



PARTE 2

ESTIMATIVA DAS EMISSÕES POR DESMATAMENTO E DO PREÇO DA TONELADA DE CARBONO QUE COMPENSA O CUSTO DE OPORTUNIDADE DA TERRA NOS DISTRITOS DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA

Este documento é parte integrante do documento referente ao projecto
"Análise do Impacto das Dinâmicas Socioeconómicas e Culturais no Desmatamento e Degradação Florestal na Província da Zambézia"

Estudo financiado por FNDS



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Maputo, Agosto de 2022

Este documento foi elaborado pelo OMR com contribuições da unidade MRV. As constatações, interpretações e conclusões expressas neste documento não refletem necessariamente as opiniões do FNDS. O FNDS apenas financiou este trabalho e as conclusões aqui apresentadas são da responsabilidade do autor deste documento.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. METODOLOGIA.....	8
2.1. Descrição da Área de estudo	8
2.2. Abordagem metodológica	9
2.2.1. Método de análise	10
2.2.1.1. Descrição do tipo florestal característico em cada distrito	10
2.2.1.2. Estimativa de emissões por desmatamento	11
2.2.1.3. Estimativas de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) como resultados da implementação de actividades conducentes a redução do desmatamento.....	12
2.2.1.4. Estimativa de preço de tonelada de carbono (USD/tC) que compensa o custo de oportunidade da terra através de cenários a partir de custos marginais de abatimento (MACC). 13	
3. RESULTADOS.....	16
3.1. Emissões por desmatamento na zona do ZILMP	16
3.2. Emissões por desmatamento e degradação florestal fora da zona do ZILMP.....	19
4.3. Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) como resultados da implementação de actividades conducentes a redução do desmatamento.....	21
3.3. <i>Curvas de custo de abatimento marginal (MACC)</i>	21
3.3.1. Projecções para os diferentes cenários	22
3.3.2. Limitações	24
5. REFERÊNCIAS	26
6. ANEXOS.....	28

Lista de Figuras

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.....	9
Figura 2: Emissões totais por DDF nos distritos da área do ZILMP entre 2001 a 2022.....	16
Figura 3: Proporção do total de emissões associadas a cada causa de DDF na zona do ZILMP entre 2001 a 2019.	17

Figura 4: Emissões totais por DDF nos distritos fora da área do ZILMP entre 2001 a 2022.....	19
Figura 5: Proporção do total de emissões associadas a cada causa de DDF fora da zona do ZILMP entre 2001 a 2019.....	20

Lista de Quadros

Quadro 1. Área desmatada em cada tipo florestal nos distritos da área do ZILMP com base nos dados de desmatamento anual (2017-2020) e mapa florestal de 2016.	10
Quadro 2. Emissões de carbono por cada causa de desmatamento nos três tipos florestais dos distritos da área do ZILMP entre 2017 a 2020.....	17
Quadro 3. Emissões médias anuais por cada causa de desmatamento nos três tipos florestais dos distritos fora da área do ZILMP entre 2017 a 2020.....	20
Quadro 4. Emissões evitadas pela implementação de actividades conducentes a redução do desmatamento florestal na zona do ZILMP	21

Lista de Abreviaturas

AGB – Biomassa acima do solo (do inglês, *Above Ground Biomass*)

BGB – Biomassa abaixo do solo (do inglês, *Below Ground Biomass*)

FSD – Floresta Semi-Decídua

FSSV – Floresta Semi-Sempre Verde

DDF – Desmatamento e Degradação Florestal

GEE – Gases do Efeito Estufa

IPCC – (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (do inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change*))

REDD+ - Redução de Emissões por Desmatamento, Degradação Florestal e Aumento das Reservas Carbono

ZILMP – Programa de Gestão Integrada da Paisagem da *Zambézia* (do inglês, *Zambezia Integrated Landscape Management Program*)

