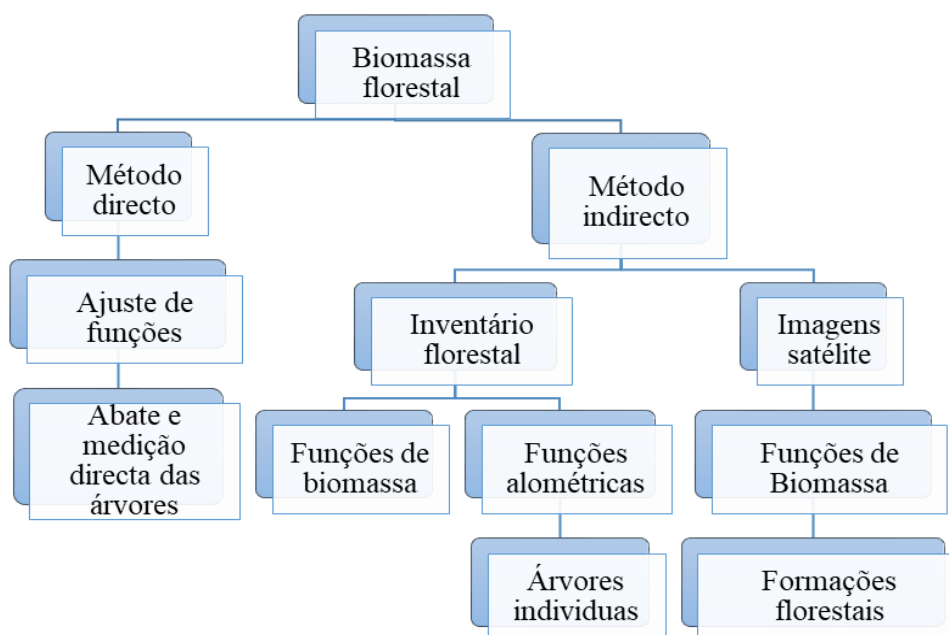
### **2.3.2.Importância da estimativa de biomassa**

É importante estimar a biomassa lenhosa de uma determinada área para a quantificação e estabelecimento do uso racional dos recursos florestais para vários fins, tais como servir de base para planos de manejo e prognosticar a dinâmica do recurso florestal, podendo desta forma ajudar a precaver atempadamente sobre eventuais roturas na disponibilidade de recursos, danos ambientais e desenham-se políticas que permitem a ligação entre o sector florestal e outros sectores, bem como tomar medidas de recuperação e prevenção das áreas degradadas ou de conservação, para além de ser usada como combustível, a biomassa é considerada como um depósito a longo prazo do dióxido de carbono, que é um gás do efeito estufa importante na atmosfera, portanto quantifica-se a biomassa devido a crescente preocupação com as mudanças climáticas globais (Siteo e Tcauque, 2007).

As mudanças dos estoques de biomassa são fundamentais para compreender o balanço de carbono nas florestas desta forma são necessário estudos para o seu monitoramento (Pan et al,2011),para além disso compreender a distribuição da biomassa ao longo do tempo e do espaço é fundamental para avaliar os impactos dos processos de conversão e uso do solo e os impactos dos efeitos das mudanças climáticas, pois ambos alteram o papel das florestas no ciclo global de carbono (Bustamante *et al.*,2016).

### 2.3.3. Método de Estimativa de biomassa

Existem dois métodos de estimativa de biomassa, os métodos directos e os métodos indirectos, os métodos directos também designados por métodos destrutivos implicam no abate das árvores, pesagem e quantificação das suas componentes, enquanto que o método indirecto não se dá por abate das árvores podendo assim usar-se imagens satélites e fotografias aéreas caso existam ou ainda usar dados do volume já existentes e a biomassa de cada componente é estimada a partir de equações alométricas (Figura 3), tais equações permitem estimar a biomassa a partir de parâmetros mensuráveis como, altura, DAP, densidade da madeira, etc (Siteo e Tchauque, 2007).



**Figura 3** Representação de métodos de estimativa da biomassa (adaptado de Siteo e Tchauque, 2007).



### **2.3.3.1 Método directo (amostragem destrutiva)**

Este método consiste na selecção e abate de algumas árvores em uma determinada área de estudo, em cada árvore abatida são registadas as medidas do diâmetro e do comprimento, em seguida a árvore é seccionada e pesada, para além do comprimento e os diâmetros da árvore seccionada, são também colhidas amostras de cada componente da árvore (ramos grossos, ramos finos e folhas), com vista a estabelecer as relações de distribuição de biomassa por componente, em seguida as amostras de cada componente são levadas ao laboratório e pesadas posteriormente para obter o peso seco (Siteo e Tchauque 2007). Apesar deste método de estimativa de biomassa garantir maior precisão e consequentemente menor erro de amostragem é porem um método limitado a pequenas áreas, exige maior tempo de amostragem, exige mais recursos, é um método destrutivo, é custoso, não é um método viável para análises de larga escala, e não é um método recomendado para áreas florestais degradadas e com espécies em via de extinção (Vashum e Jayakumar,2012),este método é recomendado quando se pretende estimar a biomassa em áreas onde é difícil estimar a biomassa por métodos indirectos e é um método usado geralmente quando se pretende desenvolver equações de biomassa que são aplicados para avaliação da biomassa em larga escala (Vashum e Jayakumar, 2012).

### **2.3.3.2.Método indirecto**

No método indirecto a biomassa é estimada partir de equações de biomassa, factores de expansão de biomassa (FEB), e imagens satélites, para o presente estudo a ênfase será dada a equações de biomassa, em geral as equações de biomassa apresentam como variáveis independentes características directamente mensuráveis das árvores, como o diâmetro a altura do peito (DAP),altura,etc (Soares e Paula,2011). este método de estimativa de biomassa é o mais recomendado e aplicavel em ecossistemas com espécies em via de extinção, e em áreas de conservação, pois nessas areas não é permitido o abate das árvores (Vashum e Jayakumar 2012). O método indirecto fornece dados essenciais que permitem a extrapolação de estoques de biomassa e carbono para ecossistemas avaliados em larga escala (Samogyi *et al.*, 2007). Porem neste método de estimativa de biomassa a possibilidade de ocorrência de erros significativos é maior no cálculo da biomassa, em caso de existência de árvores ocas ou de tamanhos grandes, podendo levar a uma sub-estimativa ou sobrestimava de biomassa

florestal, por isso, em casos de equações de regressão de biomassa, recomenda-se a selecção cuidadosa da equação a ser usada e esta deve ser apropriada a área de estudo (Silva,2014).

### **2.3.3.2.1.Equações de biomassa**

Uma equação alométrica de biomassa é uma ferramenta matemática que permite conhecer de forma simples, a quantidade de biomassa de uma determinada área florestal através da medição de dados dimensionais relacionadas com a biomassa das árvores tais dados podem ser o diâmetro a altura do peito (DAP), altura etc, que permitem extrapolar a biomassa por unidade de área em uma floresta (Pearson et al., 2007). Dependendo do número de variáveis independentes, uma equação de biomassa pode ser denominada de regressão simples ou ainda de uma entrada quando esta depende de uma única variável independente por exemplo o diâmetro a altura do peito (DAP), ou regressão dupla ou equação de duas entradas quando depende de duas variáveis independente ou ainda regressão múltipla, quando depende de mais de duas variáveis independentes (Nath,*et al.*, 2017).

