



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

TESE DE LICENCIATURA

**ESTIMATIVAS DE STOCK DE CARBONO NAS FLORESTAS DE
MIOMBO EM GONDOLA**

Autora:

Floriana Armindo Tomo

Supervisor:

Prof. Doutor Almeida A. Siteo

Maputo, Agosto de 2012

RESUMO

O aquecimento global é uma das mais graves ameaças que a humanidade atravessa, provocado pelo aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa na atmosfera. Diversas pesquisas visam encontrar sistemas de produção eficazes para o sequestro e o armazenamento de carbono na biomassa e no solo. Isso irá permitir uma gerência racional e adequada dos benefícios do sequestro, minimizando os prejuízos ambientais, socioeconómicos e culturais que provêm do seu uso insustentável. O presente trabalho foi realizado no Distrito de Gondola, e teve como objectivo estimar o potencial de sequestração de carbono na floresta de miombo. Para o efeito, foram seleccionados quatro classes de uso e cobertura de terra, nomeadamente floresta densa, floresta aberta, outras formações lenhosas e áreas de agricultura, onde se estabeleceu parcelas temporárias de 20x50m, sendo para cada classe de uso, alocadas 8, 6, 3, 7 parcelas, respectivamente. Na área de estudo foram medidas o DAP de 31 árvores, e posteriormente abatidas, em seguida foram medidas os diâmetros da base e do topo, a altura total e comercial e por fim seccionadas e pesadas. Nas parcelas foram recolhidos dados de DAP e os nomes das espécies, e se fez amostragem de herbáceas, liteira e solos. Os resultados referentes aos estoques de biomassa média obtidos foram: 130.27 ton/ha (floresta densa), 116.24 ton/ha (floresta aberta), 48.77 ton/ha (outras formações lenhosas) e 4.07 ton/ha (áreas de agricultura) e o estoque de carbono de 158.54, 100.36, 133.05 e 62.29 ton/ha, respectivamente. A componente solos é a que mais contribuiu com o carbono na média (cerca de 67.05%). Numa área total de 548843.31 ha, foi estimada cerca de 54736844.15 ton de carbono. A análise de variância entre as médias de teores de carbono, indicou diferenças significativas entre a classe composta por áreas de agricultura e classes de floresta densa e floresta aberta. Analisando as correlações e regressões verificou-se que existe uma boa relação entre a biomassa e o volume do tronco, biomassa e o diâmetro e entre a biomassa e a altura total das árvores, onde a mais forte correlação verificou-se entre a biomassa e o diâmetro.

Palavras-chave: sequestro de carbono, mitigação de mudanças climáticas; Moçambique; avaliação de estoques de carbono.

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho,

Aos meus pais, Armindo Siquice Tomo e Palmira Alexandre pelo sacrifício, dedicação, luta, e aposta na minha formação e sucessos nos meus estudos.

Aos meus irmãos Artur, Alda, José, Mariza, Júlia e Regina Ruth pela força e inestimável apoio.

Ao meu amado filho Agnaldo Josué Huate e aos meus sobrinhos Mindinho e Nandinho, para que, vejam este trabalho como fonte de inspiração para o sucesso das suas vidas.

Dedico este trabalho, ao Luís Germano Inguane com muito amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus todo-poderoso, pela vida e saúde.

Ao meu supervisor, Professor Doutor Almeida Alberto Sítio, por todo o apoio científico, bibliográfico, paciência e disponibilidade que demonstrou, assim como pelas críticas, correcções e sugestões relevantes feitas durante a elaboração deste trabalho. Não esqueço seus eternos ensinamentos, seus preciosos conselhos e sua inestimável confiança. “*O meu profundo obrigado*”.

Manifesto aqui a minha gratidão a todos Professores e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal da FAEF/UEM, em particular, aos professores Doutor Mário Falcão, Doutor Andrade Egas, Eng. Guedes, Eng. Tarquínio, Eng. Rosta, Sr. Macamo, Sr. Agostinho, Sr. Chico e aos colegas e amigos da faculdade: Zunguze, Mavie, Nélia, Eunice, Amélia, Mabjaia, Amanze, Ornélio, Nkassa, Geraldina, Gerivásia, Celma, Percina, Mirian, Frances, Jonas, Anifa, Macovela, Bordalo, Ussene, Hélder, Manga e outros que aqui não mencionei pelo apoio que proporcionaram durante a minha formação.

Não deixo de agradecer também ao imprescindível apoio dos técnicos Romano de laboratório de solos, Paulo do laboratório de EPM, Paulino de laboratório de Exploração Florestal da FAEF/UEM, ao Sr. Caito pela disponibilidade da área para o abate das árvores e ao dr. Saize e a Directora Isabel de DPA de Gondola pela disponibilidade com que me receberam, e pelo material que tiveram a amabilidade de fornecer.

Por fim, agradeço em especial aqueles que sempre me apoiaram incondicionalmente, que apostaram em mim mais do que ninguém e que seguramente são os que mais compartilham da minha alegria: minha amada família.

INDICE	
RESUMO	II
DEDICATÓRIA	III
AGRADECIMENTOS	IV
LISTA DAS TABELAS	VII
LISTA DE ANEXOS	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS	VIII
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problemas e Justificação de Estudo	2
1.2. OBJECTIVOS	4
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.2. Ciclo do carbono	5
2.3. Sequestro do carbono	6
2.4. Sequestro Florestal de Carbono	6
2.5. Sequestro do carbono no solo	7
2.6. Teor de Carbono	8
2.7. Biomassa	8
III. METODOLOGIA	12
3.1. Descrição da área de estudo	12
3.2. Recolha de dados no Campo	15
3.3. Trabalho de laboratório	17
3.4. Processamento de dados	18
3.5. Determinação da biomassa	19
3.6. Determinação do estoque do carbono	20
3.7. Análises estatísticas das médias de carbono nas classes de uso e cobertura	21
3.9. Esquema - Resumo de Metodologia	23
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Composição e estrutura da vegetação	24
4.2. Biomassa média por hectare	26
4.3. Carbono Médio	30
4.4. Análises de Equações de regressão	32
4.5. Comparação do conteúdo do carbono nas diferentes classes de uso e cobertura de terra	35

4.6. Carbono Total.....	37
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	38
5.1. Conclusões	38
5.2. Recomendações.....	39
5.3. Limitações do Estudo.....	39
VI. BIBLIOGRAFIA	40

LISTA DAS TABELAS

Tabela 1: Distribuição das classes de uso e cobertura do distrito de gondola	13
Tabela 2: Distribuição populacional do distrito de gondola, por grupos etários específicos	14
Tabela 3: Distribuição das árvores por classes diamétrica.....	16
Tabela 4: Volume médio, e o respectivo desvio padrão por classe de uso e cobertura	26
Tabela 5: Peso verde, peso seco e % de humidade das amostras para cada componente	26
Tabela 6: Biomassa média, seus respectivos coeficientes de variação e valores máximos e mínimos.....	28
Tabela 7: Apresentação comparativa da biomassa média em diferentes estudos	30
Tabela 8: Teor médio de carbono dos componentes por classe de uso e cobertura de terra.....	31
Tabela 9: Análise de variância do carbono nas diferentes classes de uso e cobertura.....	35
Tabela 10: Comparação de médias do carbono entre as diferentes classes de uso e cobertura...	35
Tabela 11: Comparação do carbono médio em diferentes estudos	36
Tabela 12: Valores de carbono médio e total por cada classe de uso e cobertura de terra	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação e localização da área de estudo	12
Figura 2: Diagrama dos passos para a quantificação do carbono	23
Figura 3: Distribuição diamétrica na floresta densa.....	24
Figura 4: Distribuição diamétrica na floresta aberta.....	25
Figura 5: Distribuição diamétrica em outras formações lenhosas	25
Figura 6: Estado sanitário dos troncos afectados pelas queimadas.....	27
Figura 7: Comportamento da biomassa média acima do solo nas diferentes classes de uso e cobertura de terra.....	29
Figura 8: Distribuição percentual do carbono nas diferentes componentes para cada classe de uso e cobertura de terra	32
Figura 9: Relação entre o dap e o peso seco total de árvores individuais.....	33
Figura 10: Relação entre o volume do tronco e o peso seco total de árvores individuais	34
Figura 11: Relação entre a altura total e o peso seco total de árvores individuais	34

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de campo

Anexo 2: Ficha de Laboratório

Anexo 3: Coordenadas geográficas das parcelas medida na área de estudo

Anexo 4: Lista de espécies e suas respectivas abundâncias e frequências relativa e absoluta

Anexo 5: Resultados dos pesos verde e seco das amostras para os diferentes componentes

Anexo 6: Peso seco dos troncos e ramos das árvores individuais

Anexo 7: Lista de árvores abatidas

LISTA DE ABREVIATURAS

AG - Áreas de agricultura

C - Carbono

CO₂ - Dióxido de carbono

DAP - Diâmetro à Altura do Peito

FA - Floresta aberta

FAO - Fundo das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

FD - Floresta densa

GEE - Gás Efeito Estufa

GPS - Global Positioning System

g - gramas

Gt - Gigatoneladas

ha - hectares

hab - habitantes

INE - Instituto Nacional de Estatística

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

Km² - Quilómetro quadrado

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

ONU - Organização das Nações Unidas

OFL - Outras formações lenhosas

pH - Potencial hidrogeniónica

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

ton - toneladas

tC/ha - Toneladas de carbono por hectare

UTM - Universal Transversal Mercator

°C - Graus centígrado

%- Percentagem

I. INTRODUÇÃO

O aquecimento global é uma das mais graves ameaças que a humanidade atravessa, provocado pelo aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera. Estudos efectuados mostram que o aumento da concentração dos GEE, proveniente em grande parte por actividades económicas e industriais, poderá causar um aumento da temperatura média do planeta entre 3 a 5^o C nos próximos 100 anos (Renner, 2004), alterando a variabilidade de eventos hidrológicos e colocando em risco a vida no planeta (Loução, 2008).

Recentemente, o sequestro de carbono foi lançado na Convenção do Clima da ONU como um instrumento de flexibilização dos Compromissos de redução das emissões de Gases Efeito Estufa (GEE) dos países com metas de redução. É uma das modalidades dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto para mitigar o aquecimento Global (Yu, 2004).

Segundo Júnior (2004), a conservação de estoques de carbono nos solos, florestas e outros tipos de vegetação, a preservação de florestas nativas, a implantação de florestas e sistemas agroflorestais e a recuperação de áreas degradadas são algumas acções que contribuem para a redução da concentração do CO₂ na atmosfera. As florestas, os sistemas agroflorestais e os solos podem ser tanto reservatórios como fontes de carbono dependendo de como e com que motivo são manejados e, como são utilizados seus produtos (Arevalo *et al.*, 2002).

As florestas actuam como reservatórios ao absorver o carbono pela consequente libertação de oxigénio e retendo-o na biomassa, principalmente, na forma de madeira. Ao queimarem-se, o processo se reverte, usando oxigénio do ar para a combustão e, libertando o carbono armazenado na madeira (Thompson, 2009).

Moçambique é um dos poucos países da região da África Austral com elevado potencial em florestas nativas e matas remanescentes (Siteo *et al.*, 2012), com cerca de 70% do país (54.8 milhões de hectares) presentemente coberta de florestas e outras formações lenhosas (Marzoli, 2007). Porém, o desmatamento e a degradação florestal são comuns em Moçambique (Siteo *et al.*, 2012) como resultado do desenvolvimento da actividade agrícola, exploração florestal, desenvolvimento de infraestruturas e actividade mineira (Marzoli, 2007), resultando em mudanças de cobertura de solos.

De acordo com Siteo *et al.*, (2012), Moçambique é um dos países mais pobres do mundo com uma elevada taxa de desmatamento e degradação florestal. Uma das medidas indicadas para a

mitigação de diferentes fontes de mudança de cobertura é o nível de conservação de estoques de carbono e da redução das emissões ou aumento de estoques de carbono, embora seja difícil ainda conhecer o impacto exacto no carbono florestal para cada causa de desmatamento e degradação florestal (Siteo *et al.*, 2012).

Diversas pesquisas visam encontrar sistemas de produção eficazes para o sequestro e o armazenamento de carbono na biomassa e no solo. A estimativa de biomassa de sistemas envolvendo componentes florestais é de elevada relevância no uso sustentável dos recursos naturais, onde a biomassa é utilizada para estimar o estoque de carbono na vegetação e a quantidade de CO₂ que é libertado à atmosfera devido à adopção de diferentes usos da terra (Brown, 1997).

Segundo Renner (2004), os projectos de sequestro de carbono que farão parte das reduções das emissões dos países do Anexo I, serão desenvolvidos em países não pertencentes a este grupo. Estes projectos estariam sequestrando carbono e ao mesmo tempo ajudando os países em desenvolvimento, pois estes se beneficiarão de recursos financeiros e tecnológicos.

Dada a importância dos estoques do carbono, existe a necessidade de conhecer as quantidades de carbono sequestrado no solo e na biomassa de florestas existentes dentro do país bem como a sua viabilidade económica. Ao conhecer o potencial do sequestro de carbono no país, permitirá gerir de forma racional e adequada, minimizando os prejuízos ambientais, socioeconómicos e culturais que provêm do uso insustentável delas.

1.1. Problemas e Justificação de Estudo

O aquecimento global é uma das grandes preocupações para a humanidade, uma vez que os seus efeitos afectam a vida na terra. Segundo Nochi (2005), a velocidade e a intensidade do aumento da temperatura de Terra é incompatível com o tempo necessário a adaptação natural dos ecossistemas. Sendo assim, a promoção de desenvolvimento sustentável através de actividades ambientalmente correctas, economicamente viáveis, e socialmente justas que não comprometem a qualidade dos recursos naturais e ecológicos, é muito importante para garantir a sobrevivência da espécie humana. E uma das formas para atingir este objectivo é diminuir a concentração do carbono da atmosfera terrestre (Júnior, 2004). Por isso, pesquisa que contribui para minimizar os efeitos desses problemas é muito relevante.

A ocupação das florestas de terra firme e o desenvolvimento de actividades económicas em

algumas regiões do mundo, incluindo Moçambique são iniciados pela derruba da vegetação primária. Segundo Schimel *et al.* (1995), a vegetação derrubada sofre geralmente processos de queima, com o remanescente entrando em decomposição e esses processos resultam na emissão de CO₂ e outros gases para a atmosfera, contribuindo para o efeito estufa.

Surge, então, a preocupação em reduzir a libertação desse gás para a atmosfera, através de conservação de níveis de carbono na biomassa florestal, mas para que isso se torne possível, é necessário conhecer a quantidade do carbono sequestrado pelas florestas.

Segundo Brown (1997), a biomassa nas áreas de formação de vegetação é importante para uma melhor compreensão do ciclo de carbono e dos impactos da ocupação humana sobre o mesmo. Ainda no mesmo fio de pensamento, para o autor a biomassa estimada de florestas é extremamente relevante para o estudo de outros ciclos globais biogeoquímicos como nitrogénio, porque a quantidade de outros nutrientes na floresta está também relacionada com a quantidade de biomassa presente. A biomassa das florestas fornece estimação do carbono existente na vegetação florestal tendo em conta que cerca de 50% da biomassa é carbono (Brown, 1997).

Moçambique, esta neste momento a preparar as suas estratégias de implementação de REDD+ entretanto, não tem os parâmetros para a medição do carbono, por isso, pesquisas de natureza são relevantes. O presente estudo, foi realizado nas florestas de miombo do distrito de Gondola com o objectivo de desenvolver capacidades de medição da quantidade armazenada do carbono nas diferentes classes de uso e cobertura de terra, assim como dos solos da região usando os métodos de medição directa da biomassa.