CO²e – Dióxido de Carbono Equivalente

CA – Cenário Alternativo

CBC – 1 – Cenário de Baixo Carbono 1

CBC – 2 – Cenário de Baixo Carbono 2

BAU – Cenário Base (do inglês *Business as Usual*)

EDM – Electricidade de Moçambique

GoM – Governo de Moçambique

MACC – Curvas de Custos de Abatimento Marginal (do inglês *Marginal Abatement Curve Cost*)

VPL – Valor Presente Líquido

1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas e recursos florestais desempenham um papel preponderante no fornecimento de bens e serviços que beneficiam milhões de pessoas, principalmente nas áreas rurais onde as alternativas de sobrevivência são muito limitadas, bem como a regulação do clima através do sequestro e armazenamento do carbono, entre outros serviços ecossistémicos (Frost, 1996, Mawa et al., 2020, Ryan et al. 2016).

Moçambique possui uma vasta área florestal (34 milhões de hectares) que cobre cerca de 43% do território nacional (Banco Mundial, 2018). Porém, apesar desse potencial florestal, o país enfrenta problemas de desmatamento e degradação florestal (DDF), com uma tendência temporal crescente, com taxas de desmatamento estimadas em cerca de 0,58%/ano no período entre 1990 e 2002, e 0,79%/ano no período entre 2003 e 2013, o que corresponde a uma perda anual de cerca de 267 mil hectares de florestas (MITADER, 2018a). As zonas centro e norte do país destacam-se por apresentarem as taxas de desmatamento mais elevadas em relação a média nacional (CEAGRE e WINROCK, 2016), sendo Nampula, Manica e Zambézia as províncias de maior destaque com taxas estimadas em cerca de 4,35%, 1,85% e 0,90% no período entre 2003 e 2013, respectivamente (MITADER, 2018a). Em Moçambique, o DDF é responsável pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) estimados em cerca de 40 milhões de $tCO_2eq.ano^{-1}$, o equivalente a 57% do total das emissões de GEE no país (Banco Mundial, 2018).

A agricultura itinerante é reportada como a principal causa de desmatamento e/ou agentes de emissão de GEE por DDF, seguido da exploração de produtos florestais (exploração madeireira, extracção de lenha e carvão), expansão urbana, agricultura comercial, mineração e pecuária (CEAGRE e WINROCK, 2016; Banco Mundial, 2018).

Moçambique como um dos países signatários da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, comprometeu-se em reduzir as emissões por DDF, através da criação de instrumentos e actividades com vista a Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, Conservação e Aumento de Reservas de Carbono através de Florestas (REDD+). Neste contexto, o país desenhou, em 2016, uma Estratégia Nacional do REDD+ e o seu Plano de Acção que tem como meta reduzir as emissões por DDF, melhorar a conservação de ecossistemas florestais e aumentar as reservas de carbono florestal para evitar emissão de GEE na ordem de 170 milhões de tCO_2 por ano até 2030 (MITADER, 2016a; MITADER, 2016b).

Aliado ao acima referenciado, o governo de Moçambique iniciou a implementação do Programa de Gestão Integrada da Paisagem da Zambézia (*Zambezia Integrated Landscape Management Program – ZILMP*)¹, programa piloto, que visa contribuir para a redução de emissões em nove

¹ Este programa é financiado pelo Projecto de Investimento Florestal em Moçambique (*Mozambique Forest Investment Project – MOZFIP*). O MozFIP enquadra-se no Programa Nacional de Desenvolvimento

distritos da província da Zambézia, nomeadamente, Alto Molócuè, Ile, Gilé, Gurué, Maganja da Costa, Mocuba, Mocubela, Mulevala e Pebane (MITADER, 2018c). Em 2019, Moçambique assinou um Acordo de Pagamento por Redução de Emissões (ERPA) para o programa de redução de emissões da Zambézia com o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) na qualidade de agente fiduciário da tranche B do fundo de carbono do mecanismo de parcerias para o carbono florestal, onde o BIRD irá pagar 5.00 USD por cada tonelada de carbono evitado (FCPCF, 2019). Como resultado, o país recebeu do FCPF, em 2021, cerca de 6.4\$ milhões pela redução de 1.28 milhões de toneladas de emissões de carbono reduzidas em 2018, e tornou-se o primeiro país a receber o pagamento de um fundo fiduciário do Banco Mundial, valor este que corresponde ao primeiro pagamento dos quatro planeados até 2024.