As equações de biomassa podem variar de uma região para outra e são influenciadas pela arquitectura das árvores e a densidade da madeira (Siteo e Guedes, 2013).

### **2.3.3.2.2 Factor de Expansão de Biomassa (FEB)**

Os factores de expansão de biomassa estimam a quantidade de biomassa com base em informações geradas pelos inventários que operam por meio de conversão de volume em pé para biomassa e por meio de equações que estabelecem relação entre a biomassa total das árvores com o seu diâmetro (Thaúque, 2018), ou seja, a biomassa pode ser quantificada de forma indirecta utilizando dados volumétricos de árvores ou talhões multiplicando-os por factores apropriados denominados factores de expansão de biomassa pois estes convertem ou expandem estimativas de volumes em estimativas de biomassa (Somogy *et al.*, 2006). De acordo com as seguintes equações abaixo pode observar-se o cálculo da biomassa usando factor de expansão de biomassa (Magalhães e Seifert, 2016):

$$BEF = \frac{\hat{Y}}{v} (\text{Mg. m}^{-3})$$

Onde: BEF é o factor de expansão de biomassa ( $\text{Mg.m}^{-3}$ )

$\hat{Y}$  é a biomassa de cada componente arbórea (Mg)

V é o volume do fuste da árvore (  $m^3$  )

$$\hat{Y} = BEF * \bar{V} * N (\text{Mg. ha}^{-1})$$

$\bar{V}$  é o volume médio do fuste do povoamento (  $m^3$  )

N é o número das árvores

$\hat{Y}$  é a biomassa total do povoamento (  $\text{Mg. ha}^{-1}$  )

Importa referir que quando se pretende estimar a biomassa em larga escala ou seja em escala nacional ou regional a biomassa é estimada usando os factores de expansão de biomassa (Magalhães e Seifert, 2016).

## 2.4 Tipos de vegetação

### 2.4.1 Floresta de Mopane

A floresta de Mopane ou simplesmente Mopane é uma espécie caracterizada pela dominância da espécie *Colosphermum mopane* é o segundo tipo de vegetação mais extensa depois do Miombo, este tipo de florestas se desenvolvem em regiões com clima quente e seco, com altitudes que variam de 200 a 600 m, e solos argilosos mas pode crescer em solos aluviais e outros (Bila e Mabjaia, 2012), a sua vegetação é constituída maioritariamente por estratos arbóreos e arbustivos sendo os principais tipos de vegetação secas, árvores decíduas e savanas secundárias de média e baixa altitude (Ribeiro e Nhabanga, 2009), em Moçambique a floresta de Mopane ocorre no vale do Limpopo, em toda região nordeste da província de Gaza até a parte alta do vale de Zambeze e no centro da província de Tete (Thauque, 2018).

Esse tipo de vegetação é caracterizada pela dominância da espécie *Colosphermum mopane*, embora seja composta tipicamente por manchas puras, pode também associar-se as espécies arbóreas arbustivas como: *Kirkia accumulata*, *Dalbergia melanoxylon*, *Andersonia Digitata*, *Combretum apiculatum*, *Terminalia Sirecea* etc (Marzoli, 2007).

### 2.4.2 Floresta de Mecrusse

Mecrusse é um tipo florestal onde a principal espécie, muitas vezes a única, no estrato superior (dossel) é a *Androstachys johnsonii* é uma espécie da família *Euphorbiaceae* nativa da África e Madagascar, sua árvore pode atingir uma altura de 20m, sendo uma árvore perene, a sua copa é longa com fuste recto (Magalhães e Seifert, 2016), *Androstachys johnsonii* é uma espécie com valor sócio-económico muito importante para as comunidades locais pois a

componente lenhosa ou madeira pode ser usada para a construção de habitação, sombra, mobiliários, e venda permitindo a geração de renda (Magalhães e Seifert, 2015).

Esse tipo de vegetação se caracteriza pela baixa diversidade biológica e pela uniformidade em termos de indivíduos, tanto em diâmetro como em altura. em Moçambique podemos encontrar florestas de Mecrusse nas províncias de Gaza, Inhambane, e em pequenas manchas na Província de Nampula (Bila *et al.*, 2018), na província de Gaza podemos encontrar nos distritos de Guija, Chicualacula, Massangena, Mabalane, Chibuto, Chigubo e Mandlakaze, na província de Inhambane podemos encontrar o Mecrusse nos distritos de Panda, Funhalouro, e Mabote (Magalhães e Seifert, 2016).