Para compreender melhor o processo de sequestro e armazenamento do carbono nas florestas, é preciso estudar os estoques em seus diferentes compartimentos, que servem de depósitos, bem como o carbono no ecossistema em geral.

1.2 OBJECTIVOS

1.2.1 . Geral:

- Estimar o potencial do sequestro do carbono nas florestas do miombo no distrito de Gondola.

1.2.2 . Específicos

- Quantificar a biomassa e o carbono por classes de uso e cobertura de terra na floresta do miombo no distrito de Gondola;
- Analisar a relação entre a biomassa e o diâmetro, entre biomassa e a altura total das árvores e entre a biomassa e o volume do tronco; e
- Comparar os conteúdos de carbono nas diferentes classes de uso e cobertura de terra.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Efeito Estufa

Segundo Ohse *et al.* (2007), o efeito estufa é um fenómeno natural, ou seja, existe na natureza, independente da acção do homem e das actividades económicas. Ainda no mesmo fio de pensamento, estes autores afirmam que o Efeito estufa é causado pela presença de determinados gases na atmosfera terrestre e, por esta razão, estes gases são chamados de gases de efeito estufa (GEE). Sem a ajuda do efeito estufa, o sol não conseguiria aquecer o planeta terra o suficiente para que ele fosse habitável, pois a temperatura média do planeta estaria em torno de 17°C negativos e sua superfície coberta de gelo.

O Efeito estufa assegura que a temperatura média do planeta permaneça actualmente próxima aos 15°C, pois sem ele seria mais ou menos acima de 32°C. Além disso, sem o efeito estufa, o planeta estaria sujeito a variações bruscas de temperatura entre a noite e o dia, como acontece na lua e também nos desertos (Raven *et al.*, 2001).

Os raios de luz penetram na atmosfera, atingem a superfície da terra e voltam ao espaço. Ao atingir a superfície do planeta, estes raios mudam de características físicas e transformam-se em calor. Uma parte deste calor, emitido pela Terra e que está prestes a retornar para o espaço, é aprisionada na atmosfera precisamente devido a presença dos gases de efeito estufa, tais como: Vapor de água (H₂O); Ozono (O₃); Dióxido de carbono (CO₂); Metano (CH₄); Óxido Nitroso (N₂O); Clorofluorcarbonos (CFCs); Hidrofluorcarbonos (HFCs); Perfluorcarbonos (PFCs) e Hexafluoreto de Enxofre (SF₆). O efeito estufa consiste na captura na atmosfera de parte do calor gerado pela interacção da luz solar com a atmosfera e superfície da Terra que seria reflectido de volta ao espaço (Ohse *et al.*, 2007).

2.2. Ciclo do carbono

Segundo Renner (2004), o ciclo global do carbono é reconhecido como um dos mais importantes ciclos biogeoquímicos da terra devido ao seu papel na regulação da concentração atmosférica de gás carbónico, um dos mais importantes gases responsáveis pelo efeito estufa.

Uma análise das quantidades produzidas e absorvidas no início dos anos 90 indica que as emissões antropogénicas de CO₂ aumentaram para 6,0 Gt, porém isso foi superado pela retirada acelerada pela biosfera (Baird, 2002). Ainda para o mesmo autor, existem algumas evidências de que o súbito aquecimento global em razão do fenómeno El Niño, resultou em um aumento da absorção de CO₂ pela vegetação e pelo solo, até cerca de dois anos depois de suas ocorrências. Contudo, em meados dos anos 90 o incremento atmosférico anual de CO₂ já

voltou ao valor médio observado até a metade dos anos 80, provavelmente pela diminuição da absorção de CO₂ pela biosfera (Baird, 2002).

As florestas apresentam uma elevada taxa de fixação de carbono, quando comparado com outros tipos de vegetação (Barreto et al., 2009), desempenhando um papel significativo na actual problemática do ciclo global de carbono, através da troca de carbono com a atmosfera pelo processo da fotossíntese e da respiração (Renner, 2004).

Durante o processo de combustão da biomassa ocorre libertação do CO₂ para a atmosfera, tendo sido este composto químico anteriormente absorvido, em igual proporção à sua posterior emissão, pelas plantas que dão origem ao combustível. Deste modo, o teor de CO₂ emitido, aquando dos processos de transformação dos resíduos florestais, é igual ao teor de CO₂ absorvido pelas plantas e posteriormente transformado em O₂, não contribuindo assim para o aumento deste gás na atmosfera (Cardoso, 2010).

As florestas são importantes para o equilíbrio do estoque de carbono global, pois armazenam em suas árvores e no solo mais carbono do que o existente actualmente na atmosfera. Se as florestas forem cortadas, a maior parte do carbono guardado nas árvores será liberada para a atmosfera rapidamente por meio de queimadas ou, mais lentamente, via decomposição (Houghton, 1994 citado por Barreto et al., 2009).

2.3. Sequestro do carbono

Segundo Renner (2004), uma alternativa viável para mitigar o aumento de GEE, consiste na fixação do carbono atmosférico a partir de reflorestamento em grande escala. Os quatro principais compartimentos de carbono na terra são: oceanos, atmosfera, formações geológicas contendo carbono fóssil e mineral e ecossistemas terrestres (biota + solo) (Barreto *et al.*, 2009).

Renner (2004), definiu o “sequestro” do carbono como sendo a capacidade fotossintética que os vegetais possuem de fixar o CO₂ atmosférico, biossintetizando-o na forma de carboidrato sendo por fim depositado na parede celular.”

2.4. Sequestro Florestal de Carbono

Segundo Renner (2004), entre os gases do efeito estufa, que estão aumentando de concentração, o dióxido de carbono (CO₂), o metano e o óxido nitroso são os mais

importantes. Destaca-se o CO₂ com maiores emissões, elevando o seu nível de contribuição para o aquecimento global.

De acordo com o mesmo autor se a concentração de CO₂ continuar a registar aumento da temperatura da terra resultará em um aumento no nível das águas dos mares e alteração na variabilidade de ciclos hidrológicos, ameaçando a vida no planeta. O sequestro de carbono florestal é uma alternativa viável para mitigar o agravamento do processo de elevação da temperatura global, pelo aumento de GEE (Renner, 2004).

A dinâmica do carbono em uma floresta é determinada pela assimilação de CO₂ através fotossíntese total; pela libertação de carbono através da respiração das plantas autotróficas; pela transferência de carbono do solo na forma de palha de folhas, madeira e raízes e pela eventual libertação de carbono do solo de volta a atmosfera através da decomposição e respiração de micróbios e outros seres heterotróficos (Ohse *et al.*, 2007).

O dióxido de carbono pode ser removido da atmosfera por meio do crescimento de plantas com particularidades para esse fim. Quanto mais rápido o crescimento, mais rápido é a absorção de CO₂ (Baird, 2002). Devido ao rápido crescimento das árvores nos trópicos, um hectare desta floresta sequestra muito mais carbono do que um hectare de floresta temperada (Renner, 2004).

Para Yu (2004), quando se refere ao objectivo central da convenção do clima, o sequestro de carbono trata-se de uma medida atenuante e não permanente, apesar de trazer benefícios ecológicos secundários.

2.5. Sequestro do carbono no solo

Segundo FAO (2004), o ciclo global do Carbono é afectado pelos efeitos da degradação do solo e da desertificação. As alterações no uso do território encontram-se em primeiro lugar na perda da cobertura vegetativa e a posterior perda de Carbono orgânico nos solos e a qualidade dos solos. Os processos da produtividade das plantas, degradação do solo e o sequestro de carbono são profundamente ligados. Uma redução na qualidade do solo resulta na diminuição do carbono orgânico do solo, e um aumento na emissão de CO₂ para a atmosfera. A queda da qualidade do solo e da estrutura leva a uma perda na capacidade de retenção da água, e por consequência na produtividade das plantas (FAO, 2004)

De acordo com os dados da FAO (2004) o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera terrestre, foi o resultado da combustão de combustíveis fósseis e produção de cimento (67%) e a mudanças no uso do solo (33%). A mudança no uso de terra e a degradação dos solos são

processos primordiais para a libertação de CO₂ para a atmosfera. Neste âmbito, novas estratégias e políticas na organização internacional têm-se desenvolvido para a implementação de práticas de gestão da agricultura e florestas que aumentem o sequestro do Carbono tanto na biomassa como no solo (Efigénio, 2007).

Segundo Efigénio (2007), é imperioso compreender a importância destas actividades, na medida, em que, qualquer actividade desenvolvida para o sequestro do Carbono na biomassa e nos solos, em geral aumentará o conteúdo da matéria orgânica nos solos, o que por sua vez terá um impacto positivo no aspecto ambiental, agrícola e da biodiversidade dos ecossistemas. Como consequências de um aumento no stock de Carbono do solo poderá melhorar sua fertilidade, produtividade da terra para a produção de alimentos e segurança, e prevenção da degradação de terra com eventuais reflexos finais no processo de desertificação.

2.6. Teor de Carbono

Segundo Marcolin (2006), o teor de carbono é a quantidade de carbono existente na matéria seca. Os valores de literatura citam valores em torno de 50%. Portanto, uma tonelada de matéria seca de madeira ou biomassa contém cerca de 0,5 tonelada de carbono.

Um estudo foi efectuado por Williams *et al.* (2007), sobre o sequestro de carbono e biodiversidade de regeneração de florestas de miombo em Moçambique, na comunidade de N'hambita, nas proximidades do Parque nacional de Gorongosa, na província de Sofala. Estes autores estimaram valores de 8-19 ton/ha de carbono para tronco nas florestas e 3.9-15.7ton/ha nas machambas abandonadas. Para os estoques de carbono de solos obtiveram valores que variaram de 18-140 ton/ha de carbono. Na realização deste estudo, optou-se pelo valor de 0,50 para a relação carbono e matéria seca, para todas as espécies. Isso significa que uma tonelada de matéria seca do tronco, ramos grossos e ramos finos conterá 0,50 tonelada de carbono.

2.7. Biomassa

2.7.1. Definição e sua importância

De acordo com Siteo & Tchaúque (2007), a biomassa pode ser definida como a quantidade de material orgânico que constitui os seres de um ecossistema existente numa determinada área e que pode ser expressa em peso, volume, área ou número. Para estes autores uma das grandes vantagens de biomassa é a variabilidade de formas de sua utilização. Esta, pode ser

usada como combustível na forma de gases, líquidos, ou sólidos. Outra vantagem da biomassa refere-se ao facto de possuir um ciclo de reprodução extremamente curto quando comparado com as opções energéticas de origem fóssil, necessitando de pouco tempo para a sua produção.

Para Somogyi *et al.*, (2006), quando o objectivo é estimar a biomassa vegetal, como é o caso de inventários de carbono, então o termo correcto a ser usado é “ fitomassa”. Seria também possível estimar a biomassa total de um ecossistema, se incluir também a fauna. Assim, segundo Pearson *et al.* (2007), a biomassa vegetal é a quantidade total de material orgânico que se encontra sobre a superfície de solo em árvores ou arbustos, expresso como peso seco na estufa por unidade de área (árvore, hectare, região, ou país). Esta é chamada densidade de biomassa quando expressa como massa por unidade de área, por exemplo, toneladas por hectare.

Na maioria das florestas ou formações arbóreas, estimativas de densidade de biomassa estão baseadas só na biomassa de árvores com diâmetros maiores ou iguais a 10 cm que é o diâmetro mínimo habitualmente medido na maioria dos inventários de florestas. Contudo, para florestas ou árvores de estatura menor, como as das zonas áridas ou montanhosas, florestas degradadas, ou florestas secundárias, deveriam ser usados diâmetros mínimos mais baixos (Brown, 1997). Segundo o mesmo autor as estimativas de densidade de biomassa são extremamente relevantes pois fornecem meios para calcular a quantidade de CO₂ que pode ser removido da atmosfera pelas florestas durante a fotossíntese assim como são usados para complementarem outros estudos de ciclos biogeoquímicos globais como é o caso de nitrogénio porque a quantidade de nutrientes nas florestas está relacionada com a quantidade da biomassa existente.

Por outro lado, Tchaúque (2004), refere que o cálculo da biomassa lenhosa de uma determinada zona desempenha um papel importante na quantificação e estabelecimento do uso racional dos recursos florestais para vários fins tais como servir de base para elaboração de planos de manejo e prognosticar a sustentabilidade dos recursos. O cálculo da biomassa e o prognóstico da sua dinâmica é muito útil para prevenir a população dos riscos que podem advir do uso insustentável dos recursos e tomar medidas de restituição imediata assim como desenhar estratégias políticas de ligação entre o sector florestal e os outros sectores.

2.7.2. Principais Métodos de estudo de biomassa

A biomassa lenhosa pode ser estimada pelo método directo ou destrutivo e pelo método indirecto. Considera-se método directo quando ocorre a derruba de árvores, pesagem e quantificação das componentes. Já o método indirecto consiste na interpretação das imagens satélite e fotografias aéreas caso existam, ou ainda usar dados de volume já existentes e a biomassa de cada componente é inferida a partir de relações alométricas (Siteo & Tchaúque, 2007).

Siteo *et al.* (2001), para o estudo de biomassa lenhosa no distrito de Bárue, província de Manica, estabeleceram 10 parcelas temporárias de 20*20 m, separadas 20 m de cada uma em dois transectos e estas foram estabelecidas na orientação Norte-Sul e Este-Oeste. Dentro das parcelas identificaram-se as espécies e mediram-se todas as árvores com DAP superior a 10 cm. Seleccionaram 12 árvores a serem abatidas. Os autores classificaram as árvores em três classes: grandes (30-40 cm), médias (20-30 cm) e pequenas (10-20 cm). Para cada classe foram abatidas 4 árvores, que posteriormente foram seccionadas. Os troncos, ramos e folhas foram pesados separadamente.

Tchaúque (2004), para estudar a biomassa lenhosa aérea no corredor da Beira precisamente nos distritos de Dondo, Nhamatanda, Gondola e Manica. Estabeleceu 27 parcelas temporárias de 20x20m, dentro das quais foram medidas todas as árvores com DAP maior ou igual a 5cm. Após a medição foi feito o abate, a traçagem e pesagem no local. Colheu amostras de troncos e ramos, determinou o peso verde e posteriormente foram submetidas numa estufa a 80°C mediante pesagens diárias até atingir o peso constante. Para estabelecer a relação entre o DAP e o peso seco total da árvore, DAP e volume, DAP e o peso seco do tronco e o volume e o peso seco total da árvore, (Tchaúque, 2004), construiu gráficos a partir de equações de regressão usando o método de quadrados mínimos.

Brown (1997), reconhece a existência de dois métodos de estimação da biomassa das formações lenhosas baseadas em dados existentes de inventários florestais. O que em primeiro método consiste no uso de medidas existentes de estimativas de volume (m³/ha) convertido em biomassa (ton/ha) usando uma variedade de ferramentas. O segundo método estima directamente a quantidade de biomassa usando equações de regressão de biomassa. Estas equações são funções matemáticas que descrevem a biomassa seca por árvore como função de uma simples ou combinação de dimensões de árvores.

Segundo Somogy *et al.* (2006), a estimação da biomassa vegetal usando métodos indirectos pode ser desenvolvido de duas maneiras, em que uma consiste na utilização de dados de volume de árvores ou talhões que depois são multiplicados por factores apropriados denominados factores de biomassa (BF) que convertem ou expandem as estimativas de volume em estimativas de biomassa. A outra forma de estimar biomassa é através de ajuste de equações pelo uso de técnicas de regressão.