Entretanto, apesar de Moçambique ter assinado o acordo de pagamento por redução de emissões e estar a implementar projectos de REDD+, é pertinente fazer uma análise aprofundada sobre a tendência das emissões, os custos de implementação das actividades, propondo medidas eficazes para reduzir as emissões de GEE sem gerar externalidades negativas para o mercado, pela identificação de oportunidades de mitigação, que ponderam os custos de toneladas evitadas e os benefícios dos pagamentos com base nos acordos assinados por forma a contribuir para uma melhor formulação de programas e políticas relacionadas com a redução do DDF, assegurando, simultaneamente, aumentos dos rendimentos, da segurança alimentar, da habitação e, em geral, das condições de vida da população residente na área de estudo.

O objectivo principal deste estudo foi o de estimar e analisar as emissões por desmatamento em 13 distritos (dentro e fora da área do ZILMP) na província da Zambézia entre 2017 e 2020, e estimar o preço da tonelada de carbono (USD/tC) que compensa o custo de oportunidade da terra e analisar a sua variação baseada em construção de cenários.

Os objectivos específicos consistem em:

- i. Estimar as emissões por desmatamento associadas as causas de desmatamento identificadas.
- ii. Fazer uma análise do potencial de redução de emissões em sistemas integrados de implementação de actividades conducentes a redução do desmatamento na zona do ZILMP.
- iii. Estimar o preço da tonelada de carbono (USD/tC) que compensa o custo de oportunidade da terra através de cenários que espelham medidas eficazes para redução dos GEE a partir de curvas de custo marginais de abatimento (MACC)

Sustentável e no Projecto “Floresta em pé” com vista a promover o desenvolvimento integrado no meio rural, priorizando acções para a redução do desmatamento, através do uso sustentável dos recursos florestais, organização da terra e gestão ambiental.

2. METODOLOGIA

2.1. Descrição da Área de estudo

O estudo foi realizado na província da Zambézia nos nove (9) distritos contemplados no programa ZILMP, sendo eles o distrito de Mocuba, Maganja da Costa, Mocubela, Mulevala, Ile, Gurúe, Alto Molócue, Gilé e Pebane, e em quatro (4) distritos fora do ZILMP, sendo dois (2) com elevadas taxas de desmatamento (Derre e Lugele) e dois (2) com baixa taxa de desmatamento (Namacurra e Namarrói) (Figura 1). Com uma área de cerca de 105.008 km², a província da Zambézia localiza-se na região centro, entre os paralelos 14°59' e 18°54'40" Latitude Sul e os meridianos 35°17'53" e 39° Longitude Este (MINEC, 2018; CENACARTA) (Figura 1).

A província possui no total 22 distritos e seis municípios, sendo rica em recursos hídricos com rios permanentes e sazonais que correm e desaguam no Oceano Índico. A província da Zambézia possui cerca de 5 milhões de habitantes, sendo a 2ª província mais populosa do país, com cerca de 19% da população total. A densidade populacional é de 49 habitantes/km², com uma taxa de crescimento demográfico anual de 2,6% (INE, 2019). Entre 2007 e 2017, a província registou um crescimento populacional de cerca de 31% (INE, 2017).

O clima da província é húmido com temperaturas médias que variam entre 21°C (Gurué) e 29°C (Mopeia) e uma precipitação média anual que varia ao longo da província dos 800 mm (Sudoeste) até mais de 2.000 mm (nas áreas montanhosas e distritos de Lugela, Namarrói e Alto Molócue) (WFP, 2018; MADER, 2005; Impacto, 2014).