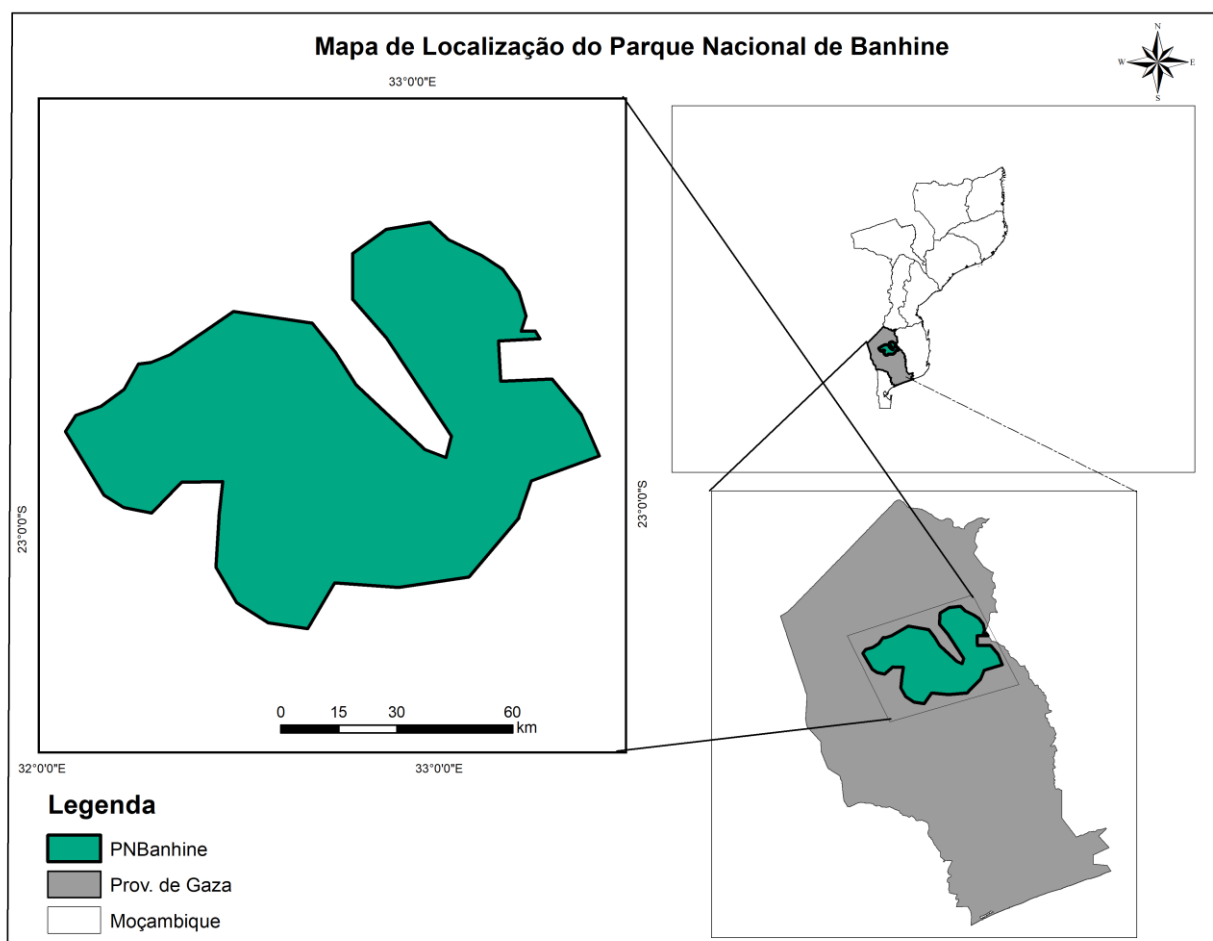
### **2.4.3 Pradaria Arborizada**

Pradaria é um tipo de cobertura vegetal que estabelece-se em planícies dominadas por gramíneas e arbustos (pradaria arbórea), e matagal (semi-verde e semi-deciduo), com menos de 30% de cobertura de arvores, estas formações florestais ocupam regiões com pluviosidade anual inferior a 1200 mm, nestas formações predominam as Acácias, *Acácia nigrenses*, *Acácia Xantopholea*, *Acacia nilotica*, *A.goetzei*, que em alguns casos são associados a outras espécies xerófilas como *commiphora spp* (FNDS,2020)

### 3.MATÉRIAS E MÉTODO

#### 3.1 Discrição da área do estudo

De acordo com o Ministério de turismo (2010), o parque está situado entre as latitudes 22°30'–23°20'S e longitudes 32°15'–33°25'E na Província de Gaza, em Moçambique. Abrange três distritos, nomeadamente Mabalane, Chicualacuala e na sua maior parte o distrito de Chigubo. Tem aproximadamente 6,000 km<sup>2</sup> de extensão e vai eventualmente fazer parte do Parque Transfronteiriço do Grande Limpopo que vai ligar o Parque Nacional do Limpopo em Moçambique, o Kruger National Park na África do Sul, o Parque Nacional Gonarezhou, Santuário ManjinjiPan e a Zona de Safari de Malipati no Zimbabué.



**Figura 4** Mapa de localização do parque nacional de Banhine

### **3.1.2 Clima**

O PNB abrange na sua maioria o distrito de Chigubo, portanto o seu clima é do tipo árido com uma precipitação média anual inferior a 500mm e uma evapotranspiração de referência geralmente superior a 1500mm a maior parte da região apresenta temperaturas médias anuais superiores 24°C, a temperatura elevada agrava consideravelmente as condições fracas de precipitação provocando deficiências de água superiores a 800mm anuais (MAE,2005).

Tais condições são agravadas pela grande irregularidade da quantidade de precipitação ao longo da estação chuvosa e por conseguinte a ocorrência de frequentes períodos secos durante o período de crescimento das culturas, a humidade relativa média anual é cerca de 60-65%. (MAE,2005).

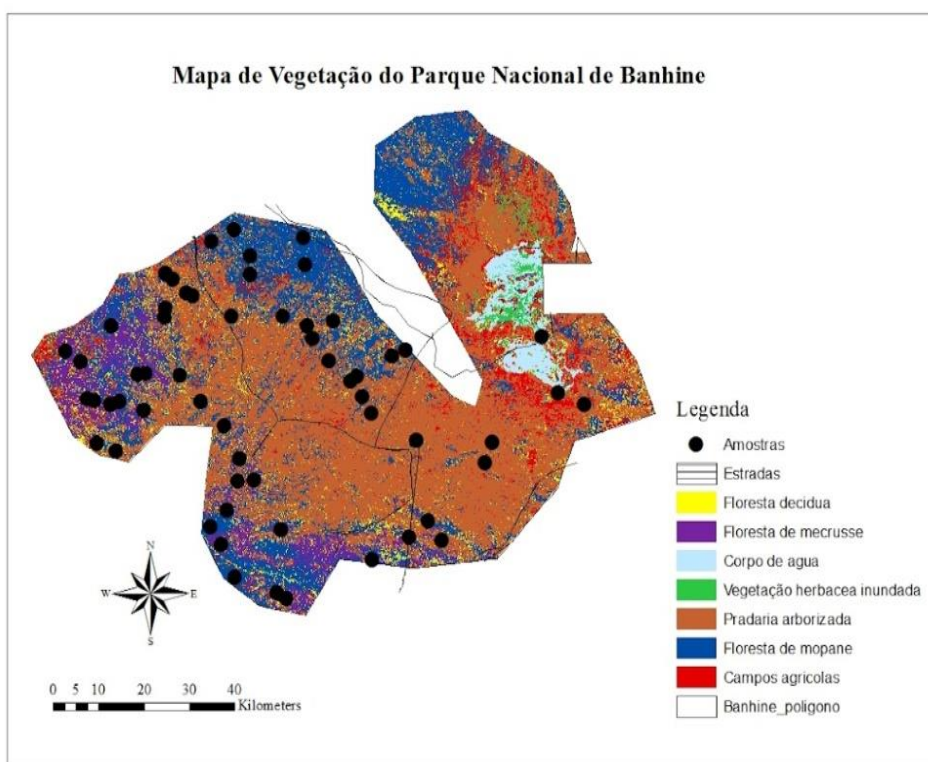
### **3.1.3 Solos e relevos**

A maior parte da região tem altitudes inferiores a 200m os seus solos são em geral delgados com zonas arenosas característicos da cobertura de depósitos de mananga, são ainda de realçar os solos aluvionares que ao longo da planície do rio chengane embora com limitações decorrentes da presença de sais em excesso é tropical seco e semi-árido com precipitações anuais baixas que variariam entre 200 a 400mm. (MAE,2005).

### 3.1.1 Vegetação

O Parque Nacional do Banhine está dentro da categoria ampla de floresta de Miombo-Mopane (uma das áreas selvagens mais significativas do mundo), sendo a floresta do PNB predominantemente Mopane (*Colophospermum mopane*), Stalmans & Wishart (2005) descrevem os principais tipos florestais para o Parque Nacional do Banhine: Floresta fechada Mecrusse, Floresta de Mopane, Matagal, Arbustos, Pradaria arborizada.

Ainda segundo os mesmos autores existem cinco (5) habitats principais neste parque, nomeadamente: terras húmidas, pradaria, Mopane, planícies arenosas, Floresta Aberta - *Androstachys* (Nsimbitsi), onde uma paisagem era definida como uma área com uma geomorfologia, clima, solo, padrão de vegetação e fauna associada específica, A Figura seguinte ilustra o tipo de vegetação que ocorre no parque Nacional do Banhine.