III. METODOLOGIA

3.1. Descrição da área de estudo

3.1.1 . Situação geográfica e Limites

A área de estudo localiza-se na região centro a leste da província de Manica, e ocupa uma área de 5739km², sendo limitado a Norte pelo rio Púngue, a Nordeste pelo Distrito de Gorongosa, a Oeste pelo Distrito de Manica, a sul pelo rio Revué, Sudeste pelo Distrito de Búzi e a Este pelo Distrito de Nhamatanda (MAE, 2005)

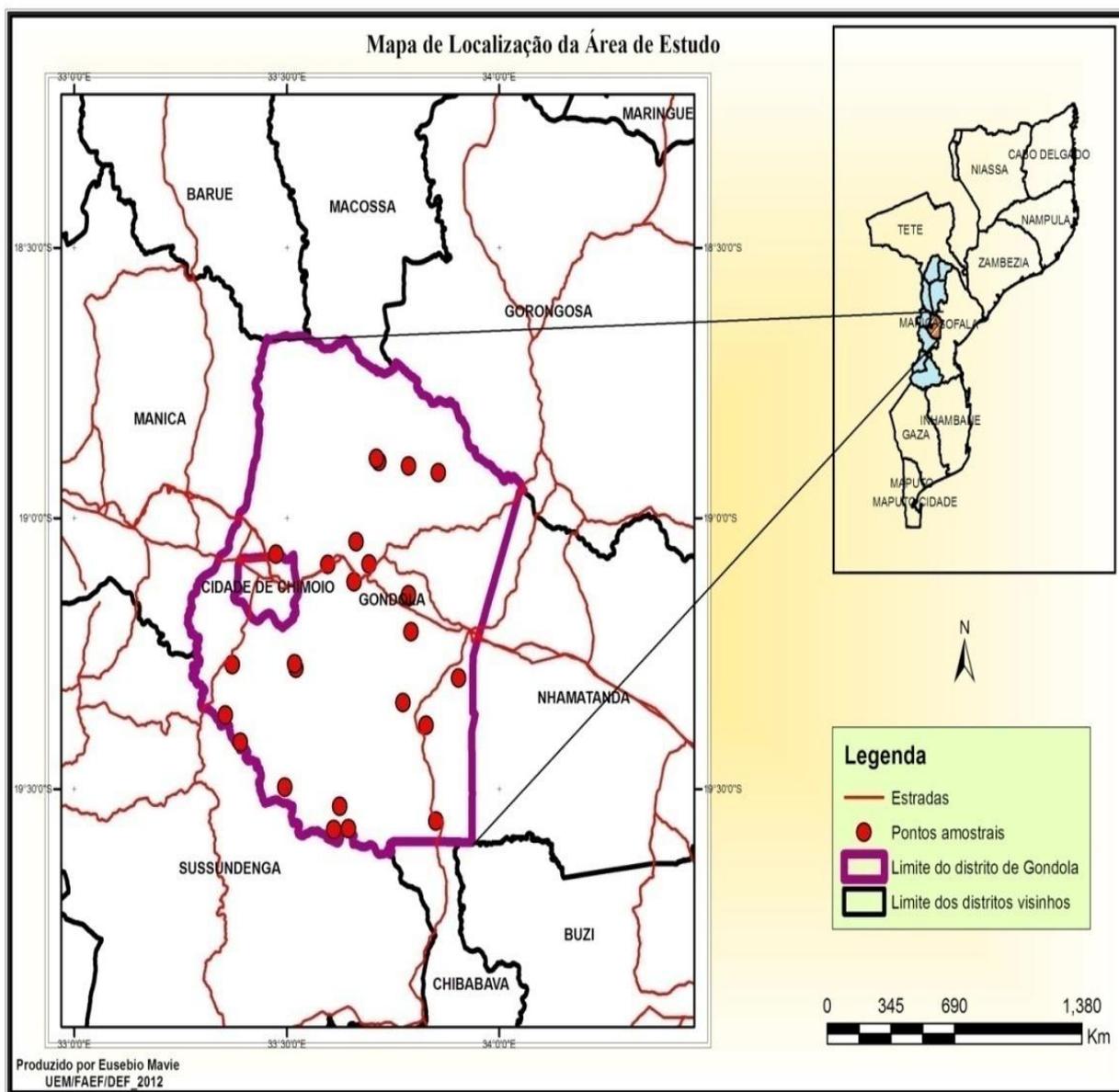


Figura1: Representação e localização da área de estudo

3.1.2 . Vegetação

O distrito de Gondola possui uma grande diversidade de vegetação, tais como as pradarias arborizadas, sendo formações edáficas especialmente no vale dos rios Pungué e com algumas remoções de vegetação lenhosa para fins agrícolas. As espécies mais frequentes nesta região são a *Diplorhynchus condylocarpon* (Mutoa), *Pseudolachnostylis maprouneifolia* (Mussondzoa), *Brachystegia spiciformis* (messassa), *Pterocarpus angolensis* (Umbila), *Albizia* sp, entre outras.

Para descrever as classes de uso e cobertura mais predominante no distrito de Gondola fez-se uma adaptação do mapa de uso e cobertura de terra de Marzoli (2007), como ilustra a tabela 1.

Tabela 1: Distribuição das classes de uso e cobertura do Distrito de Gondola

Distrito	Vegetação Predominante
	Floresta Densa
Gondola	Floresta aberta
	Outras formações lenhosas
	Áreas de agricultura

Fonte: adaptado do mapa de Uso e Cobertura de terra de Marzoli, 2007

3.1.3 . Solos

De acordo com a Carta Nacional dos solos do INIA (1994), á escala de 1:100000 a região de estudo apresenta solos profundos e mistos, franco-argiloso-arenoso. Estes solos possuem cores que variam entre cinzento a castanho, com uma boa drenagem. O pH destes solos varia entre 5-8, podendo ser classificados como solos moderadamente ácidos á ligeiramente alcalinos.

3.1.4 . Topografia

O distrito de Gondola é caracterizado por apresentar uma topografia que varia de suavemente ondulada à ondulada, o que significa que o declive varia de 0-8%. A altitude varia de 0-700 metros (INIA, 1994).

3.1.5 .Clima

Segundo MAE (2005), a região é caracterizada por apresentar clima tropical, com duas estações, uma chuvosa a partir de Novembro à Março e outra seca com quedas pluviométricas mais baixas que vai de Maio à Setembro e a precipitação média anual varia de 850-1500mm. A precipitação média mensal é de 78.8mm e as temperaturas absolutas registadas variam de 10.1⁰C e 39.1⁰C sendo mínima e máxima respectivamente (INE, 2008)

3.1.6 . Hidrografia

O distrito é atravessado por dois rios principais, o Pungué e o Revué e quatro secundários nomeadamente, Mussangadze, Mudzingadzi, Thôa e Muda. A hidrografia é recortada por pequenos rios, cujas vertentes estão orientadas para o sul em direcção ao rio Revué, exceptuando o rio Mutuchira que desagua no rio Pungué (MAE, 2005).

3.1.7 . Distribuição Populacional

A população do distrito de Gondola é estimada em cerca de 258548 habitantes que corresponde a uma densidade de 44.84hab/km², ocupando uma superfície de cerca de 5.766 Km² (INE, 2008). Esta população encontra-se irregularmente distribuída, e espalhada por todo o distrito mas, com maior concentração no centro urbano e arredores. Dentro do distrito, o movimento das pessoas acentuou a pressão sobre a terra para a agricultura e sobre os produtos florestais tais como a madeira, lenha, carvão e material de construção. A tabela 2 ilustra a distribuição da população no distrito de Gondola, por grupos etários específicos e % em relação ao total do distrito em 2007.

Tabela 2: Distribuição populacional do distrito de Gondola, por grupos etários específicos

Grupos etários	Distrito	
	Número	%
População total	258548	100
0-5 anos	58813	22.7
06- 10 anos	42143	16.3
11- 12 anos	14530	5.6
13- 15 anos	18992	7.3
16- 17 anos	10656	4.1
>18 anos	113414	43.9

Fonte: Adaptado do Instituto Nacional de Estatística (2008)

3.1.8 . Produtividade Agrícola

Segundo MAE (2005), a agricultura é a actividade económica dominante de entre os agregados familiares. As condições edafo-climáticas são bem favoráveis para a prática de agricultura, fertilidade dos solos e as condições climatéricas são favoráveis.

O sistema de produção predominante nos solos de textura pesada é de Monocultura e as principais culturas mais produzidas são: a batata-doce, citrinos, tabaco e girassol, enquanto que nos solos moderadamente bem drenados predominam as consociações de milho, mapira, mandioca e feijão-nhamba (MAE, 2005). Deste modo, para dar lugar a prática de agricultura, grandes áreas de florestas naturais e outros tipos de vegetação são queimados e convertidos,

causando desmatamentos e degradação, e consequentemente aumentando a concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera.

3.1.9 . Vias de Acesso

O distrito tem uma localização geográfica favorável que permite fácil acesso às vias rodoviárias e ferroviárias para outros distritos do país e para o estrangeiro como é o caso de Zimbabwe, Malawi, Zâmbia e Tanzânia, facilitando desta maneira a melhor adaptação de rede de mercados.

3.2 . Recolha de dados no Campo

Os dados de campo foram colhidos ao longo do distrito de Gondola, especificamente nos postos administrativos de Inchope, Amatongas, Macate, Matsinho e Canfumpe. Para a recolha de dados de campo, foram estabelecidas 24 parcelas de amostragem de 20x50m. A localização dos pontos amostrais na área de estudo foi feita com ajuda de GPS (Global Positioning System) que tinha a orientação das coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator), previamente lançadas.

As parcelas foram seleccionadas ao longo do distrito, usando a amostragem estratificada, sendo o factor de estratificação as classes de uso e cobertura de terra e não foi definido um espaçamento uniforme entre elas. As classes de uso e cobertura seleccionadas foram a floresta densa (8 parcelas), floresta aberta (6 parcelas), outras formações lenhosas (3 parcelas) e áreas de agricultura (7 parcelas). Os pontos de amostragem e a classificação da vegetação foram determinados através de imagens satélites de 2008 por Mavie (2012), assim como o levantamento de dados de DAP de todas as árvores em cada parcela.

Em cada parcela, foram medidos os diâmetros de todos os indivíduos com $DAP \geq 5\text{cm}$ e sempre que possível identificados no campo pelo nome científico com ajuda de um colector botânico ou colectando-se o material botânico para identificação posterior no herbário da UEM em Maputo. A identificação de algumas espécies foi realizado com auxílio de literatura especializada (Palgrave, 2002) e (De Koning, 1993). Foram medidas no total 1175 árvores e deste total, foram registados 79 espécies (Tabela em anexo 4).

Para a geração de função de biomassa de árvore individual, foram seleccionadas 31 árvores de diversas espécies (anexo7) as quais foram especificamente identificadas. Com o auxílio da fita métrica foram medidas o DAP e posteriormente abatidas por uma motosserra (é de salientar que por questões práticas, de sustentabilidade ecológica e ambiental, as árvores

foram abatidas dentro de uma área de um agricultor local que vai fazer a derruba da área para fazer agricultura). Após o abate, mediu-se o comprimento do tronco, o comprimento total da árvore, a altura comercial e o diâmetro da base e do topo dos troncos (todas as medições incluíam a casca). Fez-se a traçagem dos troncos e ramos grossos com a motosserra e para os ramos finos usou-se uma catana. Em ambas situações a traçagem foi feita em tamanhos fáceis de pesar na balança disponível (uma balança comercial de 200kg). Os troncos foram pesados separadamente dos ramos grossos e finos. A soma entre os pesos verde dos troncos e ramos ditou o peso verde total.

3.2.1 . Seleção de amostra das árvores para o laboratório

De modo a garantir a representatividade das amostras para a determinação do peso seco total da árvore individual, as 31 árvores abatidas foram seleccionadas aleatoriamente baseando-se em intervalos de classes diamétricas, como ilustra a tabela 3:

Tabela 3: Distribuição das árvores por classes diamétrica

Classe	DAP (cm)	Nº de árvores por classe
1	[5;10[9
2	[10;20[8
3	[20;30[5
4	[30;40[5
5	>40	4

Em cada árvore, foi retirada uma amostra de ramos (grosso e fino) e uma de tronco com espessura que variava de 5 a 20 cm na parte central. Destas amostras, extraiu-se o peso verde medido no campo com o auxílio da balança de precisão de 5g. Estas foram enumeradas com marcador para facilitar a sua identificação e conservadas em sacos de papel também enumerados, para posteriormente obter-se o peso seco no laboratório.

3.2.2 . Seleção de amostra das herbáceas para o laboratório

Nas parcelas usadas para medição de árvores, duas quadrículas de 1x1m (localizados em cada extremo da parcela das árvores de amostra) foram estabelecidas. Com o auxílio de uma tesoura, o material herbáceo (gramíneas e outras ervas) foi cortado a nível do solo e colocado em saco de papel. Em seguida, extraiu-se o peso total da parcela no campo e o peso verde da amostra usando a balança de precisão. Por fim, o saco de papel com o peso verde da amostra foi enumerado com marcador, para facilitar a sua identificação e, posteriormente obter-se o peso seco no laboratório.

3.2.3 . Selecção de amostra da liteira para o laboratório

Nas quadrículas onde foi cortado material herbáceo, todos os detritos (incluiu partes do caule altamente decomposto, frutos secos, capim morto e folhas, outros escombros de plantas acima da terra) foram retirados e colocados no saco de papel. Com o auxílio da balança de precisão, extraiu-se o peso verde total da parcela no campo e o peso verde da amostra. Por fim, o saco de papel com o peso verde da amostra foi enumerado com marcador para facilitar a sua identificação, e posteriormente obter-se o peso seco no laboratório.

3.2.4 . Selecção de amostra do solo para o laboratório

Em todas as quadrículas, onde foi removida a vegetação herbácea e o liteira, foram colectadas amostras de solo de 0 a 0.3m de profundidade com o auxílio da sonda padrão para amostragem do solo. Em cada parcela, foram colectadas pelo menos dois núcleos, um numa profundidade que variava de 0-0.2m e outro numa profundidade de 0-0.3m. As amostras colhidas na mesma parcela a uma profundidade de 0-0.3m, foram misturadas e consideradas uma única amostra para as análises, foram colocadas em sacos plásticos e etiquetadas. A amostra não perturbada (profundidade de 0-0.2m) foi retirada em anel na parcela para permitir a estimação da densidade do volume e o índice do carbono no laboratório. Posteriormente, as duas amostras foram levadas ao laboratório da FAEF para as análises.

3.3 . Trabalho de laboratório

Foram colhidos no campo, 82 amostras de árvores (troncos + ramos) com base nas classes de diâmetro acima mencionados, 37 amostras de herbáceas vivas e 38 amostras de liteira totalizando 157 amostras. A diferença entre o tamanho de amostras para as herbáceas e as liteira é explicada pela variação entre a vegetação pois algumas áreas não apresentavam a vegetação herbácea e ou liteira. As amostras, chegadas no laboratório foram submetidas a secagem numa estufa com os respectivos cartuchos que possuíam a sua identificação a uma temperatura de 80°C durante 3 a 5 dias para as amostras fáceis de secar (herbáceas, liteira, ramos e troncos de diâmetros e espessuras menores) e 5 a mais dias para as mais difíceis (ramos e troncos de diâmetros e espessuras maiores). A partir do segundo dia, após a colocação das amostras na estufa, estas foram submetidas a pesagens diárias até atingirem o peso constante. O trabalho de laboratório terminou logo que o peso de todas as amostras se manteve constante e os dados foram registados nos respectivos formulários.