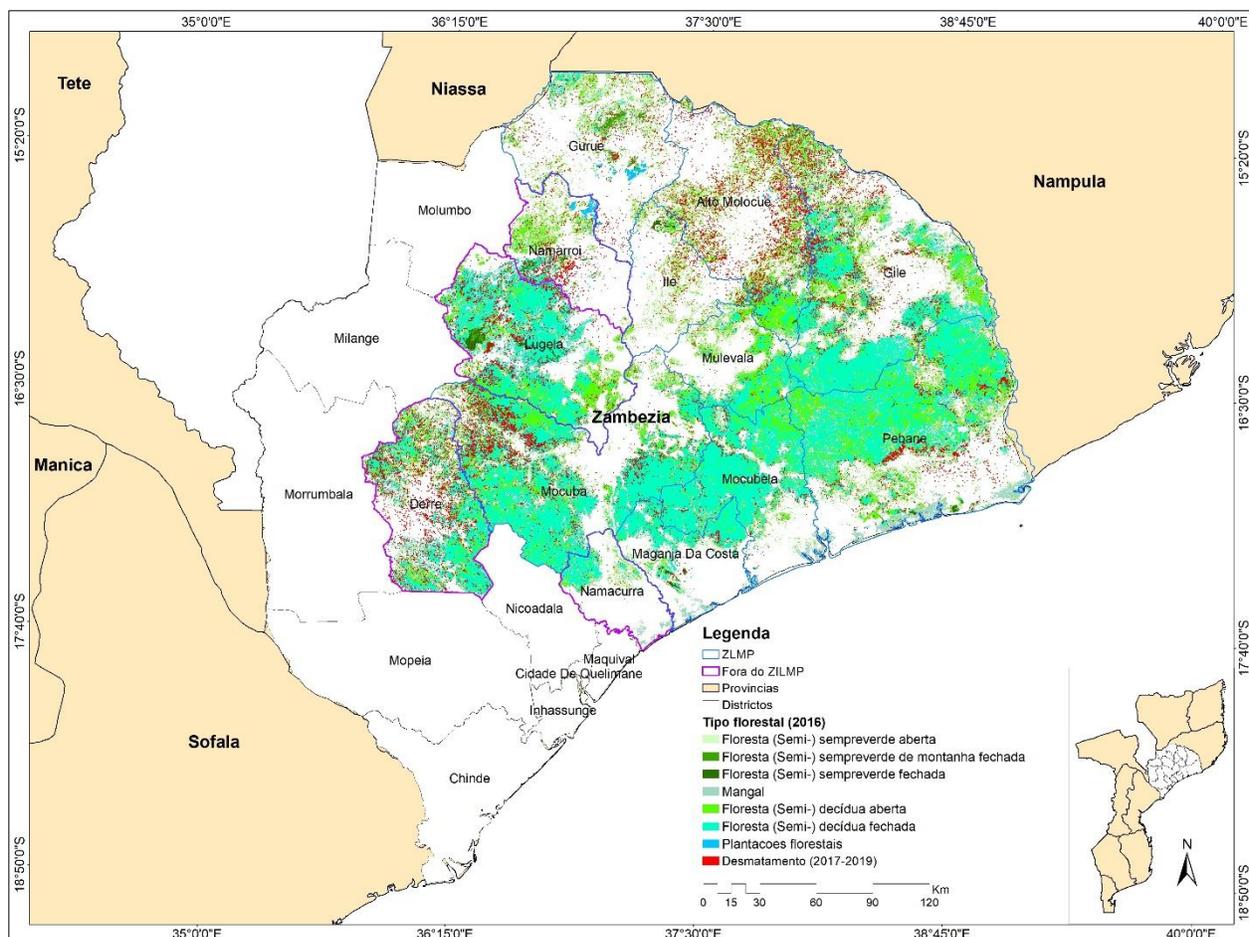


Figura 1: Localização geográfica da área de estudo e seus tipos florestais
 Fonte de dados: FNDS-MRV (<https://fnds.gov.mz/mrv/>).