**Figura 5** Mapa de vegetação do parque nacional de Banhine

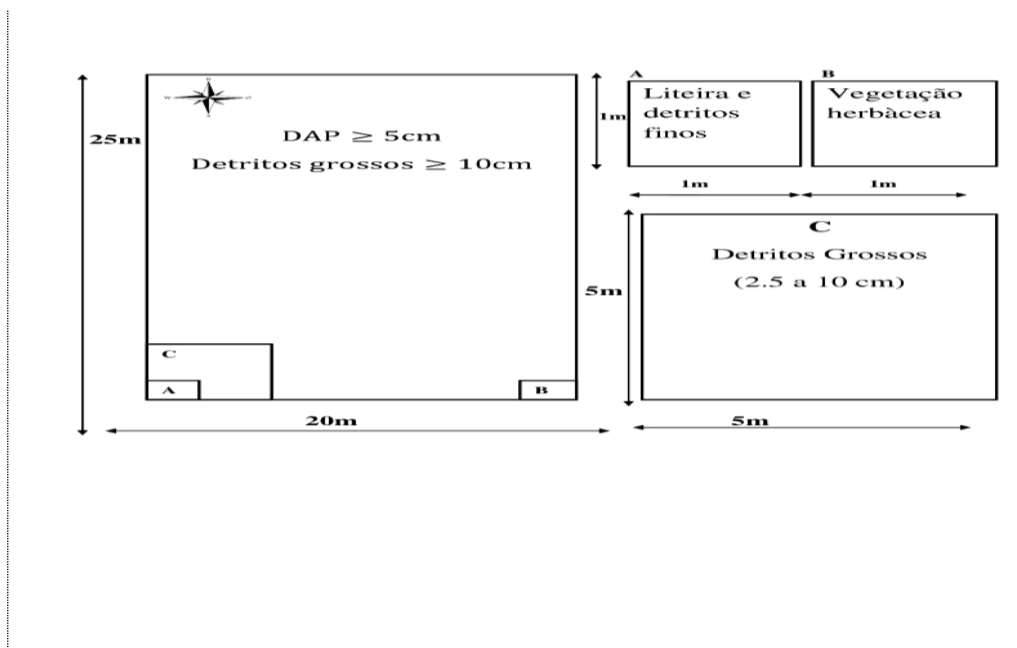
### 3.3 MÉTODO

#### 3.3.1 Desenho de Amostragem

O desenho de amostragem teve em conta os tipos florestais, portanto foi usado como desenho amostral a amostragem aleatória estratificada, a estratificação foi a tipológica em que os tipos florestais considerados como estratos foram, Mopane, Mecrusse e Pradaria Arborizada, adoptou-se a alocação óptima das unidades amostrais aos estratos, em cada estrato usou-se a amostragem aleatória simples

#### 3.3.2 Unidade amostral

Como unidades amostrais, foram estabelecidas 45 parcelas temporárias, divididas para cada tipo florestal (Mecrusse, Mopane, Pradaria Arborizada), isto é, 15 unidades amostrais para floresta de mopane, 15 unidades amostrais para a pradaria arborizada, e 15 para floresta de Mecrusse, o tamanho das parcelas foi de 20x25m, para os diferentes tipos florestais, as parcelas foram subdivididas em sub-parcelas, sendo duas de 1x1m para retirar e pesar amostras e sub-amostras de vegetação herbácea, liteira e detritos finos, e a outra de 5x5m para retirar e pesar amostras e subamostras de detritos grossos com diâmetros de 2.5 cm a 10, e em toda parcela foi possível retirar os diâmetros da base, do meio e do topo dos detritos grossos com diâmetros maiores que 10cm.



**Figura 6** Esquema das parcelas



### **3.3.3 Colecta de dados**

A colecta de dados foi feita em parcelas temporárias, procedendo-se da seguinte forma: com base numa fita métrica dimensionou-se as parcelas com 20x25m de tamanho correspondente a uma área de 0,05ha,este procedimento foi feito para cada tipo florestal (floresta de Mecrusse, floresta de Mopane e Pradaria Arborizada), os dados foram colectados em cada componente de biomassa ou seja vegetação arbórea, vegetação herbácea e necromassa (liteira, arvores mortas em pé e/ou caídas, detritos finos e detritos grossos).

#### **3.3.3.1 Colecta de dados da vegetação arbórea**

Neste estudo *a priori* foram medidas árvores com DAP igual ou superior a 5cm com ajuda de uma suta e a altura das árvores usando uma vara graduada, este intervalo de DAP deveu-se a quantidade de liteira que existia exclusivamente na floresta de Mecrusse, pois se apenas fossem inclusas árvores de 10cm conforme foi planejado não poderia se justificar a quantidade de liteira existente na floresta de Mecrusse visto que seriam poucas árvores para uma quantidade enorme de liteira, portanto com ajuda de uma suta foi possível medir o DAP de todas as arvores com este intervalo de diâmetro inclusas em todas parcelas, os dados dos diâmetros a altura do peito foram devidamente registrados nas fichas de campo.

#### **3.3.3.2 Colecta de dados para a vegetação herbácea**

Para se colectar dados da vegetação herbácea, foi necessário uso de uma fita métrica e balança eletrónica, portanto dentro das parcelas estabeleceram-se sub-parcelas designadas subparcelas (B) de 1x1m, na direção leste como ilustra a figura cinco (6), onde retirou-se amostras de vegetação herbácea, de seguida com ajuda de uma balança electrónica fez-se a pesagem de toda vegetação herbácea presente na área de 1m<sup>2</sup>,portanto desta forma obteve-se o peso húmido da amostra de vegetação herbácea que foi registado na ficha de campo, posteriormente retiraram-se sub-amostras de vegetação herbácea, as sub-amostras foram colocadas em envelopes devidamente identificados com marcador para a extracção do peso seco no laboratório.

### **3.3.3.3 Colecta de dados da Serapilheira (detritos finos e liteira)**

Para se colectar dados da serapilheira (folhas mortas, gramíneas mortas) ou seja liteira e detritos finos, foi necessário uso de uma fita métrica e balança electrónica, portanto dentro das parcelas estabeleceram sub-parcelas que foram designadas subparcelas (A) de 1x1m de dimensão na direcção oeste de acordo com a figura cinco (5) onde foi possível com ajuda de uma balança electrónica fazer a pesagem da amostra da liteira e detritos finos presentes na área de 1m<sup>2</sup>, obtendo assim o peso húmido da amostra que foi registado na ficha de campo, posteriormente retiraram-se sub-amostras de liteira e detritos finos, as sub-amostras foram colocadas em envelopes devidamente identificados com marcador para a extracção do peso seco no laboratório.

### **3.3.3.4 Colecta de Dados dos Detritos grossos (5x5m)**

Com auxilio de uma suta, balança, envelopes foi possível medir e retirar as amostras dos detritos grossos, dentro das parcelas estabeleceram-se sub-parcelas com dimensão de 5x5m com a designação subparcela (C) como ilustra a figura cinco (5),ao seleccionar os detritos grossos dentro das sub-parcelas usou-se um critério, visto que pretendiam-se medir dois tipos de detritos grossos, o primeiro tipo de detrito grosso obedecia um intervalo de diâmetro igual ou superior a 2.5cm porem inferiores a 10 cm, para este tipo de detrito grosso encontrados nas sub-parcelas 5x5 m,foi possível com recurso a uma balança electrónica retirar o peso húmido das amostras, as sub-amostras foram colhidas e colocadas num saco plástico devidamente identificados com ajuda de um marcador para posteriores analises laboratório.

### **3.3.3.5 Colecta detritos grossos (diâmetro igual ou superior a 10 cm)**

O segundo tipo de detritos grossos obedecia o seguinte intervalo de diâmetro igual ou superior a 10 cm, estes tipos de detritos foram encontrados ou medidos em toda parcela visto que tratava-se literalmente de árvores caídas, porem estes tiveram um tratamento especial visto que mediu-se com ajuda de uma suta e fita métrica os diâmetros da base, do meio e topo bem como comprimento de todos os detritos grossos, os diâmetros e os comprimentos foram devidamente registados nas fichas de campo.