3.4 . Processamento de dados

3.4.1 . Determinação do conteúdo de humidade da amostra

Foram criadas tabelas para cada tipo de amostra, onde constava o número da árvore (para troncos e ramos) e o número da parcela (para herbáceas e liteira). Estas tabelas continham o peso verde e o peso seco obtido depois de secarem na estufa. Usando estes dados calculou-se o conteúdo de humidade com a fórmula usada por Brower *et al.* (1998):

$$CH = \left[\frac{(P1 - P2)}{P1} \right] * 100$$

Onde: **CH** - Conteúdo de humidade (%)

P1 - Peso verde da amostra (kg)

P2 - Peso seco da amostra, obtido na estufa (kg)

3.4.2 . Determinação do peso seco

O peso verde de cada árvore consistiu no peso total dos ramos (grossos e finos) e troncos das árvores abatidas, e o peso verde das herbáceas e liteira consistiu no peso total da parcela. Calculou-se o peso seco total de cada componente a partir da seguinte fórmula:

$$P_{si} = P_{ci} - \frac{P_{ci} * CH_i}{100}$$

Onde: **P_{ci}** - peso verde total da componente i (tronco, ramo, herbáceas ou liteira) (kg)

CH_i - conteúdo de humidade da componente i (tronco, ramo, herbáceas ou liteira) (%)

P_s - peso seco da componente i (tronco, ramo, herbáceas ou liteira) (kg)

3.4.3 . Determinação do volume do tronco

O volume do tronco foi calculado automaticamente a partir dos dados das medições individuais de cada árvore. A equação do volume do tronco e o factor de forma para a correcção da altura comercial, foram adoptadas de acordo com a fórmula usada no inventário nacional de florestas realizado por Marzoli (2007), para o volume comercial:

$$V = \frac{\pi}{4} * DAP^2 * hc * fc$$

Onde: **V** – volume do tronco (m³)

DAP- diâmetro a altura do peito (m)

hc- - altura comercial (m)

fc - factor de forma para altura comercial (0.8) (Marzoli, 2007)

3.4.4 . Relação entre DAP, Volume, altura e Peso seco

Com base nos dados disponíveis de DAP, volume do tronco, altura e peso seco total da árvore, estimou-se os coeficientes de regressão usando o método de quadrados mínimos. Para a selecção da equação de regressão mais adequada aos dados baseou-se em critérios que incluem o coeficiente de correlação, análise de resíduos e o nível de significância dos parâmetros estimados.

As equações de regressão desenvolvidas neste estudo tiveram formato potencial, quadrático e exponencial:

$$Y = aX^b$$

Onde: **Y** - variável dependente

X - variável independente

a e b – constantes (a e b ≠ 0)

$$Y = aX^2 + bX + c$$

Onde: **Y** - variável dependente

X - variável independente

a, b e c - coeficientes

$$Y = ae^{bx}$$

Onde: **Y** - variável dependente

X - variável independente

a e b – constantes (a e b ≠ 0)

e – base dos logaritmos naturais

3.5 . Determinação da biomassa

3.5.1 . Determinação da biomassa lenhosa por hectare

Com base na equação de regressão ajustada e seleccionada especificamente para o distrito de Gondola, que relaciona o DAP e o peso seco total da árvore, estimou-se o peso seco total das árvores medidas nas parcelas, converteu-se os valores de kg para tonelada. Tendo-se a área de cada parcela estabelecida, que foi de 1000 m² equivalente a 0,1 ha, determinou-se a biomassa lenhosa de cada parcela por hectare usando-se a seguinte fórmula:

$$B_i = \frac{\Sigma(Pst)_i}{A_p}$$

Onde: **B_i** – Biomassa por hectare (dentro de cada parcela i) (ton/ha)

Σ(Pst) i – somatório do peso seco total das árvores (dentro de cada parcela i) (ton)

A_p – área da parcela (ha)

3.5.2 . Determinação da biomassa para herbáceas e liteira

Com o peso seco já calculado para as herbáceas e liteira, determinou-se a densidade de biomassa (ton/ha), multiplicando-se o peso seco por um factor de expansão calculado do quadro de amostra ou o tamanho da parcela a partir da literatura (Pearson *et al* 2005):

$$B_{tp} = P_{sp} * \frac{10000m^2}{\text{Área da parcela (m}^2\text{)}}$$

Onde: **P_{sp}** - peso seco da parcela (gramínea ou liteira) (ton)

10000m²/Área da parcela (m²) - factor de Expansão (Pearson *et al.* 2005).

B_{tp}- biomassa total da parcela (ton/ha)

3.5.3 . Determinação da biomassa lenhosa média por classe de uso e cobertura de terra

Com a biomassa por hectare já calculada para cada parcela, fez-se o somatório da biomassa nas parcelas para a mesma classe de uso e cobertura de terra e determinou-se a biomassa média por hectare, usando a seguinte fórmula:

$$B_{mv} = \frac{B_v}{n}$$

Onde: **B_v** - Biomassa por classe de uso e cobertura de terra nas parcelas (ton/ha)

n- numero total de parcelas classe de uso e cobertura de terra

B_{mv}- Biomassa média por classe de uso e cobertura de terra

Depois somou-se a biomassa dos diferentes componentes: arbóreo, herbácea e liteira para determinar a biomassa média total para cada classe de uso e cobertura de terra.

3.6 . Determinação do estoque do carbono

b) Carbono da vegetação

Com a biomassa já calculada para cada tipo de vegetação (árvores, herbáceas, e liteira), determinou-se o conteúdo do carbono sequestrado nesses tipos de vegetação usando a conversão de factores a partir da literatura (IPCC 2003 e Pearson *et al.*, 2005). Essas fontes de informação recomendam o uso de valores entre 0.45 e 0.5 para converter a biomassa da

planta para carbono. Logo, devido ao valor de 0.5 ter sido extensamente usado, é também usado neste estudo como na equação a baixo:

$$E_c = (B \text{ árvores} + B \text{ herbáceas} + B \text{ Litteria}) * 0.5$$

Onde: **Ec**= estoque de carbono acima do solo (t/ha)

B árvores - biomassa de árvores (ton/ha)

B herbáceas - biomassa das herbáceas (ton/ha)

B liteira - biomassa da liteira (ton/ha)

0.5 = Factor de conversão de biomassa em carbono (IPCC 2003 e Pearson *et al.* 2005).

b) Carbono do solo

A quantidade do carbono obtido a partir do laboratório usando o método Walkley-Black (Westerhout & Bovee, 1985) foi usada para estimar o carbono total do solo a partir das amostras a profundidade 0-30 cm. E este carbono foi convertido por unidade de área usando a equação obtida a partir do Pearson *et al.* (2007) que é dada por:

$$C_p = [(D_s * P_s * C_s)] * 100$$

Onde: **Cp** - índice do carbono por unidade de área (ton/ha)

Ds -densidade do volume do solo determinado no laboratório (g/cm³)

Ps- profundidade onde as amostras são retiradas (cm)

Cs - o carbono do solo determinado no laboratório (% expressa como fracção sem unidade).

c) Carbono médio total para cada classe de uso e cobertura de terra

O carbono total para cada classe de uso e cobertura de terra foi determinado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Carbono médio total} = E_c + C \text{ solo}$$

Onde: **Ec** – Estoque de carbono acima do solo (ton/ha)

C solo - carbono do solo (ton/ha)

3.7 . Análises estatísticas das médias de carbono nas classes de uso e cobertura

As análises estatísticas descritivas e experimentais foram processadas por meio do programa estatístico *Excell*, a fim de analisar e verificar se, estatisticamente, existem diferenças de teores de carbono entre as classes de uso e cobertura de terra. Verificou-se que as variâncias

são homogêneas e formularam-se duas hipóteses, sendo uma nula (H₀) e outra alternativa (H_a):

H₀: A média do carbono é igual nas quatro classes de uso e cobertura

H_a: A média de carbono é diferente nas quatro classes de uso e cobertura

Fez-se a ANOVA (Análise de Variância), para averiguar se houve diferenças significativas nas análises. Logo após esse procedimento, o teste de DMS (diferenças mínimas Significativas) foi aplicado para saber até que ponto a diferença entre as médias era significativa entre as distintas classes de uso e cobertura de terra, para o efeito a seguinte fórmula foi usada:

$$DMS = t\left(\frac{\alpha}{2}\right) * \sqrt{QME * \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)}$$

Onde: **DMS** = Diferenças mínimas significativas (ton/ha)

t- teste de student

α- Nível de significância (0.05)

QME- Quadrados Médio do Erro

r₁ = repetições para tratamento 1

r₂ = repetições para tratamento 2

3.8. Determinação do carbono total por classe de uso e cobertura de terra

As áreas cobertas por cada classe de uso e cobertura de terra no distrito foram obtidas através de imagens de satélites de 2008. Tendo estas áreas e do carbono por hectare determinou-se a carbono total da seguinte maneira:

$$C_{tv} = A_t * C_{mt}$$

Onde: **A_t** – Área total de cada classe de uso e cobertura de terra (ha)

C_{mt} – Carbono médio total por classe de uso e cobertura de terra (ton/ha)

C_{tv} – Carbono total por classe de uso e cobertura de terra (ton)

Com a biomassa total já calculada para cada tipo de vegetação e o total da biomassa ao longo de todo o Corredor da Beira determinou-se a percentagem da biomassa em relação a biomassa total da seguinte fórmula:

$$\%C = \frac{C_{tv}}{C_t} * 100$$

Onde: C_{tv} – Carbono total por classe de uso e cobertura de terra

C_t – carbono total do Distrito de Gondola

%C - percentagem do carbono

3.9. Esquema - Resumo de Metodologia

A Figura 2 apresenta o diagrama com os procedimentos de determinação de biomassa e carbono, apresentados anteriormente com detalhe em cada uma das etapas.

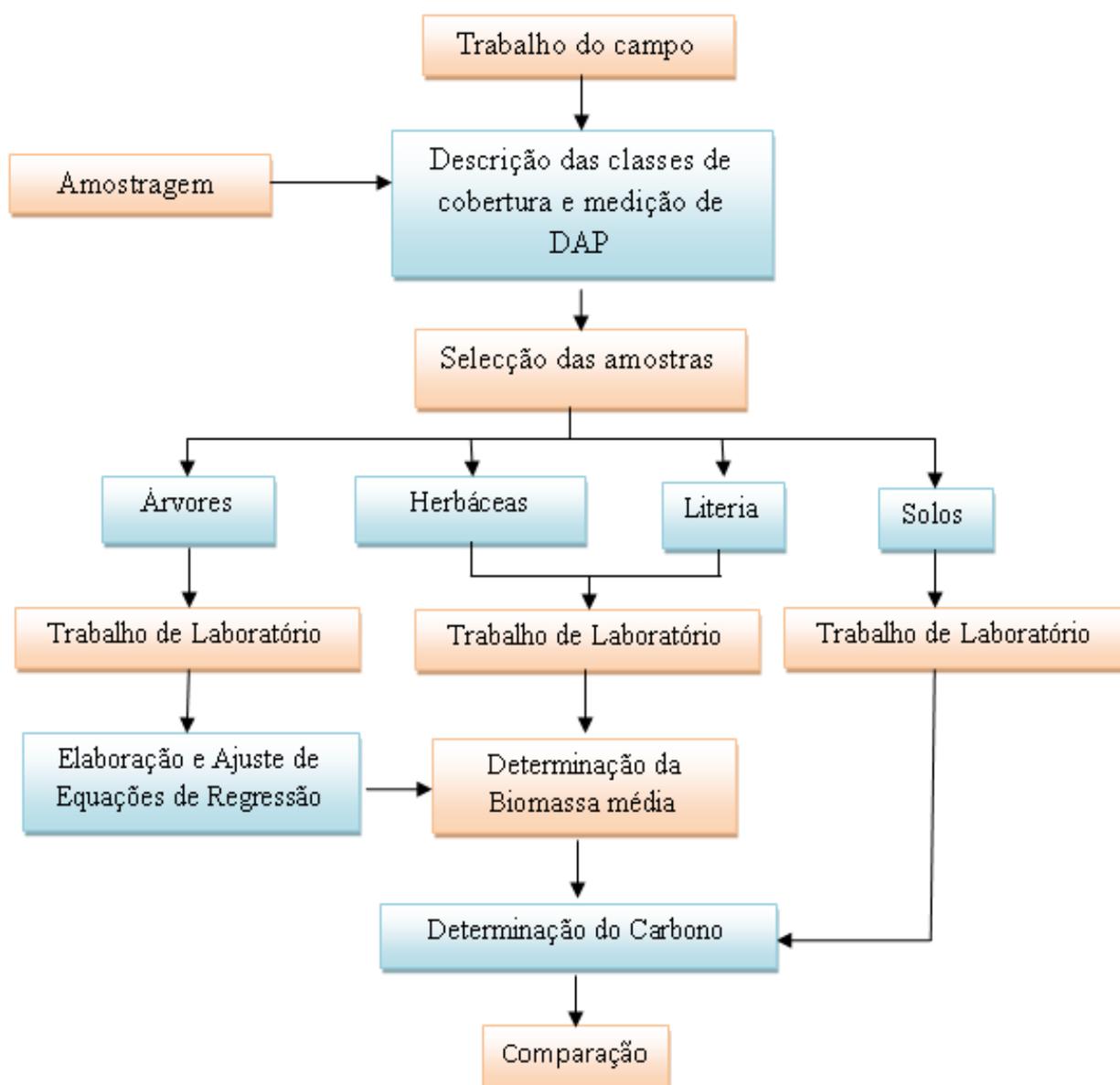


Figura 2: Diagrama dos passos para a quantificação do carbono

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição e estrutura da vegetação

Dos povoamentos observados em todas as classes de uso e cobertura, a espécie mais abundante foi *Diplorhynchus condylocarpon* que apresenta 16.6 % do total das árvores medidas nas parcelas, seguindo-se *Albizia adianthifolia* e *Cussonia arbórea* com 8.9 % e 5.3 % respectivamente.

As espécies mais frequentes são a *Diplorhynchus condylocarpon* e *Pseudolachnostylis maprouneifolia* que foram ambas encontradas em 10 das parcelas observadas (frequência relativa 4.8%), seguida da *Brachystegia spiciformis* e *Pterocarpus angolensis* ambos com 3.8%.

As Figuras 3, 4 e 5 ilustram a distribuição de frequência de indivíduos. Onde, verificou-se a presença de muitos indivíduos na classe de diâmetro de 20-30 cm em todos os tipos de uso e cobertura de terra.

O diâmetro máximo medido na área de estudo foi de 70.6 cm. Das 1175 árvores medidas, cerca de 37.6% das árvores tem DAP menor que 20 cm e 53.5% tem DAP entre 20-30 cm e os restantes 8.9% são árvores com DAP > 40cm.

Pela figura 3, pode se verificar que nos povoamentos de floresta densa os diâmetros variaram de 5 a 65.70 cm e o diâmetro médio foi de cerca de 16.06 cm. Foram medidos 606 indivíduos nesta classe, apenas 65 árvores apresentaram o DAP acima de 40 cm. O número de árvores nas parcelas variou de 44 a 109 árvores/ha. O volume comercial médio calculado para esta classe foi de cerca de 108.24 m³/ha (tabela 4).