2.2. Abordagem metodológica

Com vista a responder aos objectivos do estudo, recorreu-se a várias fontes de dados primários e secundários. Para o primeiro e segundo objectivos específicos, foram usados dados primários das causas de DDF previamente identificadas na área de estudo (OMR, *in prep.*) e dados secundários de desmatamento (2017-2020), mapa de uso e cobertura (2016) adquiridos na plataforma do MRV do Fundo Nacional do Desenvolvimento Sustentável (FNDS) e factores de emissão de carbono e níveis de referência de emissões de carbono estimados especificamente para a área de estudo (FCPF, 2021). Foi estimada a proporção percentual da contribuição de cada causa de desmatamento em função da frequência em que cada causa foi mencionada pelos respondentes em relação à frequência total. Tais proporções foram usadas para desagregar a área desmatada por cada causa de desmatamento identificada, que posteriormente foi usada para estimativas de emissão por cada causa de desmatamento.

O Quadro 1 abaixo ilustra as causas de desmatamento identificadas na área do ZILMP e fora do ZILMP, e as respectivas proporções percentuais que foram multiplicadas às áreas desmatadas usadas no cálculo das emissões. De referir que esses dados foram extraídos da informação referente as causas de DDF identificadas nas áreas de estudo (ANEXO I), sendo apenas seleccionadas para efeito deste estudo, aquelas que causam desmatamento, isto é, a conversão de uma área florestal em outros tipos de usos de terra não-florestal.

Quadro 1. Causas de desmatamento identificadas na área de estudo e suas respectivas proporções²

Causas de desmatamento	Na área do ZILMP		Fora do ZILMP	
	Nº	%	Nº	%
Abertura de machamba	244	0.94	60	0.91
Assentamentos	6	0.02	3	0.05
Outras	9	0.03	3	0.05
Total	259	1	66	1

2.2.1. Método de análise

2.2.1.1. Descrição do tipo florestal característico em cada distrito

No processo da estimativa de emissões por desmatamento foi necessário, numa primeira fase, identificar os tipos florestais que ocorrem em cada distrito para a escolha do factor de emissão a usar nos cálculos das emissões. Os factores de conversão para a estimativa das emissões por desmatamento variam com a cobertura inicial e final após a conversão da floresta em outros tipos de uso e cobertura do solo. Nesse contexto, recorreu-se ao mapa de uso e cobertura de Moçambique de 2016 (FNDS, 2019) como base para extracção dos tipos florestais que ocorrem em cada distrito. Com base neste mapa, foi feita a extracção dos tipos florestais que ocorrem nos distritos da área de estudo (dentro e fora do ZILMP), com recurso ao programa QGis 3.24 através das ferramentas de geoprocessamento. Em seguida foi feita uma sobreposição dos dados vectoriais (*shapefiles*) de desmatamento para o cálculo da área desmatada anualmente em cada tipo florestal por distrito com base nas ferramentas de cálculos geométricos do Qgis (Quadro 1).

Quadro 1. Área desmatada em cada tipo florestal nos distritos da área do ZILMP com base nos dados de desmatamento anual (2017-2020) e mapa florestal de 2016.

Distrito	Área desmatada por tipo florestal (ha/ano)			
	FSSV	FSD	Mangal	Total

² Foi estimada a proporção percentual da contribuição de cada causa de desmatamento em função da frequência em que cada causa foi mencionada pelos respondentes em relação à frequência total. Tais proporções foram usadas para desagregar a área desmatada por cada causa de desmatamento identificada, que posteriormente foi usada para estimativas de emissão por cada causa de desmatamento.