### 3.4 Tratamento das amostras no laboratório

No total Foram levadas 100 sub-amostras (de vegetação ) sendo que 29 sub-amostras eram da vegetação herbácea, 44 sub-amostras liteira e detritos finos, 27 sub-amostras de detritos grossos (5x5m) ao laboratório de Solos da FAEF para as análises, feita a pesagem as sub-amostras foram colocadas numa estufa de ar forçado com uma temperatura de 69°C com os respectivos sacos para a sua posterior identificação, passados 48 horas na estufa as sub-amostras submetidas a pesagens diárias ate atingirem o peso constante, os dados foram registados nos formulários apropriados, obtendo-se deste modo o peso seco das subamostras, necessário para a determinação da matéria seca em quilogramas (kg).

### 3.5.Processamento dos dados

#### 3.5.1.Determinação da biomassa da vegetação arbórea

Com as medidas do DAP colhidas das árvores com diâmetros acima de 5cm,que totalizaram 2712 árvores incluindo as árvores mortas em pé, obteve-se o valor da biomassa total usando equações alométricas da tabela 3, a equação 1 desenvolvida por Magalhães (2015) para biomassa arborea em florestas de Mecrusse em várias províncias de Moçambique, incluindo a provincia de Gaza,a equação 2 desenvolvida por Mugasha et al (2013 foi usada para estimar a biomassa arborea em Pradaria arborizada na província de Gaza,a equação 3 desenvolvida pelo JICA (2017),foi usada para estimar a biomassa arborea na floresta de Mecrusse na província de Gaza.

**Tabela 3** Equações de biomassa para o estudo

<b>Tipo de vegetação</b>	<b>Equação de biomassa arborea do solo (kg)</b>	<b>Referência</b>	<b>Designção</b>
<b>Mecrusse</b>	$\hat{Y} = 1,1544 + 0,0398 * DAP^2 * h$	Magalhães (2015)	Equação 1
<b>Pradaria Arborizada</b>	$\hat{Y} = 0,0763 * DAP^{2,2046} * h^{0,4918}$	Mugasha et al 2013	Equação 2
<b>Mopane</b>	$\hat{Y} = 0,03325 * DAP^{1,848} * h^{1,241}$	JICA,2017	Equação 3

Onde:

$\hat{Y}$ - Peso seco ou biomassa da árvore individual (kg)

DAP-diâmetro a altura do peito (cm)

A biomassa obtida a partir das equações 1,2 e 3, foram convertidos em megagramas (Mg), tendo a área de cada parcela que é de 0.05ha, determinou-se a biomassa média da árvores em megagramas por hectare ( $Mg \cdot ha^{-1}$ ) Obedecendo a equação 4 abaixo:

$$BmArv = \frac{\sum \hat{Y}}{n \cdot Ap} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

BmArv-biomassa media das árvores por cada tipo de vegetação ( $Mg \cdot ha^{-1}$ )

$\sum \hat{Y}$ -Somatorio de biomassa das árvores por tipo de vegetação (Mg)

n- numero de parcelas por tipo de vegetação

AP-área da parcela por tipo de vegetação (ha)

### 3.5.2 Determinação da biomassa da vegetação herbácea

Com o peso húmido da amostra de vegetação herbácea, peso húmido da sub-amostra e peso seco da sub-amostra depois da secagem em uma estufa no laboratório, usou-se a equação de acordo com (Pearson e Sarah,2005), para determinar a biomassa da vegetação herbácea, em quilogramas (Kg):

$$MS_{amostra} = \frac{MS_{sub-amostra}}{MF_{sub-amostra}} \times MF_{amostra} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

MS<sub>amostra</sub>- matéria seca da amostra (kg)

MF<sub>amostra</sub>- matéria fresca da amostra (kg)

MS Sub-amostra-matéria seca da sub-amostra (kg)

MF Sub-amostra- matéria fresca da sub-amostra (kg)

- **Determinação da biomassa média da vegetação herbácea**

Para determinar a biomassa média de vegetação herbácea e serapilheira para cada tipo de vegetação em megagramas, converteu-se o peso seco de vegetação herbácea e serapilheira obtidos em quilogramas para Megagramas, e tendo a área das sub-parcelas dentro de cada parcela de 0,0001ha e o número de parcelas para cada tipo de vegetação, foi possível determinar a biomassa média para cada tipo de vegetação usando a seguinte equação de acordo com (Tchauque,2018):

$$\mathbf{BmH} = \frac{\Sigma \mathbf{MSamostra}}{\mathbf{n} \cdot \mathbf{Asp}} \text{ (Equação 6)}$$

Onde:

BmH-biomassa média da vegetação herbácea ( $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

$\Sigma \text{MSamostra}$ - somatório da matéria seca da amostra de vegetação herbácea (ha)

n- número total de parcelas por cada tipo de vegetação

Asp-área da sub-parcela (ha)

### **3.5.3.Determinação da biomassa da Liteira e detritos finos (Serapilheira)**

Com o peso húmido da amostra de cada componente (vegetação herbácea e serapilheira),dentro de cada parcela, peso húmido da sub-amostra levada ao laboratório e peso seco da sub-amostra depois da secagem, usou-se a equação de acordo com (pearson e Sarah,2005),para determinar o peso seco das amostras das respectivas componentes em quilogramas(Kg):

$$\mathbf{MSamostra} = \frac{\mathbf{MSsub-amostra}}{\mathbf{MFsub-amostra}} \times \mathbf{MFamostra} \text{ (Equação 7)}$$

Onde:

MSamostra- matéria seca da amostra (kg)

MFamostra- matéria fresca da amostra (kg)

MS Sub-amostra- matéria seca da sub-amostra (kg)

MF Sub-amostra- matéria fresca da sub-amostra (kg)

- **Biomassa média da serapilheira**

Para determinar a biomassa média da serapilheira para cada tipo de vegetação em megagramas, converteu-se o peso seco da serapilheira obtidos em quilogramas para megagramas, e tendo a área das sub-parcelas dentro de cada parcela de 0,0001ha e o número de parcelas para cada tipo de vegetação, foi possível determinar a biomassa média para cada tipo vegetação usando a seguinte equação de acordo com (Tchaúque,2018)

$$BmHS = \frac{\sum MS_{amostra}}{n * Asp} \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:

BmH-biomassa média da serapilheira ( $Mg. ha^{-1}$ )

$\sum MS_{amostra}$ - somatório da matéria seca da amostra de serapilheira (ha)

n- número total de parcelas por cada tipo de vegetação

Asp-área da sub-parcela (ha)

### **3.5.4.Determinação da biomassa dos detritos grossos**

Com o peso húmido da amostra dos detritos grossos, peso húmido da sub-amostra e o peso seco da sub-amostra depois da secagem em uma estufa no laboratório, usou-se a equação de acordo com (Pearson e Sarah,2005), para a biomassa dos detritos grossos em quilogramas (Kg):

$$MS_{amostra} = \frac{MS_{sub-amostra}}{MF_{sub-amostra}} \times MF_{amostra} \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:

MS<sub>amostra</sub>- matéria seca da amostra (kg)

MF<sub>amostra</sub>- matéria fresca da amostra (kg)

MS Sub-amostra- matéria seca da sub-amostra (kg)

MF Sub-amostra- matéria fresca da sub-amostra (kg)