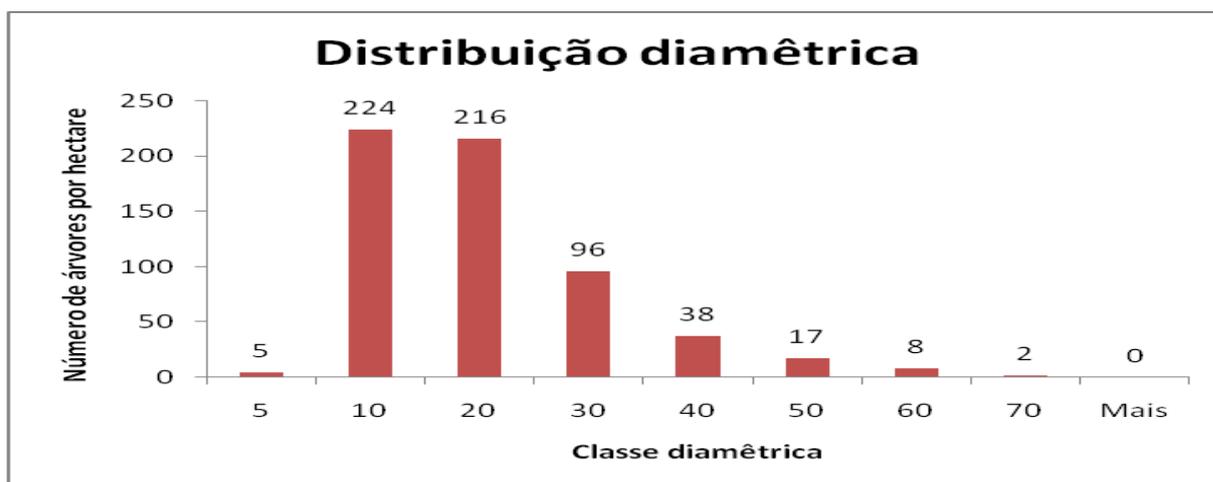


Figura 3: Distribuição diamétrica na floresta densa

Nos povoamentos de floresta aberta (figura 4), os diâmetros variaram de 5 a 70.6 cm e o diâmetro médio foi de cerca de 16.78 cm. Em relação a frequência, dos 350 indivíduos medidos nesta classe, apenas 37 árvores apresentaram o DAP acima de 40 cm. O número de árvores nas parcelas variou de 36 a 107 árvores/ha. O volume comercial médio das espécies presentes nesta classe foi cerca de 95.75 m³/ha (tabela 4)

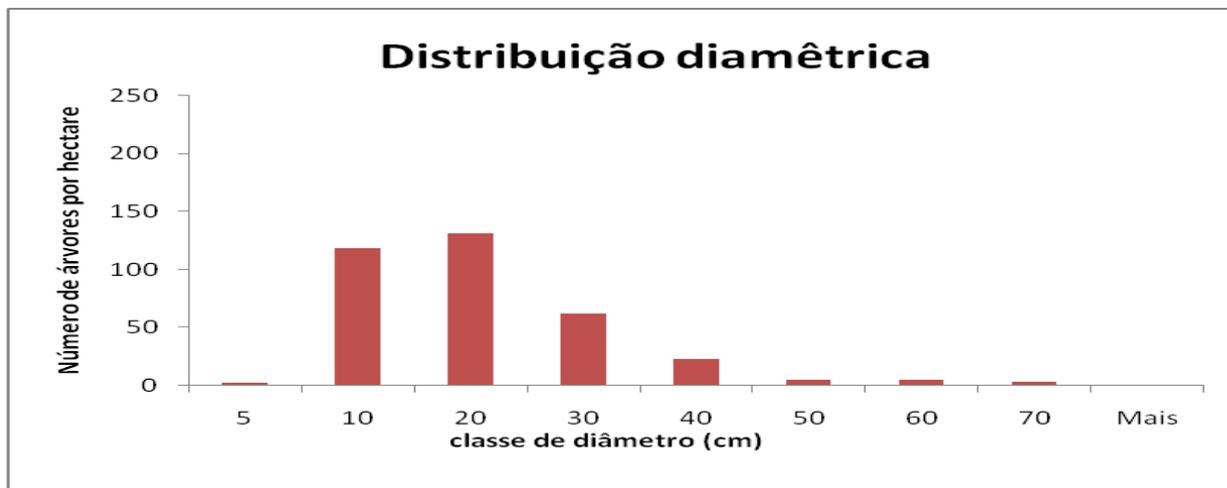


Figura 4: Distribuição diamétrica na floresta aberta

Para as outras formações lenhosas, foram observados entre 5 e 42.7 cm como diâmetros máximo e mínimo respectivamente (figura 5). O diâmetro médio encontrado nesta classe foi de cerca de 12.72 cm. Das 219 árvores medidas nesta classe, apenas 2 árvores apresentam o DAP acima de 40 cm. O número de árvores/ha nas parcelas variou de 54 a 103. Verificou-se que esta classe possui um volume de cerca de 60.99 m³/ha (tabela 4).

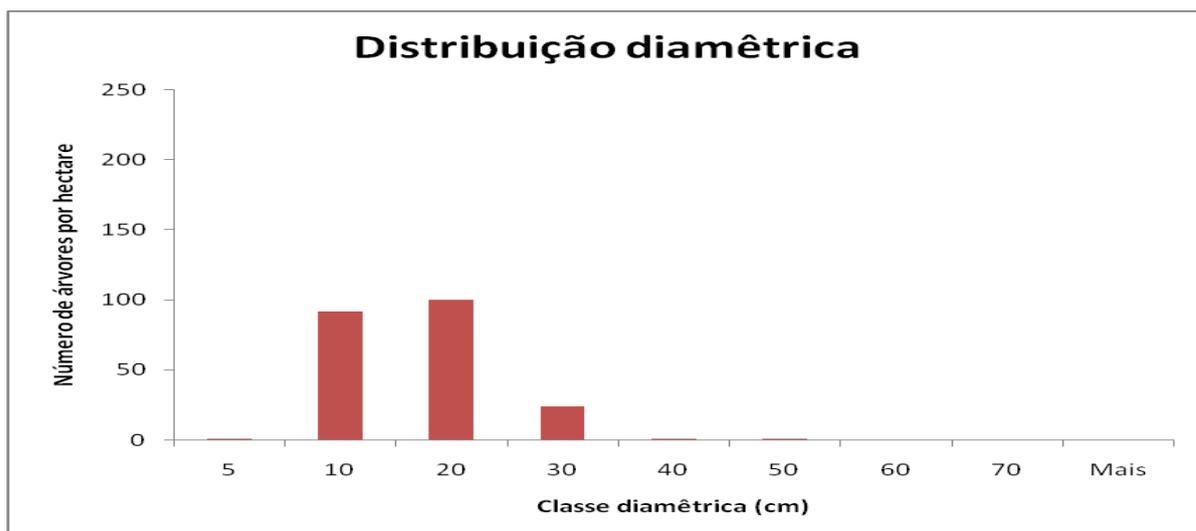


Figura 5: Distribuição diamétrica em outras formações lenhosas

Tabela 4: Volume médio, e o respectivo desvio padrão por classe de uso e cobertura

Classes de uso e cobertura de terra	N	Volume (m3/ha)	Desvio padrão
Floresta densa	8	108.24	38.55
Floresta aberta	6	94.75	17.91
Outras formações lenhosas	3	60.99	10.87
Áreas de agricultura	7	0	-

4.2. Biomassa média por hectare

Para a estimativas de biomassa seca, foram abatidas 31 árvores com diâmetros que variaram de 5.1 a 52.23 cm, distribuídas em intervalos de classes de diâmetro (tabela 3). Os resultados de conteúdos de humidade, Peso verde e peso seco das amostras separadas em três componentes são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Peso verde, peso seco e % de humidade das amostras para cada componente

Componente	Nº das amostras	Peso verde (kg)	Peso seco (kg)	Humidade (%)
Tronco	31	1.254	0.774	39.37
Ramo grosso	20	0.141	0.094	30.05
Ramo fino (+ folhas)	31	0.193	0.079	58.52

Analisando o peso verde e seco das amostras, e sua distribuição nos diferentes componentes, observa-se que 61.72% do peso da amostra do tronco era água. Por sua vez, o conteúdo de humidade da amostra do ramo grosso e fino correspondeu a 30.05 e 58.2%, respectivamente. Em todos os componentes, o ramo fino (+ folhas) apresentou maior conteúdo de humidade em relação ao tronco e ramo grosso. Resultado similar foi encontrado em outro estudo, efectuado por Tchaúque (2004) em floresta do miombo no corredor da Beira. A maior percentagem de humidade nos ramos é justificada por essa autora como resultado de alta concentração de células vivas nos ramos que tendem a acumular água e outras substâncias nutritivas.

Desde os dados obtidos no campo até ao trabalho de laboratório, constatou-se uma variabilidade do peso nas componentes, esta variabilidade foi causada pela perda de humidade. A ordem decrescente de distribuição de biomassa seca pelos diferentes componentes, ramos, troncos e folhas foi de 6246.82 kg, 3756.46 kg e 500.04 kg respectivamente (Tabela em anexo 5).

O peso seco foi menor nos ramos como era de se esperar devido ao facto de estes apresentarem na sua composição elevados teores de água. Siteo *et al.* (2001), encontraram

uma sequência de distribuições semelhantes na floresta seca de miombo. Para estes autores, esta situação deve-se particularmente ao crescimento e arquitectura de árvores do miombo, presença de ramos grandes e abundantes.

Durante a colheita de dados no campo, verificou-se que alguns troncos das árvores, encontravam-se ocos na sua parte central (ver figura 6), segundo a informação dada pelos guias no campo, este facto poderá resultar das queimadas efectuadas durante o maneio silvicultural. Esta situação pode ter contribuído de certa forma na redução do peso verde dos troncos e consequentemente a redução do peso verde total das árvores afectadas.

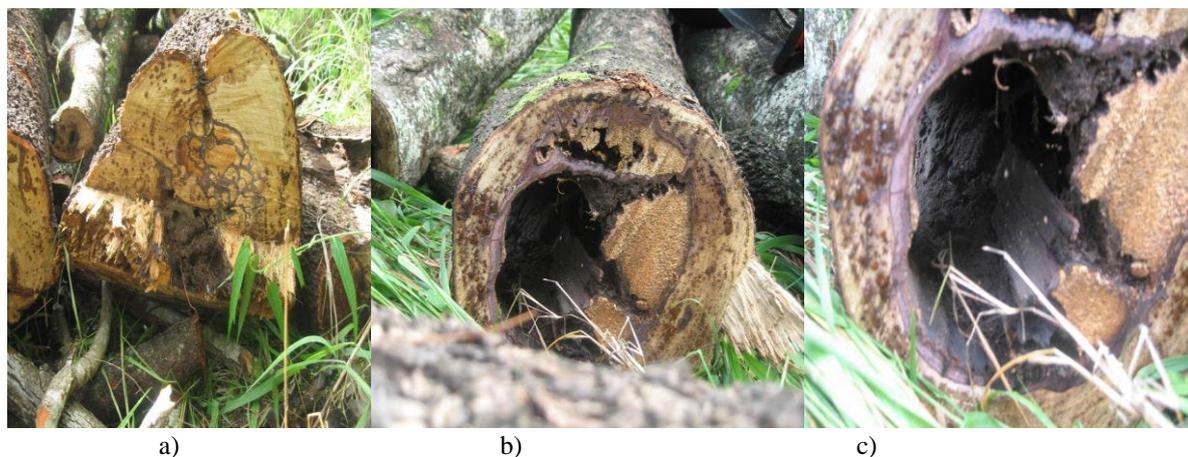


Figura 6: Estado sanitário dos troncos afectados pelas queimadas. a) Fase de baixa incidência de queimadas; b) e c) fases de incidência alta de queimadas

Com os dados de peso seco das árvores abatidas e do DAP das mesmas, tornou-se possível obter os níveis de correlação, analisadas através do coeficiente de determinação. Correlação esta que resultou na seguinte equação alométrica: $PST = 0.056DAP^{2.599}$ (com $R^2 = 93.7\%$, $P = 0.0918$ e $N = 31$), ajustada e eleita melhor. Com base nesta equação estimou-se o peso seco total das árvores individuais e a biomassa média nas parcelas, em função do DAP das diferentes classes de uso e cobertura de terra. Os resultados desta operação se encontram resumidos na tabela 6.

A biomassa lenhosa dentro da área do estudo, apresentou uma grande variabilidade, encontrando-se em algumas parcelas valores baixos de 46 ton/ha (vegetação composta maioritariamente por arbustos) e noutras acima de 200 ton/ha (vegetação composta por árvores), sendo que grande parte dessa biomassa é representada pela componente lenhosa. A biomassa média lenhosa por hectare variou de 45.90 a 121.14 ton/ha, encontrando-se maior valor na floresta densa com 121.14 ton/ha, é o que se esperava e justifica a sua estrutura e

fisionomia em relação as outras classes de uso e cobertura, seguido de floresta aberta com 108.09 ton/ha, como já era de se esperar o menor valor observou-se em outras formações lenhosas com 45.90 ton/ha, visto ser a que tem menor componente lenhosa a que mais contribui para a biomassa.

A Tabela 6 a seguir, indica os valores da biomassa média acima do solo (ton/ha) e os seus respectivos coeficientes de variação (%), os valores máximos e mínimos (ton/ha) nas diferentes classes de uso e cobertura de terra.

Tabela 6: Biomassa média, seus respectivos coeficientes de variação e valores máximos e mínimos

Componente	Floresta densa	Floresta aberta	Outras formações lenhosas	Agricultura
Lenhosa (ton/ha)	121.14	108.09	45.9	-
Herbácea (ton/ha)	1.43	1.75	2.07	1.78
Literia (ton/ha)	7.70	6.41	0.80	2.28
Total (ton/ha)	130.27	116.24	48.77	4.07
N	8	6	3	7
Cv (%)	51.45	46.28	5.88	99.32
Desvio padrão (ton/ha)	67.02	53.79	2.87	4.04
Máximo (ton/ha)	213.59	185.03	48.65	11.05
Mínimo (ton/ha)	47.82	54.91	45.91	0.00

A classe de uso e cobertura composta por outras formações lenhosas foi a que apresentou uma menor variabilidade em relação as outras três classes com um coeficiente de variação, de cerca de 5.88. Isto sugere que a classe de uso e cobertura composta por outras formações lenhosas apresenta uma menor variação da biomassa lenhosa entre as parcelas que as restantes classes de uso. O coeficiente de variação alto das outras três classes de uso pode se justificar pelo facto de encontrar-se algumas parcelas com uma componente lenhosa bem desenvolvida e outras com vegetação menos desenvolvida ou ainda sem componente lenhosa, assim como existência de outras classes de uso dentro das áreas consideradas como floresta aberta, floresta densa ou áreas de agricultura.

Importante notar que nas áreas de agricultura encontrou-se um valor de coeficiente de variação mais elevado quando comparado com outras classes de uso, valor superior a 99.32%, facto que sugere uma grande diferença de biomassa entre as parcelas.

A classe de uso e cobertura composta por outras formações lenhosas apresentou menor desvio nas médias visto que o intervalo entre o valor mais baixo e o mais alto de biomassa é menor, o que foi diferente para o caso da floresta densa o desvio padrão foi maior e o erro nesta formação é elevado. O máximo valor de biomassa por hectare por parcela verificou-se na floresta densa e o valor mínimo verificou-se nas áreas de agricultura.

A biomassa média por hectare acima de solo das três componentes principais (lenhosa + herbáceas + liteira) variou de 130.27 a 4.07 ton/ha, tendo-se maior biomassa média na floresta densa, seguida da floresta aberta e outras formações lenhosas com 130.27, 116.24 e 48.77 ton/ha respectivamente, e por último áreas de agricultura com 4.07 ton/ha. Este comportamento seria de esperar, visto ser a componente lenhosa é a que mais contribui para a biomassa.