Dentro do ZILMP				
Alto Molócue	35.58	6,219.09	-	6,254.67
Gilé	35.36	6,217.09	-	6,252.45
Gurúe	162.80	496.40	-	659.21
Ile	15.08	724.62	-	739.70
Maganja da Costa	98.44	711.20	0.46	810.10
Mocuba	24.49	10,373.95	-	10,398.44
Mocubela	2.97	1,431.01	-	1,433.98
Mulevala	-	759.14	-	759.14
Pebane	103.94	3,598.26	31.63	3,733.84
Total	478.66	30,530.78	32.09	31,041.54
Fora do ZILMP				
Derre	16.45	6,607.63	-	6,624.08
Lugela	175.11	6,874.01	-	7,049.12
Namacurra	-	81.26	0.42	81.67
Namarrói	60.84	1,021.04	-	1,081.87
Total	252.40	14,583.92	0.42	14,836.74

Nota: FSSV – Floresta (semi-)sempre verde; FSD – Floresta (semi-) decídua

Fonte de dados: FNDS (2019).

2.2.1.2. Estimativa de emissões por desmatamento

A estimativa das emissões de GEE (CO₂) por desmatamento foi feita adoptando metodologias padronizadas do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPPC, 2006) adoptadas em MITADER (2018c), FNDS-UMRV (2020) e UMRV-FNDS (2021) e usadas por FCPF (2021). Essa metodologia consiste na determinação das mudanças anuais de estoque de carbono considerando dois parâmetros-chave, a área desmatada (dado de actividade) e o estoque de biomassa (factor de emissão). Abaixo está descrita a equação usada para o cálculo das emissões:

$$(1) \quad \Delta C_B = \sum_{j,i} (B_{Antes,j} - B_{Depois,i}) \times CF \times \frac{44}{12} \times A(j, i)$$

Onde:

ΔC_B – Mudança anual dos estoques total de carbono durante o ano t do período de referência (2005-2015) (tCO₂e);

$B_{Antes,j}$ – Biomassa total (acima e abaixo do solo) do tipo florestal j (FSD, FSSV ou Mangal) antes da sua conversão em outro tipo de uso de terra

$B_{Depois,i}$ - Biomassa total (acima e abaixo do solo) pós-conversão do tipo florestal j (FSD, FSSV ou Mangal) para áreas não-florestais. Com bases nas causas de desmatamento identificadas na área de estudo, foram consideradas conversões de florestas (FSD/FSSV/Mangal) para áreas agrícolas, assentamentos, solos expostos, ou pântanos (áreas alagadas) (Quadro 3);

CF - Fracção de carbono da matéria seca em toneladas de carbono (tC) por tonelada de matéria seca. O valor utilizado é 0.47 (IPCC, 2006);

44/12 – Factor de conversão de carbono (C) em dióxido de carbono equivalente (CO₂e);

$A(j,i)$ – Área florestal desmatada ou convertida de um certo tipo florestal j para tipo não-florestal i durante o ano t , em hectare por ano ($\text{ha}\cdot\text{ano}^{-1}$).

Quadro 3: Factores de emissão por desmatamento florestal (conversão para outros tipos de uso e cobertura da terra) (fonte: FCPF, 2021).

Tipo florestal	AGB_{Antes}	BGB_{Antes}	TB_{Antes}
FSD	144.69	49.95	194.64
FSSV	123.13	42.06	165.19
Mangal	269.01	85.43	354.44
Tipo não-florestal	AGB_{Depois}	BGB_{Depois}	TB_{Depois}
Área agrícola	10	0	10
Área graminal	2.3	6.44	8.74
Outros usos	0	0	0

2.2.1.3. Estimativas de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) como resultados da implementação de actividades conducentes a redução do desmatamento.