- **Biomassa média dos detritos grossos**

Para determinar a biomassa média dos detritos grossos para cada tipo de vegetação em megagramas, converteu-se o peso seco dos detritos grossos obtidos em quilogramas para Megagramas, e tendo a área das sub-parcelas dentro de cada parcela de 0,0001ha e o número de parcelas para cada tipo de vegetação, foi possível determinar a biomassa média para cada tipo de vegetação usando a seguinte equação de acordo com (Tcháuque,2018)

$$Bmdg = \frac{\sum MS_{amostra}}{n * Asp} \quad (\text{Equação 10})$$

Onde:

Bmdg-biomassa média do detrito grosso ( $Mg \cdot ha^{-1}$ )

$\sum MS_{amostra}$ - somatório da matéria seca da amostra do detrito grosso (ha)

n- número total de parcelas por cada tipo de vegetação

Asp-área da sub-parcela (ha)

### 3.5.5 Determinação da biomassa dos detritos grossos lenhosos (com diâmetros superiores a 10 cm)

Das 152 amostras dos detritos grossos verificadas no campo foi possível retirar os diâmetros da base, central e do topo desta forma foi possível estimar a biomassa destes detritos grossos usando um dos métodos de cubicagem não rigorosa para estimar o volume e multiplica-lo pela sua densidade, o volume dos detritos grossos foi obtido usando o método de Newton que relaciona o diâmetro da base, diâmetro central, e o diâmetro do topo dos detritos como ilustra a equação 11, a densidade usada foi de acordo com Bunster (2006) como ilustra a tabela 4, desta forma foi possível determinar a biomassa dos detritos grossos lenhosos como ilustra a equação 11 abaixo:

$$V_n = \frac{gb + (4 \times gm) + gt}{6} \times L \quad (\text{Equação 11})$$

Onde:

gb- é a área da secção transversal da base do detrito grosso ( $m^2$ )

gm- é a área da secção transversal do meio ou central do detrito grosso ( $m^2$ )

gt-é a área da secção transversal do meio ou central do detrito grosso(m<sup>2</sup>)

L- comprimento do detrito grosso (m)

Note que a area da secção transversal será obtida a partir da seguinte formula:

$$g_i = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \text{ (Equação 12)}$$

gi-é a área da secção transversal dos detritos em diferentes secções (base,meio,topo)

d<sub>i</sub><sup>2</sup>-é o diâmetro dos detritos grossos tomados a diferentes secções (cm)

Como já se sabe de antemão, a biomassa dos detritos grossos lenhosos será obtida a partir da seguinte relação:

$$\hat{Y}_{nec} = v_n \times \rho \text{ (Equação 13)}$$

Onde:

$\hat{Y}_{nec}$ - é a biomassa dos detritos grossos lenhosos (kg)

V<sub>nec</sub>-é o volume dos detritos grossos lenhosos (m<sup>3</sup>)

$\rho$ - é a densidade básica da espécie (kg/m<sup>3</sup>)

O valor da densidade foi obtido visitando a literatura, assim sendo, para cada espécie florestal usou-se as seguintes densidades segundo Busnter (2006) como ilustra a tabela seguinte:

**Tabela 4** Densidade básica das espécies

<b>Espécie florestal</b>	<b>Densidade básica (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<i>Androstachys johnsonii</i>	754
<i>Colophospermum mopane</i>	1064
<i>Brachystegia speciformis</i>	588



### 3.5.6. Determinação da necromassa

A necromassa será obtida a partir do somatório da biomassa dos obtida a partir dos detritos grossos, dos detritos grossos lenhosos e da serapilheira como ilustra a seguinte equação:

$$\text{nec} = \text{Bmdg} + \text{Bmdgl} + \text{Bms} \quad (\text{Equação 14})$$

- Onde:

Bmdg- é a biomassa média dos detritos grossos ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

Bmdgl é a biomassa média dos detritos grossos lenhosos ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

Bms é a biomassa média da serapilheira ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

### 3.6. Determinação do estoque de carbono para vegetação herbácea, serapilheira e vegetação arbórea

Para determinar o estoque de carbono em cada tipo florestal, usou-se um factor de conversão de biomassa em carbono que pode variar para alguns autores, para o presente estudo será adoptado o factor de conversão de biomassa usado pelo IPCC de 0.47, isto é, que considera quase 47% da biomassa composta por carbono (IPCC, 2006), Sendo assim, pelo calculo da biomassa média para cada tipo florestal e componentes de biomassa (biomassa arbórea, vegetação, herbácea, serapilheira e necromassa), determinou-se o estoque de carbono multiplicando o factor de conversão de 0.47 com a biomassa média usando a seguinte equação:

$$\text{C} = \text{Bm} * 0.47 \quad (\text{Equação 15})$$

Onde:

C-estoque de carbono por tipo florestal de cada componente de biomassa ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

Bm-biomassa media por tipo florestal de cada componente de biomassa ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

0.47-factor de biomassa em carbono

#### 3.6.1 Determinação do estoque de carbono para vegetação arbórea

Pela equação 16, foi possível determinar facilmente o estoque de carbono para a vegetação arbórea apenas substituindo as respectivas variáveis de interesse:

$$\text{Cva} = \text{Bmva} * 0.47 \quad (\text{Equação 16})$$

Onde:

**Cva**- é o estoque de carbono da vegetação arbórea (**Mg.ha<sup>-1</sup>**)

Bmva- é a biomassa média da vegetação arbórea (**Mg.ha<sup>-1</sup>**)

0.47-factor de conversão de biomassa em carbono

### **3.6.2 Determinação do estoque de carbono para vegetação herbácea**

A partir da equação abaixo determinou o estoque de carbono para a vegetação herbácea isto é:

$$\mathbf{Cvh = Bmvh * 0.47} \text{ (Equação 17)}$$

Onde:

Cvh- é o estoque de carbono de vegetação herbácea (**Mg.ha<sup>-1</sup>**)

Bmvh-é a biomassa de vegetação herbácea (**Mg.ha<sup>-1</sup>**)

0.47- é o factor de conversão de biomassa em carbono

### **3.6.3 Determinação do estoque de carbono serapilheira (liteira e detritos finos)**

A partir da equação abaixo determinou-se o estoque de carbono para serapilheira:

$$\mathbf{Cs = Bms * 0.47} \text{ (Equação 18)}$$

Onde:

Cs- é o estoque de carbono da serapilheira (**Mg.ha<sup>-1</sup>**)

Bms- é a biomassa da serapilheira (**Mg.ha<sup>-1</sup>**)

0.47- é o factor de conversão de biomassa em carbono

### **3.6.4.Determinação do estoque de carbono para detritos grossos**

A partir da equação abaixo determinou-se o estoque de carbono para detritos grossos:

$$\mathbf{Cs = Bmdg * 0.47} \text{ (Equação 19)}$$

Onde:

Cs- é o estoque de carbono de detritos grossos (**Mg.ha<sup>-1</sup>**)

Bms- é a biomassa média do detrito grosso ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

0.47- é o factor de conversão de biomassa em carbono

### **3.6.5.Determinação do estoque de carbono para detritos grossos lenhosos**

A partir da equação abaixo determinou-se o estoque de carbono para detritos grossos lenhosos

$$C_s = B_{mdgl} * 0.47 \text{ (Equação 20)}$$

Onde:

Cs- é o estoque de carbono de detritos grossos lenhosos ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

Bmdgl- é a biomassa média do detrito grosso lenhoso ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