A figura 7, indica o comportamento dos valores da biomassa média acima do solo por hectare nas diferentes classes de uso e cobertura de terra.

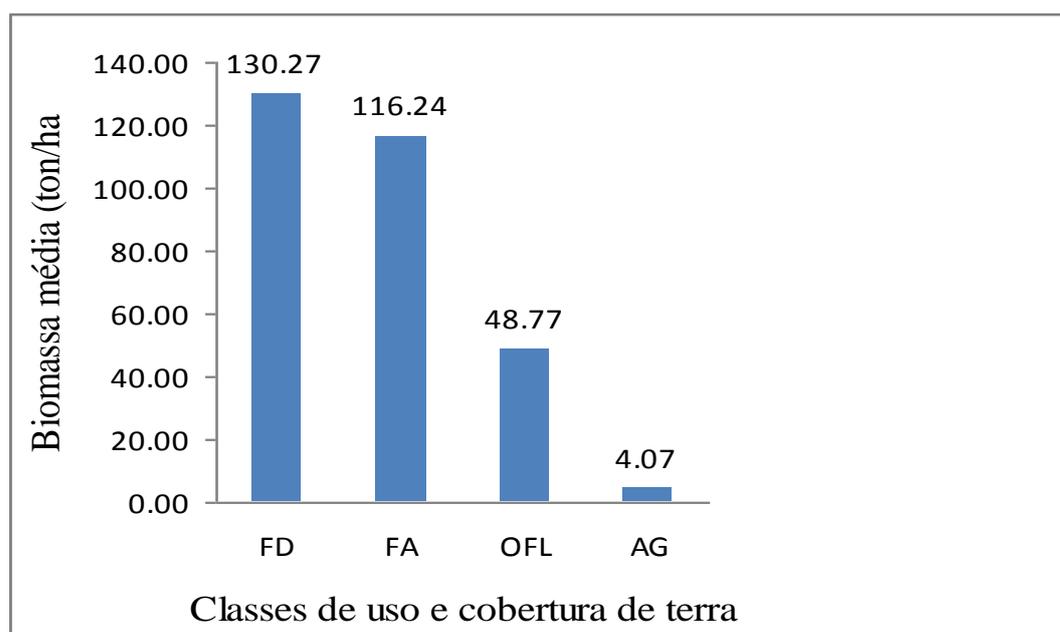


Figura 7: Comportamento da biomassa média acima do solo em ton/ha nas diferentes classes de uso e cobertura de terra (FD- Floresta densa; FA- Floresta Aberta; e OFL- outras formações lenhosas).

Outros autores da região da África, estudando biomassa nos diferentes tipos de formação vegetativa, encontraram valores de biomassa média como ilustrado na tabela 7.

Tabela 7: Apresentação comparativa da biomassa média em diferentes estudos

Tipo de formação vegetativa	Biomassa (ton/ha)	Referências Bibliográfica
Floresta densa (Moçambique) acima de solo	130.27	Presente estudo
Floresta aberta (Moçambique) acima de solo	116.24	Presente estudo
Outras formações lenhosas (Moçambique) acima de solo	48.77	Presente estudo
Formação herbácea arborizada (Moçambique) acima do solo	19.96	Tchaúque (2004)
Matagal (Moçambique) acima do solo	28.87	Tchaúque (2004)
Floresta de baixa altitude fechada (Moçambique) acima do solo	26.34	Tchaúque (2004)
Moita (Moçambique) acima do solo	17.1	Tchaúque (2004)
Floresta de baixa altitude aberta (Moçambique) acima do solo	64.19	Tchaúque (2004)
Floresta seca (região sub-húmida de África) acima do solo	209	Chidumayo <i>et al.</i> (2010)
Mata nativa (Somália) acima do solo	18	Chidumayo <i>et al.</i> (2010)
Bosque (Sudão) acima do solo	78	Chidumayo <i>et al.</i> (2010)
Miombo maduro (Zâmbia) acima do solo	67.2	Campbell (1996)

As estimativas de biomassa média obtidas no presente trabalho diferem das estimativas obtidas nos outros estudos (tabela 7), sendo estas relativamente superiores quando comparadas com as estimativas obtidas em outro estudo do mesmo país. Essas diferenças podem ser explicadas pela diferença de amostragem usada para cada caso, pela diferença entre as áreas de estudo assim como pela diferença dos anos, visto que as florestas não são estáticas, encontrando-se em constantes alterações.

Os valores médios elevados de biomassa no presente estudo, resultam no facto de incluir para o estudo árvores com valores de DAP mínimo de 5cm, assim como dados das componentes lixo e liteira enquanto que os outros estudos incluem apenas árvores com DAP mínimo de 10cm e excluem dados dos componentes lixo e liteira.

4.3. Carbono Médio

O teor médio de carbono do ecossistema foi calculado a partir dos resultados da biomassa em ton/ha em cada classe de uso e cobertura de terra correspondente. Os resultados desta operação encontram-se resumidos na tabela 8 a seguir:

Tabela 8: Teor médio de carbono dos componentes por classe de uso e cobertura de terra

Componente	Carbono (ton/ha)			
	Floresta densa	Floresta aberta	Outras formações lenhosas	Agricultura
Lenhosa	60.57	54.04	22.95	-
Herbáceas	0.72	0.88	1.04	0.89
Literia	3.85	3.21	0.4	1.14
Solo	93.4	74.93	75.98	60.26
Total	158.54	133.06	100.36	62.29
N	8	6	3	7

A ordem decrescente de distribuição de carbono pelas diferentes classes de uso e cobertura de terra, floresta densa, floresta aberta, outras formações lenhosas e áreas de agricultura foi 158.54 ton/ha, 133.06 ton/ha, 100.36 ton/ha e 62.29 ton/ha respectivamente (tabela 8).

A estimativa de estoque de carbono médio lenhoso acima do solo foi de 60.57 ton/ha para a floresta densa, 54.04 ton/ha para a floresta aberta, 22.95 ton/ha para as outras formações lenhosas. As outras formações lenhosas se destacaram em apresentar valores mais elevados, de carbono médio das herbáceas em relação a outras classes de uso e cobertura.

Pelos resultados, pode-se também verificar que o maior reservatório de carbono é a componente solos, tendo se verificado o valor mais elevado na floresta densa com cerca de 93.4 ton/ha, seguido de outras formações lenhosas e floresta aberta com 75.98 e 74.93 ton/ha, respectivamente. O valor médio mais baixo do carbono do solo foi encontrado nas áreas de agricultura com uma média de 60.26 ton/ha. Este valor baixo do carbono do solo pode ser justificado pela perturbação humana durante a exploração de madeira, corte e remoção da vegetação para dar lugar a prática da agricultura. Segundo Williams *et al.* (2007), cerca de 19.0 tC/ha são reduzidos anualmente nas áreas de florestas de miombo devido à conversão do uso da terra para a agricultura a partir de floresta natural. Walker e Desanker (2004) observaram reduções do carbono em 40% após conversão de áreas de florestas para a agricultura na floresta do miombo em Malawi.

A percentagem de contribuição das componentes nos diferentes tipos de uso e cobertura de terra altera com a alteração da vegetação conforme a figura 8. A componente solos foi a que maior se destacou e é máxima para a área de agricultura com 96.74% e mínima para a floresta densa com cerca de 58.91%. A componente lenhosa foi mínima nas áreas de agricultura e máxima na floresta aberta, com 0 e 40.61%, respectivamente.

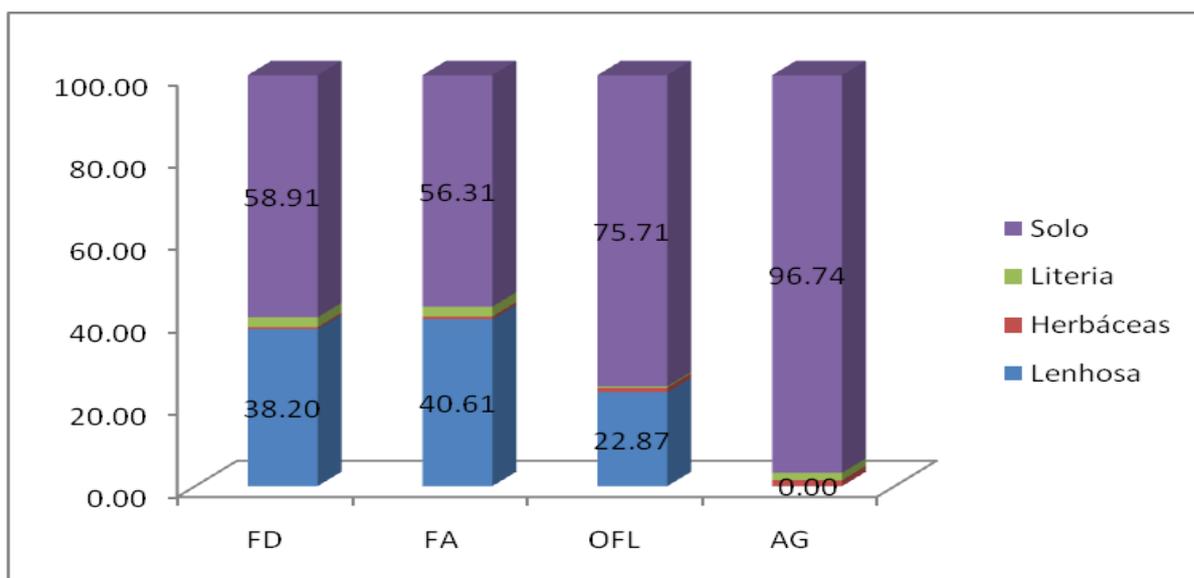


Figura 8: Distribuição percentual do carbono nas diferentes componentes para cada classe de uso e cobertura de terra (FD- Floresta densa; FA- Floresta Aberta; e OFL- outras formações lenhosas).

O teor de carbono médio do ecossistema variou de 62.29 a 158.54 ton/ha e mostra um comportamento semelhante ao da biomassa média, tendo-se o máximo valor de carbono médio na classe composta por floresta densa com 158.54 ton/ha e o mínimo na classe composta por áreas de agricultura com 62.29 ton/ha (tabela 8). Este comportamento seria de esperar para as áreas de agricultura, devido ao facto de não existência da componente lenhosa nas parcelas correspondentes a esta classe de uso.

4.4. Análises de Equações de regressão

Das análises feitas constatou-se que, todos os modelos (Figuras 9, 10 e 11) apresentaram coeficientes de determinação altos (acima de 70%), o que significa que mais de 70% da variação da biomassa pode ser explicada pelo DAP, volume e ou Altura.

Os modelos de melhor ajuste foram o (1) e (3) que relacionam o DAP/peso seco total da árvore (figura 9) e altura total/peso seco total da árvore (figura 11), visto que apresentaram coeficientes de determinação de 93.7% e 90.6% respectivamente. Pode se dizer ainda que os modelos apresentaram qualidade, apesar de serem baseados somente nas variáveis independentes DAP (modelo1) e altura (modelo3), pois, o peso seco total da árvore individual aumenta com o aumento de DAP e ou altura.

Através das relações encontradas entre o DAP e peso seco total e entre a altura e peso seco total torna-se possível estimar o peso seco total da árvore individual a partir do DAP e ou altura, respectivamente, para casos de estudo em florestas com DAP das árvores que variam de 5 a 40 cm ou mais, sendo este o intervalo considerado no presente estudo.

A Figura 10, mostra que existe uma relação linear entre o volume do tronco e o peso seco total, sendo que, o peso seco total da árvore aumenta com o aumento do volume.

Relações quadráticas e lineares significativas entre o DAP e peso seco total da árvore ($R^2 = 0,78$) e entre o volume do tronco e peso seco total ($R^2 = 0.56$) foram encontradas por Tchaúque (2004) em estudos de biomassa no corredor da Beira.

i. Relação entre o DAP e peso seco total de árvores individuais

$$PST(kg) = 0.056DAP^{2.599}$$

Modelo1

$$R^2 = 0.937$$

$$P = 0.0918$$

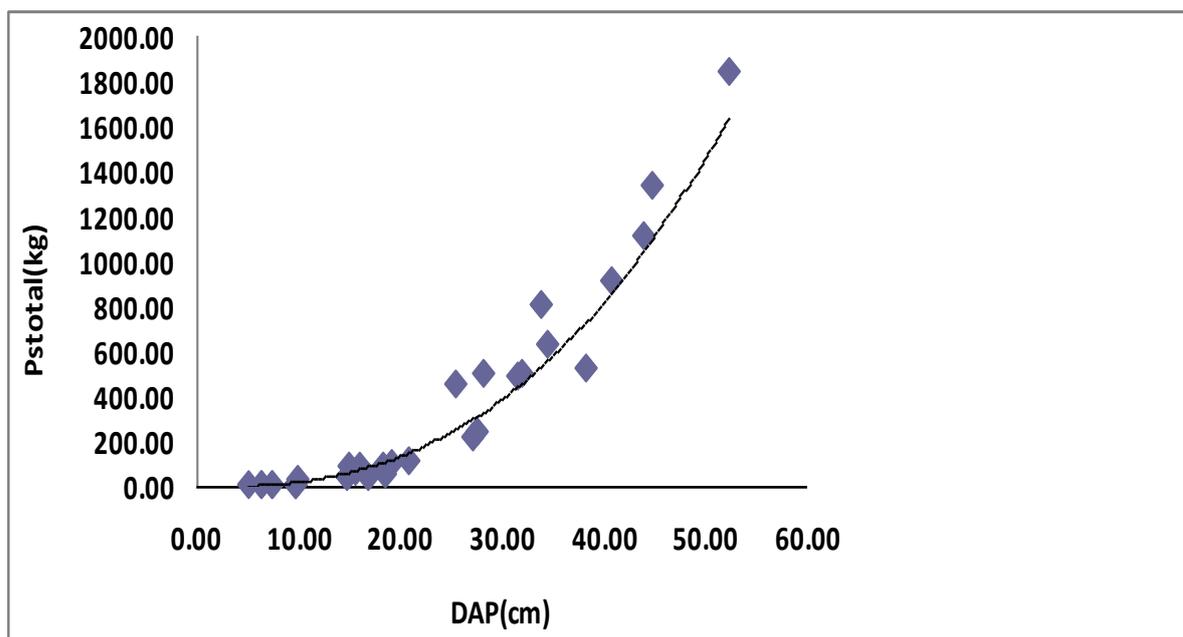


Figura 9: Relação entre o DAP e o Peso seco total de árvores individuais (PSTotal). N=31