Como forma de analisar o potencial de redução de emissões em sistemas integrados de implementação de actividades conducentes a redução do desmatamento na zona do ZILMP, foram feitos cálculos de emissões evitadas resultantes da implementação do Projecto MozBio (duração 2015-2019), Sustenta (2015-2021), MozFIP (2017 – 2022) e MozDGM (2017-2023). As estimativas das REDD+ foram feitas adoptando metodologias clássicas do IPCC descritas por UMRV-FNDS (2021) e usadas por FCPF (2021), que consiste em determinar as emissões após a implementação das actividades conducentes a redução de desmatamento tendo em conta as emissões do período de referência (FREL). Foi usado o nível de referência de emissões de 7.932.644,34 $\text{tCO}_2\text{e}\cdot\text{ano}^{-1}$ estimado para a zona do ZILMP tendo como período de referência de 11 anos (2005-2015) (FCPF, 2021). A baixo segue a descrição da equação usada para o cálculo das REDD+:

$$(2) \quad REDD_{+t} = FREL - Emissões_{ano_t}, \text{ sendo: } FREL = \frac{\sum_{t=1}^T \Delta C_{B_t}}{T}$$

Onde:

$REDD_{+t}$ – É a redução de emissões por desmatamento e degradação florestal no ano t como resultado de implementação de actividades conducentes a redução de desmatamento, em $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ano}$;

FREL – É o nível de referência de emissões florestais no período de referência *T* em tCO₂e/ano (neste caso é 7.932.644,34 tCO₂e.ano⁻¹)³.

ΔC_B – Mudança anual dos estoques total de carbono durante o ano *t* do período de referência (tCO₂e).

2.2.1.4. *Estimativa de preço de tonelada de carbono (USD/tC) que compensa o custo de oportunidade da terra através de cenários a partir de custos marginais de abatimento (MACC)*

O MACC é um auxílio à tomada de decisão que fornece uma maneira simples de identificar quais projectos são mais económicos por unidade de CO₂ e abatido e quais opções oferecem o maior potencial de abatimento. É uma representação visual de um grupo de redução de gases de efeito estufa de projectos, listados do mais rentável por tonelada de carbono abatido para o menos rentável.

Para o presente estudo, foi necessário determinar o escopo do problema e os objectivos da análise, onde foram analisados os tipos e quantidades de dados existentes, a abrangência dos projectos, o nível de profundidade e incertezas, as premissas (feitas a partir de crenças e incertezas sobre o objecto de estudo modelado) e a escala geográfica. Isto ajudou a definir os modelos a usar e as etapas a respeitar de modo a alcançar os resultados esperados.

As etapas consideradas na construção dos diferentes cenários, englobaram a: (1) definição de premissas do cenário referencial e dos cenários alternativos; (2) quantificação do cenário referencial e dos cenários alternativos com base nas premissas assumidas; e, (3) comparação dos resultados para extrair as conclusões.

Os factores de emissões para conversão de uso e cobertura de terra e consumo de energia, foram obtidos em IPCC (2006) e Brander et al. (2011), para Moçambique.

a) *Dados e cenários aplicados ao estudo*

Para o delineamento dos cenários, foram avaliadas as informações existentes para a construção dos mesmos, nomeadamente: (1) percentagem da população com acesso a energia dentro da área do ZILMP; (2) O consumo *per capita* de energia; (3) a taxa de crescimento populacional anual dentro do ZILMP; (4) a taxa anual de incremento do uso de energia dentro do ZILMP; (5) o custo de energia actual em Moçambique; (6) a taxa de câmbio do Metical face ao Dólar americano; (7) o desmatamento anual pela prática da agricultura e; e, (8) os factores de conversão em KgCO₂e para cada factor. A pesquisa analisou as oportunidades de mitigação existentes para a aplicação de cada medida proposta. Para cada análise foram aplicados modelos de cenários alternativos

³ O período de referência (anos) para o cálculo do *FREL* não deve ser inferior a 10 anos ou superior a 15 anos, e deve ser estabelecido considerando dois anos antes da implementação dos projectos conducentes a redução de desmatamento (FCPF, 2021)

(CA), cenário de baixo carbono 1 (CBC-1) e cenário de baixo carbono 2 (CBC – 2), em relação ao cenário de referência, aqui denominado de *Business-as-Usual* (BAU).