0.47- é o factor de conversão de biomassa em carbono

### **3.6.7. Determinação do estoque de carbono para a necromassa**

O estoque de carbono da necromassa será obtido a partir do somatório do estoque de carbono da serapilheira, estoque do carbono dos detritos grossos e estoque de carbono dos detritos grossos lenhosos, como ilustra a seguinte equação:

$$C_{nec} = C_s + C_{dg} + C_{dgl} \text{ (Equação 21)}$$

Onde:

Cnec é o estoque de carbono da necromassa ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

Cdg é o estoque de carbono dos detritos grossos ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

Cdgl é o estoque de carbono dos detritos grossos lenhosos ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

### **3.7. Determinação do estoque de carbono total para cada tipo de vegetação**

O estoque de carbono total para cada tipo florestal (Mecrusse, Mopne, pradaria arborizada) consistiu na soma de estoques de carbono de todas as componentes de biomassa (vegetação arbórea, vegetação herbácea e necromassa) em megagramas por hectare ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ ) Usando a equação 18 abaixo:

$$EC_{total} = C_{arv} + C_{vh} + C_{nec} \text{ (Equação 22)}$$

Onde:

Carv-estoque de carbono das árvores ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

Cvh-estoque de carbono da vegetação herbácea ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

Cnec-estoque de carbono da necromassa ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ )

#### **4. ANALISE ESTATÍSTICA**

Todas as análises estatísticas foram feitas usando o pacote estatístico R versão 3.3.2 (R Core Development Team, 2016). Antes os dados foram analisados quanto à normalidade através do teste Shapiro-wilk a 5% de nível de significância, para aferir se os dados seguiam uma distribuição normal. Depois de verificar a normalidade dos dados, fez-se a ANOVA, para verificar se existiam diferenças de estoque de carbono entre as componentes de biomassa para cada tipo de vegetação ou tipo florestal e fazer as possíveis comparações satisfazendo deste modo o terceiro objectivo específico da presente tese.

#### **5. RESULTADOS ESPERADOS**

De acordo com estudos de vários autores citados neste relatório espera-se que:

- O estoque de carbono da vegetação arbórea seja maior em relação aos diferentes estratos.
- O estoque de carbono da vegetação arbórea seja maior na floresta de Mecrusse.
- O estoque de carbono da vegetação herbácea seja maior ao da serapilheira
- O estoque de carbono da necromassa seja menor na pradaria arborizada.
- O estoque de carbono da necromassa seja maior para a floresta de Mecrusse.

## 7.CONCLUSÃO

O presente estudo visa revelar o potencial que alguns tipos de vegetação do parque Nacional do Banhine tem em estocar o carbono nas suas componentes (vegetação arbórea, vegetação herbácea e necromassa),incentiva-se mais estudos como estes pois servem como indicadores da qualidade ambiental e também como instrumento para tomada de decisão sob ponto de vista de conservação das florestas e biodiversidade, e desenhar possíveis estratégias para a mitigação das mudanças climáticas.

Para o presente estudo culminou-se apenas por apresentar as metodologias, trabalho no laboratório e procedimento para as análises estatísticas dos dados colectados no local de estudo, as análises estatísticas bem os resultados e discussões não foram apresentadas porque, a parte complementar do estudo será apresentada por uma estudante de Mestrado realizando uma dissertação que ira, entretanto, apresentar as análises estatísticas, os resultados, as discussões, as recomendações bem como responder ao terceiro objectivo específico visto que este depende de algumas análises e interpretações estatísticas.

## 6.REFERÊNCIAS

- Bila, J.M, Sanquetta,C.R, Ana. P.,Corte.D.,José.L., And De Freitas,M., “Distribuição Diamétrica e Principais Espécies Arbóreas Presentes Nos Ecossistemas de Miombo, Mopane e Mecrusse Em Moçambique.” 2018.
- Bila,J.M And Mabjaia.N., “Crescimento e Fitossociologia de Uma Floresta Com *Colophospermum Mopane*, Em Mabalane, Província de Gaza, Moçambique.” Pesquisa Florestal Brasileira, 2012.
- Birdsey, R. A. Carbon accounting rules and guidelines for the United States forest sector. *Journal of Environmental Quality*, v. 35, n. 4, p. 1518-1524, 2006.
- Bunster,J.”Commercial Timbers Of Mozambique technological Catalogue” Maputo: TraforeSt Lda,2006.
- Bustamante, M. M. C. *et al.*, Toward an integrated monitoring framework to assess the effects of tropical forest degradation and recovery on carbon stocks and biodiversity. *Global Change Biology*, 2016.
- Barbosa R.I,Silva L. F.S,Cavalcante S.O, “Necromassa Florestal: Protocolo Experimental Para Estimativas De Estoque E Produção De Liteira Grossa” Programa de pesquisa em biodiversidade,Boa vista-Roraima,2016.
- Barreto, L. V.; Freitas, A. C. S.; Paiva, L. C. (2009). *Sequestro de carbono*. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Brasil. 10p.
- Bombelli, A.; Avitabile, V.; Balzter, H.; Marchesini, L. B.; Bernoux, M.;Brady, M.; Herold, “Biomass: Assessment of the status of thedevelopment of the standards for the terrestrial essential climatevariables. Food and Agriculture Organization-Global Terrestrial Observation System.”GTOS, Rome, 2009.
- Embrapa” Estimativas Da Biomassa Acima Do Solo De Florestas Secundarias de Áreas de Proteção Ambiental rio macacu RJ”rio de Janeiro 2010.
- Higa, R. C. V.; Cardoso, D. J.; Andrade, G. De C.; Zanatta, J. A.; Rossi, L. M. B.; Pulrolnik, K.; Salis, S. M. de. Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal. Colombo: Embrapa Florestas, 2014.

- FNDS: Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável, “Mapa de cobertura de Moçambique 2016” Maputo, 2020.
- França, A.M, Sano.E Carvalho. A “Função de transferência para estimativa de teor de carbono em solo sob áreas de campo limpo húmido do distrito Federal” Brasília DF, julho 2011.
- FAO “ Global Forest Resources Assessment 2020 main report” 2020,p.11-15,2020.
- IPCC.“Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the national greenhouse programe.IGES.”Japão,2006.
- JICA (2018) Projecto de estabelecimento de uma plataforma sustentável de informação de recursos florestais para a monitoria do REDD+ em Moçambique: Relatório Final. JICA,Maputo, Moçambique.
- JICA (2017) The project for the establishment of sustainable forest resource information platform for monitoring REDD+ in the Republic of Mozambique. JICA, Maputo,Moçambique.
- Júnior, H.A. “*O Sequestro De Carbono Para O Combate Ao Efeito Estufa.*” Uberaba.Ferlagos; 2004.
- Magalhães,T.M. Inventario Florestal Nacional,MITADER,Maputo,Moçambique,2018.
- Magalhães,T.M.“Estimation of tree Biomass Measurement Uncertainties,and Morphological Topology of *Androstachys Johnsonni* prain.Dissertation presented for the degree of Doctor Phylosophy (Forestry)at University of Stellenboch”,2016.
- Magalhães TM, Seifert T Estimation Of Tree Biomass, Carbon Stocks, And Error Propagation In Mecrusse Woodlands. Open Journal Of Forestry5: 471– 488. [Http://Dx.Doi.Org/10.4236/Ojf.2015.54041](http://Dx.Doi.Org/10.4236/Ojf.2015.54041) ,2015
- MAE: Perfil do distrito de Chigubo, portal do Governo,2005.
- Marzoli,A. Relatório do Inventario Florestal Nacional, Direcção Nacional De Terras e Florestas, Ministério da Agricultura Maputo Moçambique,2007.