ii. Relação entre o volume e peso seco total de árvores individuais

$$PST(kg) = 1552Vt + 13.10$$

Modelo2

$R^2 = 0.717$

$P = 0.99$

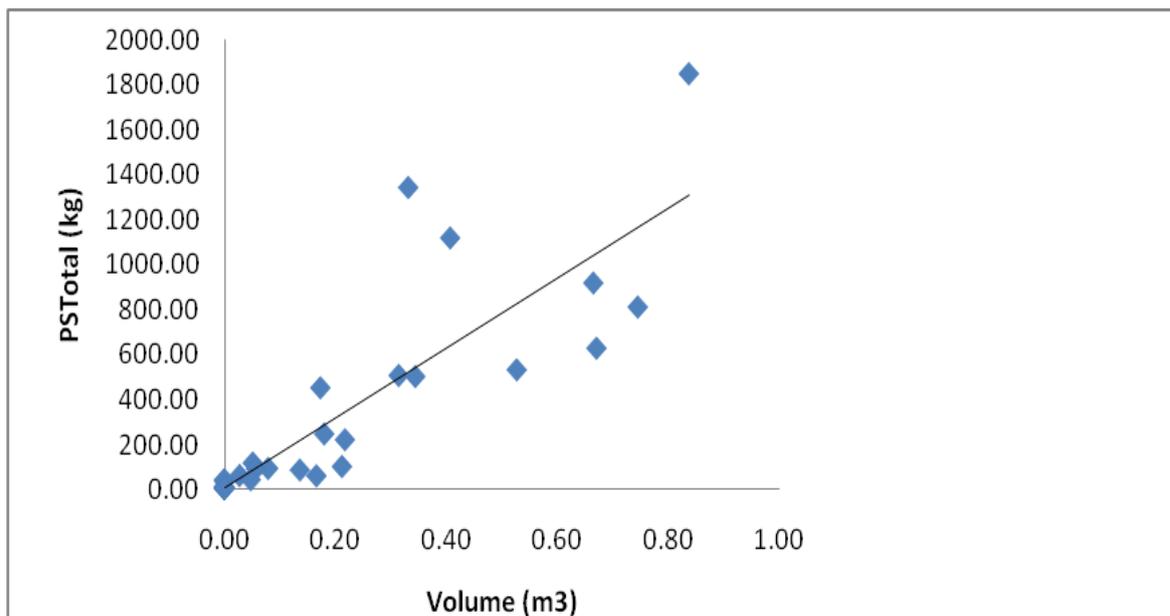


Figura 10: Relação entre o Volume do tronco (Vt) e o Peso seco total de árvores individuais (PSTotal). N=31

iii. Relação entre altura total e peso seco total de árvores individuais

$$PST(kg) = 1.506e^{0.383Ht}$$

$R^2 = 0.906$

$P = 1$

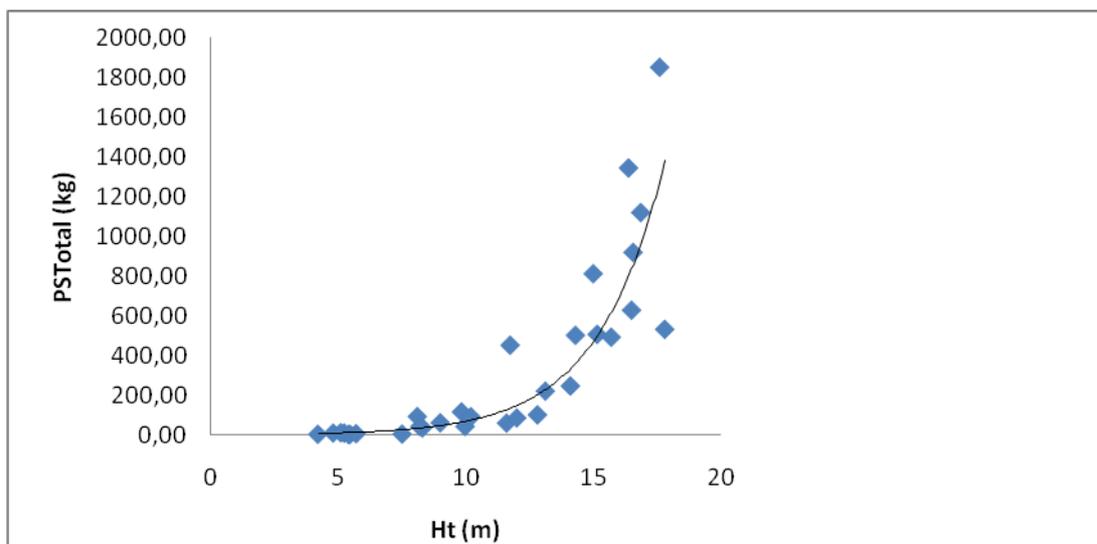


Figura 11: Relação entre a altura total (Ht) e o Peso seco total de árvores individuais (PSTotal). N=31

4.5. Comparação do conteúdo do carbono nas diferentes classes de uso e cobertura de terra

Para discutir os valores da Tabela 8 em relação aos valores de conteúdo de carbono médio nas diferentes classes de uso e cobertura de terra, elaborou-se a tabela de ANOVA que se segue abaixo:

Tabela 9: Análise de variância do carbono nas diferentes classes de uso e cobertura

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F crit
Classes de uso e cobertura de terra	3	37129.02	12376.34	11.67	3.1
Erro	20	21208.34	1060.42		
Total	23	58337.37			

Onde: **GL** - graus de liberdade; **SQ** - Soma dos quadrados; **QM**- Quadrados médios; **F calculado** - Fisher calculado; **F crit**- Fisher crítico

Nível de significância de 5%

$$F_{crit} = F(3;20;5\%) = 3.1$$

Fcal > Fcrit: Rejeita-se a hipótese nula

Conclusão: Com base no teste Fisher a nível de significância de 5% conclui-se que existiram evidências suficientes que indicaram que existia diferença nas médias de carbono nas quatro classes de uso e cobertura.

Para saber até que ponto a diferença entre as médias do carbono eram significativas fez-se o teste de DMS, baseando-se em seis comparações segundo a Tabela 10.

Tabela 10: Comparação de médias do carbono entre as diferentes classes de uso e cobertura

Comparações	Diferenças entre médias	r ₂	r ₂	DMS	Decisão
FD e FA	25.49	8	6	36.69	não sig
FD e OFL	58.18	8	3	45.99	sig
FD e AG	96.24	8	7	35.16	sig
FA e OFL	32.69	6	3	48.03	não sig
FA e AG	70.76	6	7	37.79	sig
OFL e AG	38.07	3	7	46.88	não sig

Não sig = diferença não significativas; Sig = diferença significativa

Conclusão: Com base nas comparações feitas, conclui-se que existiam diferenças significativas entre as médias de carbono na área de agricultura e classes de floresta densa e floresta aberta. Para a classe de outras formações lenhosas e áreas de agricultura as diferenças não foram significativas, esta situação pode ser justificada pela sua estrutura e fisionomia.

Tabela 11: Comparação do carbono médio em diferentes estudos

Classes de uso e cobertura de terra	Carbono em ton/ha				Referências bibliográficas
	Lenhoso	Herbáceas	Literia	Solos	
Miombo (Moçambique)	22.95-60.57	0.72-1.04	0.4-3.85	60.26-93.4	Presente estudo
Miombo (Moçambique)	8.8-19	3.9-15.7	-	18-140	Williams <i>et al.</i> , 2007
Miombo (Tanzânia)	19.2	-	-	-	Munishi <i>et al.</i> , 2010
Miombo (Moçambique)	1.4-21.3	-	-	30-130	Ryan, 2009
Miombo (Moçambique)	30-60	-	-	-	Ryan <i>et al.</i> , 2011
Miombo (Malawi)	-	-	-	51.6	Walker & Desanker (2004)
Miombo (Moçambique)	26.48	0.65	3	31.04	Dados não publicados
Floresta secas de África	8-95.5	-	-	-	IPCC (2003)

Os valores de carbono encontrados em alguns compartimentos são similares aos valores obtidos por outros autores (tabela 11) como o caso de Ryan *et al.* (2011), que encontrou 60 ton/ha de carbono como valor mais elevado para as árvores na floresta de miombo e para este estudo o carbono mais elevado das árvores foi de 60.26 ton/ha, este valor encontra-se dentro dos intervalos recomendados pelo IPCC (2003), como valor padrão para as florestas secas de África.

Os valores do carbono do solo obtidos neste estudo, são diferentes dos valores obtidos em outros países, mas não se desviam dos intervalos obtidos em outros estudos do mesmo país (tabela 11). Estas diferenças de densidades de carbono podem resultar da variação do grau de exposição à degradação humana, assim como da estrutura do tipo de florestas de miombo envolvidos.

4.6. Carbono Total

Tabela 12: Valores de carbono médio e total por cada classe de uso e cobertura de terra

Classes de uso e cobertura de terra	Área (ha)	Carbono		
		Médio (ton/ha)	Total (ton)	%
Floresta densa	42072.03	158.54	6670041.24	12.19
Floresta aberta	143733.24	133.05	19124039.04	34.94
Outras formações lenhosas	166233.33	100.36	16683165.9	30.48
Áreas de agricultura	196804.71	62.29	12259597.97	22.4
Total	548843.31	454.24	54736844.15	100

Segundo os resultados apresentados na tabela 12, a maior quantidade de carbono total verificou-se na floresta aberta (cerca de 34.94 % do carbono total) apesar de não apresentar o maior valor de carbono médio por hectare.

A floresta densa apesar de apresentar o maior valor de carbono médio por hectare, tem no entanto a menor área (cerca de 7.67% da área total), tendo por isso o menor valor de carbono total.

V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Com base nos resultados apresentados e discutidos, em concordância com os objectivos deste trabalho conclui-se que:

A quantidade total de biomassa média das quatro classes de uso e cobertura de terra do distrito de Gondola, nomeadamente floresta fechada, floresta aberta, outras formações lenhosas e áreas de agricultura foi estimada em cerca de 299.35 ton/ha. As quantidades de biomassa média acima do solo em cada tipo de formações apresentam-se conforme a ordem seguinte: floresta densa com 130.27 ton/ha, floresta aberta com 116.24 ton/ha, outras formações lenhosas com 48.77 ton/ha e áreas de agricultura com 4.07 ton/ha.

A classe de uso composta por floresta densa foi a que apresentou o maior valor de carbono médio 158.54 ton/ha, seguida de floresta aberta e outras formações lenhosas com 133.05 e 100.36 ton/ha respectivamente, e por último as áreas de agricultura com 62.29 ton/ha.

O maior reservatório do carbono é a componente solo com um máximo de 96.74% nas áreas de agricultura e mínimo na Floresta densa com 58.91%, seguida da componente lenhosa com um máximo cerca de 40.61% nas Floresta abertas.

A área que cobriu as quatro formações estudadas foi de 548843.31 ha tendo sido estimada uma quantidade de carbono de 54736844.15 ton. O carbono total máximo verificou-se na floresta aberta (cerca de 34.94 % do carbono total) apesar de não apresentar o maior valor de carbono médio por hectare.

Com base nas correlações e regressões verificou-se que existe uma boa relação entre a biomassa e o volume do tronco, biomassa e o diâmetro e entre a biomassa e a altura total das árvores, verificou-se a mais forte correlação entre a biomassa e o diâmetro.

A análise de variância entre as médias de teores de carbono, indicou diferenças significativas entre a classe composta por áreas de agricultura e classes de floresta densa e floresta aberta.

5.2 . Recomendações

- Recomenda-se que se faça a validação das equações de regressão produzidas no presente estudo;
- Recomenda-se que se façam mais estudos de género que permitam a conversão directa das plantas para o carbono usando métodos directos e incluindo também as raízes de modo a estimar com maior eficiência o stock de carbono nos ecossistemas florestais;
- Recomenda-se para os próximos estudos de carbono, o estabelecimento do DAP mínimo de 5cm de modo a determinar com maior precisão o seu potencial de sequestro e de perdas de carbono nas florestas.

5.3 . Limitações do Estudo

Um dos propósitos deste trabalho, era de estabelecer 31 parcelas para o levantamento de dados de campo, mas devido a chegada antecipada de chuvas fortes na região que aumentou o caudal de rios dificultando a acessibilidade, só foi possível fazer o levantamento de dados de campo em 24 parcelas. Esta situação poderá de certa forma ter uma mínima influência na estimativa das taxas de carbono florestal sequestrado no distrito em geral.

VI. BIBLIOGRAFIA

- AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. (2002). *Metodologia para Estimar o Estoque de Carbono em Diferentes Sistemas de Uso da Terra*. Colombo. 1ª edição;
- BAIRD, C. (2002). *Química ambiental*. Entendendo a mudança do clima: um guia para iniciantes da Convenção-Quadro das Nações Unidas e seu Protocolo de Quioto. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman. Brasil.
- BARRETO, L. V.; FREITAS, A. C. S.; PAIVA, L. C. (2009). *Sequestro de carbono*. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Brasil. 10p.
- BROWN, S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer*. FAO For. Pap. 134. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 55 p.
- BROWER J. E.; ZAR, H. J.; E VON END, C. N. 1998. *Field and laboratorial Methods for General Ecology*. 4a edição. EUA. Pág 88-213
- CARDOSO, S. C. G. 2010. *Quantificação de Biomassa Residual em Povoamentos de Pinheiro Manso (Pinus pinea L.)*. Lisboa. Portugal. 67p.
- CAMPBELL B. (1996). *The miombo in transition: Woodlands and welfare in África*, CIFOR, Bagor, Indonésia, Pág 19-26;
- CHIDUMAYO, E., TIMBERLAKE, J., & SAWADOGO, L. (2010). *Distribution and characteristics of African dry forests and woodlands*. In: *The Dry Forests and Woodlands of Africa: managing for products and services*. pp 11-41. Earthscan, London.
- DE KONING, J. (1993). *Checklist of Vernacular Plant Names in Mozambique*. Wageningen Agricultural University, Wageningen. 274 p.
- EFIGÉNIO, F. J. DO Ó. (2007). *Efeito de coberturas de solo em olival*. Universidade do Algarve -Instituto Politécnico de Beja. Beja. Portugal. 44p.
- FAO (2004). *Carbon Sequestration in Dryland Soils*. World Soil Resources Reports, 102º Volume, Rome. 108p.
- INIA (1994). *Legenda da Carta Nacional de Solos; Série Terra e Água*, Maputo, Moçambique.
- INE (2008). *Estatística do distrito de Gondola, 1997-2010, Região Centro, Moçambique*.

- IPCC (2003). *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama. 68 p.
- JÚNIOR, H.A. DE O. (2004). *O Sequestro de Carbono Para o Combate ao Efeito Estufa*. Uberaba. Ferlagos;
- LOUÇÃO, I. J. G.. (2008). *Valorização da biomassa florestal, proveniente da doença de nemátodo de pinheiro, para produção de peletes*. Lisboa.
- MAE. (2005). *Perfil do Distrito de Gondola. Província de Manica. Série perfis distritais*. Maputo. 50p.
- MARCOLIN, M. (2006). *Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa*. Ministério da Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro. Brasil. 44p.
- MARZOLI, A. (2007): *Inventário Florestal Nacional*. DNTF. Coperazione Italiana. Maputo. Moçambique. 86pp.
- MAVIE, E. B. (2012). *Estimativas de Perdas de Carbono Associadas com Mudanças da Cobertura Florestal*. Maputo, Moçambique. 56 p.
- MUNISHI, P. K. T.; MRINGI, S.; SHIRIMA, D. D.; & LINDA, S. K. (2010). *The role of the Miombo Woodlands of the Southern Highlands of Tanzania as carbon sinks*. Vol.2 (12). Magoro. Tanzânia. 261-269pp.
- NOCHI, E. M. G. (2005). *Convenção Sobre Mudanças Climáticas Globais: o caso do protocolo de kyoto*. São Paulo. Brasil.
- OHSE, S., DERNER, R. B., OZÓRIO, R. A., CUNHA, P. C. R., LAMARCA, C. P., DOS SANTOS, M. E., MENDES, L. B. B. (2007). *Revisão: Sequestro de Carbono Realizado Por Microalgas e Florestas e a Capacidade de Produção de Lipídeos Pelas Microalgas*. Série N° 36. Florianópolis. 39-74p.
- PALGRAVE, K. C. (2002). *Trees of Southern Africa*. 3rd edition. Revised and updated by Palgrave, M. C. Struik Publishers. Cape Town. 1212 pp.
- PEARSON, T.; SARAH, W., BROWN, S. (2005). *Source book for Land use, Land-use change and forestry projects*. Pag 1-57.
- 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.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHOM, S. E. (2001). *Biologia Vegetal*. 6^a ed. Editora: Guanabara Koogan. 906 p.

RENNER, R. M. (2004). *Sequestro de Carbono e a Viabilização de Novos Reflorestamentos no Brasil*. Curitiba. 132p.

RYAN, C. M.; HILL, T.; WOOLLEN, E.; GHEE, C.; MITCHARD, E.; CASSELLS, G.; GRACE, J.; WOODHOUSE, I. H.; E WILLIAMS, M. (2011). *Quantifying small-scale deforestation and forest degradation in African Woodlands using radar imagery*. University of Edinburgh, Edinburgh. 15p.

RYAN, C. M. (2009). *Carbon cycling, fire and phenology in a tropical Savanna woodland in Nhambita, Mozambique*. PhD thesis, University of Edinburgh, Edinburgh, 257 pp.

SCHIMEL, D.; ENTING, I. G.; HEIMANN, M; WIGLEY, T.M.L; RAYNAUD, D.; ALVES, D.; SIEGENTHALER, U. (1995). *CO2 and Carbon Cycle*. In: *Climate Change*. Cambridge. pp. 35-71.

SITOE A., GUEDES B., ARGOLA J., PUNA N., MICHONGA E. E MONTEIRO J. (2001). *Estudo de biomassa florestal numa floresta aberta de miombo no distrito de Bárúè*. Manica. DEF. UEM.

SITOE, A., & TCHAÚQUE, F. (2007): *Medição da Biomassa Florestal em Moçambique*. Maputo. Moçambique. 45 p.

SITOE, A., SALOMÃO, A. & WERTZ-KANOUNNIKOFF, S. (2012). *O contexto de REDD⁺ em Moçambique: causas, actores e instituições*. Occasional paper 76. CIFOR, Bogor, Indonesia.

SOMOGYI, Z.; CIENCIALA, E.; MAKIPAA, R.; MUUKKONEN, P.; LETHONEN, A.; WEISS, P. (2006): *Indirect methods of large-scale forest biomass estimation*. Eur J Forest Res, 126: 197-207p.

TCHAÚQUE, F. D. D. L. J. (2004): *Avaliação da Biomassa Lenhosa Área no Corredor da Beira*, Maputo, Moçambique. 49 p.

THOMPSON, R. M. (2009). *Estimativas de Volume, Biomassa e Carbono para o Carvoeiro (Sclerolobium paniculatum Vog. var. subvelutinum Benth.)*. Brasília. Brasil.

YU, CHANG MAN. (2004). *Sequestro Florestal De Carbono No Brasil – Dimensões Políticas, Socioeconómicas E Ecológicas*. Cutiriba. Brasil. 278p.

WALKER, S. M.; & DESANKER, P. V. (2004). *The Impact of Land use on soil Carbon im Miombo Woodlans of Malawi*. Elsevier. USA. 345-360p.

WESTERHOUT, F. & BOVEE, M. (1985). *Métodos de Análises químicas e Físicas de solos em uso*. INIA. Maputo. Moçambique;

WILLIAMS, C. A.; HANAN, N. P.; NEFF, J. C.; SCHOLES, R. J.; BERRY, J. A.; DENNING, A. S.; BAKER, D. F. (2007). Africa and the global carbon cycle. *Carbon Balance and Management. J.*, 2 (2). 2-3.

ANEXOS

Anexo 3: Coordenadas geográficas das parcelas medida na área de estudo

ID	Latitude	Longitude	Classes de cobertura
1	-19.277	33.522	Floresta densa
2	-19.269	33.518	Floresta densa
3	-19.145	33.786	Outras Formações lenhosas
4	-19.085	33.597	Areas de gricultura
5	-19.497	33.495	Floresta densa
6	-19.141	33.787	Floresta densa
7	-19.363	33.355	Outras formações lenhosas
8	-19.414	33.391	Floresta densa
9	-19.117	33.658	Areas de gricultura
10	-19.27	33.372	Aareas de gricultura
11	-19.043	33.663	Areas de gricultura
12	-19.084	33.694	Areas de gricultura
13	-19.34	33.774	Floresta aberta
14	-19.559	33.851	Floresta aberta
16	-18.915	33.857	Floresta densa
17	-18.903	33.787	Floresta aberta
18	-19.066	33.475	Areas de gricultura
19	-19.382	33.828	Floresta aberta
20	-19.295	33.905	Floresta aberta
21	-18.895	33.717	Outras Formações lenhosas
22	-18.889	33.711	Floresta aberta
23	-19.575	33.611	Floresta densa
24	-19.573	33.645	Areas de gricultura
25	-19.532	33.625	Floresta densa

Anexo 4: Lista de espécies e suas respectivas abundâncias e frequências relativa e absoluta, (NA = Abundância absoluta, NR = abundância relativa, Fab = Frequência absoluta e Fr = Frequência relativa (continua)).

Nome científico	NA (arv/ha)	NR (%)	Fab (parc/ha)	Fr (%)
<i>Acacia abyssinica</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Acacia nigrescens</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Acacia sp</i>	3	0.3	1	0.5
<i>Albizia adianthifolia</i>	105	8.9	4	1.9
<i>Albizia antuneisiana</i>	16	1.4	4	1.9
<i>Albizia sp</i>	19	1.6	3	1.4
<i>Albizia Versicolor</i>	3	0.3	1	0.5
<i>Amblygonocarpus andogensis</i>	3	0.3	2	1
<i>Annona senegalensis</i>	13	1.1	5	2.4
<i>Antidesma venosum</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Artabotrys brachypetalus</i>	3	0.3	2	1
<i>Azanza garckeana</i>	2	0.2	2	1
<i>Bauhinia galpinii</i>	2	0.2	2	1
<i>Bauhinia petersiana</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Bauhinia sp</i>	14	1.2	3	1.4
<i>Birsorcarpus orientalis</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Boscia sp</i>	13	1.1	2	1
<i>Brachylaena hullensis</i>	2	0.2	1	0.5
<i>Brachystegia boehmii</i>	25	2.1	5	2.4
<i>Brachystegia spiciformis</i>	50	4.3	8	3.8
<i>Brackenridgea zanguebarica</i>	6	0.5	6	2.9
<i>Bridelia micrantha</i>	4	0.3	2	1
<i>Burkea africana</i>	41	3.5	7	3.3
<i>Cf Dalbergia</i>	5	0.4	2	1
<i>Citrus reticulata</i>	4	0.3	1	0.5
<i>Cleistochlamys kirkii</i>	2	0.2	2	1
<i>Combretum apiculatum</i>	8	0.7	3	1.4
<i>Combretum collinum</i>	27	2.3	5	2.4
<i>Combretum fragans</i>	2	0.2	1	0.5
<i>Combretum sp</i>	24	2	5	2.4
<i>Crossopterix febrifuga</i>	4	0.3	2	1
<i>Cussonia arborea</i>	62	5.3	4	1.9
<i>Dalbergia nitidula</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Dalbergia sp</i>	4	0.3	1	0.5
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	195	16.6	10	4.8

Lista de espécies e suas respectivas abundâncias e frequências relativa e absoluta, (NA = Abundância absoluta, NR = abundância relativa, Fab = Frequência absoluta e Fr = Frequência relativa (continuação)).

Nome científico	NA (arv/ha)	NR (%)	Fab (parc/ha)	Fr (%)
<i>Dombeya Sp</i>	27	2.3	4	1.9
<i>Erythrina abyssinica</i>	9	0.8	2	1
<i>Gardenia volkensii</i>	2	0.2	1	0.5
<i>Holarrhena pubescens</i>	4	0.3	2	1
<i>Hymenocardia acida</i>	14	1.2	3	1.4
<i>Julbernardia globiflora</i>	10	0.9	2	1
<i>kigelia africana</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Lannea sp</i>	6	0.5	4	1.9
<i>Lantana camara</i>	3	0.3	2	1
<i>Markhamia sp</i>	34	2.9	1	0.5
<i>Milletia stuhlmannii</i>	17	1.4	4	1.9
<i>Newtonia sp</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Ormocarpum kirkii</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Oxyanthus sp</i>	8	0.7	1	0.5
<i>Ozoroa insignis</i>	32	2.7	1	0.5
<i>Parinari curatellifolia</i>	49	4.2	3	1.4
<i>Pericopsis angolensis</i>	11	0.9	6	2.9
<i>Piliostigma thonningii</i>	7	0.6	4	1.9
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	49	4.2	10	4.8
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	4	0.3	2	1
<i>Pterocarpus angolensis</i>	49	4.2	8	3.8
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	19	1.6	5	2.4
<i>Rhoicissus revoilii</i>	4	0.3	2	1
<i>Ricinodendron rautanenii</i>	11	0.9	1	0.5
<i>Rothmannia fischeri</i>	3	0.3	1	0.5
<i>Sclerocarya birrea</i>	5	0.4	4	1.9
<i>Senna sp</i>	2	0.2	2	1
<i>Steganoetania araliacea</i>	2	0.2	1	0.5
<i>Stereospermum Kunthianum</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Strychnos sp</i>	4	0.3	2	1
<i>Strychnos spinosa</i>	16	1.4	1	0.5
<i>Swatarzia madagascarensis</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Tabernaemontana sp</i>	33	2.8	5	2.4
<i>Terminalia sericea</i>	5	0.4	3	1.4
<i>Trema orientalis</i>	4	0.3	2	1
<i>Trichylia emetica</i>	9	0.8	1	0.5

Lista de espécies e suas respectivas abundâncias e frequências relativa e absoluta, (NA = Abundância absoluta, NR = abundância relativa, Fab = Frequência absoluta e Fr = Frequência relativa (continuação)).

Nome científico	NA (arv/ha)	NR (%)	Fab (parc/ha)	Fr (%)
<i>Uapaca nitida</i>	4	0.3	1	0.5
<i>Uapaca sansibarica</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Vangueria infausta</i>	1	0.1	1	0.5
<i>Vangueria sp</i>	6	0.5	2	1
<i>Vitex doniana</i>	8	0.7	1	0.5
<i>Vitex payos</i>	7	0.6	2	1
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	8	0.7	4	1.9
<i>Zanha sp</i>	16	1.4	1	0.5
Total	1175	100	210	100

Anexo 5: Resultado dos pesos verdes e seco das amostras para os diferentes componentes

Amostra N ^o	Peso verde das amostras (kg)			Peso seco das amostras (kg)			Conteúdo de humidade (%)		
	Tronco	RG	RF+F	Tronco	RG	RF+F	Tronco	RG	RF+F
1	5.76	0.27	0.17	3.72	0.16	0.08	35.42	40.74	51.52
2	2.27	0.11	0.24	1.55	0.08	0.12	31.94	23.81	52.08
3	0.22	-	0.15	0.13	-	0.06	43.18	-	60
4	0.13	-	0.17	0.09	-	0.09	28	-	48.48
5	2.87	0.12	0.22	1.91	0.1	0.11	33.62	17.39	48.84
6	0.17	-	0.17	0.1	-	0.07	39.39	-	60.61
7	0.14	-	0.12	0.1	-	0.06	25.93	-	50
8	0.2	-	0.19	0.12	-	0.08	41.03	-	56.76
9	0.31	0.17	0.17	0.17	0.09	0.06	44.26	48.48	64.71
10	2.07	0.32	0.23	1.23	0.2	0.1	40.44	38.1	57.78
11	1.74	0.11	0.19	1.11	0.08	0.08	36.02	28.57	56.76
12	3.38	0.11	0.1	2.33	0.08	0.06	31.11	23.81	45
13	0.21	-	0.13	0.13	-	0.06	36.59	-	56
14	0.44	0.1	0.16	0.29	0.08	0.06	34.48	21.05	61.29
15	3.89	0.22	0.2	1.82	0.12	0.07	53.34	44.19	65
16	1.26	0.13	0.18	0.73	0.08	0.08	42.46	36	55.56
17	0.38	0.1	0.26	0.23	0.08	0.1	38.67	25	61.54
18	0.46	0.12	0.23	0.28	0.08	0.1	39.56	30.43	57.78
19	0.2	-	0.19	0.11	-	0.07	43.59	-	63.16
20	0.32	0.09	0.26	0.19	0.08	0.1	39.68	5.88	61.54
21	0.16		0.14	0.1	-	0.06	38.71	-	59.26
22	0.45	0.04	0.17	0.26	0.04	0.06	42.7	0	63.64
23	1.41	0.14	0.32	0.71	0.09	0.1	49.47	39.29	69.84
24	0.17	-	0.17	0.08	-	0.08	51.52	-	55.88
25	1.4	0.11	0.19	0.88	0.08	0.09	37.14	27.27	54.05
26	0.42	0.09	0.22	0.22	0.06	0.07	48.19	38.89	69.77
27	5.78	0.2	0.28	3.76	0.14	0.1	34.89	30	63.64
28	0.17	-	0.18	0.09	-	0.07	50	-	63.89
29	0.15	-	0.25	0.11	-	0.1	30	-	60
30	0.66	0.13	0.18	0.38	0.07	0.07	42.75	48	61.11
31	1.8	0.21	0.23	1.15	0.14	0.1	36.39	34.15	58.7
Média	1.25	0.14	0.19	0.77	0.09	0.08	39.37	30.05	58.52

RG= Ramo grosso; RF+F = Ramo fino mais folhas

Anexo 6: Peso seco dos troncos e ramos das árvores individuais

Amostra n ^o	PST(kg)	PSRG(kg)	PSRf+F(kg)
1	362.31	438.52	13.09
2	232.09	664.38	24.44
3	11.93	0.00	1.60
4	11.52	0.00	2.06
5	175.90	285.83	42.98
6	13.94	0.00	1.18
7	6.67	0.00	1.50
8	33.62	0.00	6.05
9	48.49	36.58	11.29
10	372.87	221.00	36.73
11	154.18	320.71	34.59
12	248.69	1017.14	79.20
13	43.12	0.00	3.52
14	133.66	283.42	37.55
15	203.43	299.72	31.50
16	33.37	71.04	15.56
17	69.92	27.75	7.31
18	6.65	43.83	13.09
19	5.08	0.00	2.21
20	39.81	48.94	6.54
21	5.52	0.00	1.63
22	111.74	105.00	7.27
23	107.64	129.93	12.37
24	26.18	34.00	4.85
25	333.14	755.64	32.16
26	20.20	20.78	5.14
27	616.57	1202.60	31.64
28	5.00	0.00	1.44
29	8.40	0.00	2.00
30	63.55	16.12	9.72
31	251.26	223.90	19.83
Total	3756.46	6246.82	500.04
Média	121.18	201.51	16.13

PST=peso seco do tronco; PSRG = Peso seco dos ramos grossos; PSRf+F=Peso seco dos ramos finos incluindo as folhas.

Anexo 7: Lista de árvores abatidas

Árv nr	Espécie
1	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
2	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
3	<i>Combretum collinum</i>
4	<i>Grewia sp</i>
5	<i>Combretum apiculatum</i>
6	<i>Combretum collinum</i>
7	<i>Combretum apiculatum</i>
8	<i>Combretum collinum</i>
9	<i>Stereospermum Kunthianum</i>
10	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
11	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
12	<i>Combretum apiculatum</i>
13	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
14	<i>Ziziphus mucronata</i>
15	<i>Sclerocarya birrea</i>
16	<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>
17	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
18	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
19	<i>Grewia sp</i>
20	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
21	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
22	<i>Crossopterix febrifuga</i>
23	<i>Piliostigma thonningii</i>
24	<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>
25	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>
26	<i>Holarrhena pubescens</i>
27	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
28	<i>phileopectera violacea</i>
29	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
30	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>
31	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>