- Machado, P.L.O. "Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. Embrapa solos." 329-334. RJ, Brasil, 2005.
- Manjate A.A, “ Avaliação Da Biodiversidade Dentro e Fora De Áreas Protegidas: O Caso De Parque Nacional De Banhine e Arredores” tese de Licenciatura pela FAEF,Maputo,2004.
- Mugasha W.A, EID T, Bollandssås OM, Malimbwi RE, Chamshama SAO, Zahabu E, Katani JZ Allometric models for prediction of above- and belowground biomass of trees inthe miombo woodlands of Tanzania. Forest Ecology and Management, 2013.
- Ministério Do Turismo “Plano de Maneo do Parque Nacional de Banhine ”,agosto de 2010.
- P.Silveira, HS Khoehler CR.Sanquentta,JE.Arce-floresta , “o estado da arte na estimativa da biomassa e o carbono nas formações florestais ”,2008,ufpr.br.
- Nath,S,AJ Nath,GW,Sileshi,And A Kumar,DAS,“Biomass Stocks and carbon storage in Barriton gniaa cutangula flood plain forest in North est India”2017.
- Ohse, S., Derner, R. B., Ozório, R. A., Cunha, P. C. R., Lamarca, C. P., Dos Santos, M. E., Mendes, L. B. B. Revisão: Sequestro de Carbono Realizado Por Microalgas e Florestas e a Capacidade de Produção de Lipídeos Pelas Microalgas. Série N° 36. Florianópolis. 2007.
- Pearson,N.,W E Brown,S.Sarah.“Source Book For Land Use Change And Forestry Projects.”2005.
- Pan, Y., Et Al. "A Large An Persisten Carbon Sink In The World's Forests. Science Express 333." 988- 993. 2011.
- Pearson, T. R. H.; Brown, S.; Birdsey, R. A. (2007). Measurement Guidelines For The Sequestration Of Forest Carbon. United States Department Of Agriculture.1-35pp.
- Renner, R.M. "Sequestro De Carbono E A Viabilização De Novos Reflorestamentos No Brasil. Dissertação (Mestrado Em Ciências Florestais) Universidade Federal Do Paraná. Curitiba." 147. 2004.
- Ribeiro, D. E Nhabanga, E.. Levantamento Preliminar De Problemática Das Florestas De Cabo Delgado. Moçambique. 2009



- Sitoe,A.A.,Tchaúque.F.“Medição Da Biomassa Florestal Utilizando Informação Do Inventario Florestal”Ministério Da Agricultura,DNTF,2007.
- Sitoe, A.A.,Guedes,B.S “Linha De Referencia, monitoria Relatório e Verificação Para REDD+ Em Moçambique”,Moçambique, 2013.
- Sitoe,A.A, A.Kanounnikoff. “O Contexto de REDD+ em Moçambique - Causas,actores e instituições. CIFOR.” 2012.
- Silva.H.F. "Biomassa E Carbono No Estrato Arbóreo Em Área De Restauração E Em Floresta Semidecidual. Lavras. Mg." 2014.
- Samogyi, Z, E Cienciala, R Makipaa, P Muukkonen, A Lehtonen, And P Weiss. "Indirect Methods Of Large-Scale Forest Biomass Estimation. European Journal Of Forest Research." 2007.
- Sanquetta, C.R., L.R. Watzlawick, R. Balbinot, And M.A.B. E Gomes, F.C Ziliotto. "As Florestas E O Carbono. Curitiba." 153-174. 2002.
- Soares, C.P.B., E N.F. E Souza, A.L. Paula. “ Dendrometria e Inventário Florestal. Viçosa. Editora Da Ufv.” 2011.
- Soares, C.P.B., E .H.G. E. Gorgens, E.B. Leite. “Equações Para Estimar O Estoque De Carbono No Tronco De Árvores Individuais e Em Plantios Comerciais De Eucalipto.” 2005: 711-718.
- Stalmans, M. And M. Wishart. 2005. Plant Communities, Wetlands And Landscapes Of The Parque Nacional De Banhine, Moçambique. *Koedoe* 48 (2): 43– 58. Pretoria. Issn 0075-6458.
- Thaúque.F.“Estimativa De Estoque De Carbono Nos Ecossistemas Florestais Da Província De Manica”Dissertação Para Obtenção Do Grau De Mestrado Em Maneo E Conservação Da Biodiversidade,Uem-Faef,2018,P.16-26.
- Tadese S, Soromessa T, Bekele T, Bereta A, Temesgen F, “Above Ground Biomass Estimation Methods And Challenges: A Review” Journal Of Energy Technologies And Policy.Vol.9,No8,2019.

UICN, “Estado das áreas protegidas e áreas de conservação na África Oriental e Austral” <https://IUCN.CH>.2020.

Vashum KT, Jayakumar S (2012) Methods To Estimate Above-Ground Biomass And Carbon Stock In natural forests- J Ecosyst Ecogr,2012.

Kanounnikoff, W., Siteo A.A., Salomão, A., “How Is Redd+ Unfolding In Southern Africa’s Dry Forests? ” A Snapshot From Mozambique. Cifor, Bogor, Indonesia, 2011.

Wallace, J.M., E.Hobbs. “Atmospheric Science: An Introductory Survey (S.I): Academic Press.” 2006: 483.

WWW. Efeito Estufa – Brasil Escola: [bit.ly/46qB6zS](http://bit.ly/46qB6zS)

## 7.ANEXOS

### Anexo 1 Código de amostras para vegetação

<b>Vegetação herbácea (VH)</b>	
Para estrato de Mopane (MO)	MO1VH = Mopane, parcela 1, amostra de vegetação herbácea
Para estrato de Mecrusse (ME)	ME1VH = Mecrusse, parcela 1, amostra de vegetação herbácea
Para estrato de Pradaria Arborizada (PA)	PA1VH = Pradaria Arborizada, parcela 1, amostra de vegetação herbácea

<b>Liteira e detritos finos</b>	
Para estrato de Mopane (MO):	MO1L = Mopane, parcela 1, amostra de liteira
Para estrato de Mecrusse (ME)	ME1L = Mecrusse, parcela 1, amostra de literia
Para estrato de Pradaria Arborizada (PA)	PA1L = Pradaria Arborizada, parcela 1, amostra de liteira

<b>Detritos grossos (5x5m)</b>	
Para estrato de Mopane (MO)	MO1DG = Mopane, parcela 1, amostra de detritos grossos
Para estrato de Mecrusse (ME)	ME1DG = Mecrusse, parcela 1, amostra de detritos grossos
Para estrato de Pradaria Arborizada (PA)	PA1DG = Pradaria Arborizada, parcela 1, amostra de detrito grosso

Anexo 2 ficha de campo para registo do peso húmido da vegetação herbácea para cada tipo de vegetação

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Colector: \_\_\_\_\_

Parcela	Peso húmido (g)		Código da amostra
	Total	Amostra	

Anexo 3 ficha de campo para registo do DAP da vegetação arbórea para cada tipo de vegetação

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Tipo de vegetação \_\_\_\_\_

Coordenadas: Lat \_\_\_\_\_ Long \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Colector: \_\_\_\_\_

ID	Nome científico	Nome local	Dap (cm)	Observações





Anexo 6 ficha de campo para detritos lenhosos grossos (maior ou igual a 10cm)

Parcela	Comprimento (m)	Diâmetros			Observações
		Base	Centro	Topo	