Os cenários foram construídos considerando os níveis político, económico e ambiental num intervalo temporal de 18 anos (2017 – 2035), Todas as variáveis e pressupostos considerados nos cenários, apresentam seu grau de incertezas dado o ambiente socioeconómico do País, portanto, uma avaliação no final da implementação dos projetos deve ser feita por forma a avaliar o grau de cumprimento das ações planificadas a nível dos diferentes projetos, bem como, o nível de proximidade em relação ao cenário ideal em análise neste relatório. Assim, o primeiro cenário, denominado *Business as Usual* (BAU), representa a evolução das emissões e dos outros custos de operacionalização dos projectos a longo prazo, sem qualquer medida de mitigação às emissões, ou seja, todas as premissas decorrem linearmente, sem grandes alterações económicas e tecnológicas. Neste cenário, os pressupostos actuais de implementação dos projectos não variam ao longo do tempo.

O segundo cenário, denominado cenário alternativo, foi construído assumindo a premissa do agravamento das condições económicas (aumento do custo de energia em 21% como plasmado no plano quinquenal de execução de actividades da EDM) e do crescimento populacional (assumindo os dados do GoM 2020, que indica que a população moçambicana irá passar dos actuais 39 milhões de habitantes para mais de 60 milhões de habitantes em 2050) e consequentemente no aumento da área agrícola para responder a demanda populacional. Todos os demais pressupostos, permaneceram inalteráveis em relação ao cenário base (BAU).

O terceiro e quarto cenário foram denominados cenário de baixo carbono 1 (CBC – 1) e cenário de baixo carbono 2 (CBC – 2), respectivamente. Mantendo todas as demais variáveis estáveis em relação ao cenário base (BAU), estes cenários assumem a premissa do crescimento populacional estável e controlado, mudanças no regime tarifário da EDM (diminuição em 21% e 28% da taxa base para o cenário de baixo carbono e 1 e 2, respectivamente), e mudanças na política monetária (com descidas cambiais em 4.7% em relação ao cenário de baixo carbono 2, em comparação ao cenário base).

Na análise de viabilidade económica, a taxa de desconto usada foi de 13.25% e o preço de tonelada de carbono foi de 5,00 USD taxado pelo Banco Mundial em Janeiro de 2019. Os anexos III, IV, V, VI, e VII, ilustram os pressupostos usados em cada um dos cenários construídos e informações complementares usadas no modelo.

b) Curvas de custo de abatimento marginal (MACC)

Para gerar as curvas MACC, foi necessário determinar detalhes financeiros dos projectos que decorrem na área do ZILMP. Foram identificados e definidos para a presente pesquisa, 4 projectos existentes na área do ZILMP nomeadamente:

- Projecto MozFip, com enfoque na promoção da gestão integrada da paisagem e no fortalecimento das condições de habilitação para o manejo florestal sustentável, executado entre 2017 e 2022;
- Projecto MozBio 1 e 2, com enfoque para o fortalecimento das instituições para gestão das áreas de conservação, promoção do turismo nas áreas de conservação, melhorar a gestão, monitoria e pesquisas nas áreas de conservação e a identificação de oportunidades de meios de subsistência para as comunidades dentro das áreas de conservação, executado no período entre 2015 -2019;
- Projecto Sustenta com enfoque para a promoção da agricultura e cadeia de valor com base no desenvolvimento florestal, promoção da garantia dos direitos de posse de terra e aumento da resiliência dos recursos naturais, resposta a emergência de contingências, executado na fase piloto entre 2016 – 2021; e o
- Projecto MozDGM com o principal enfoque para o aumento da participação da comunidade e fortalecimento da sua capacidade na gestão de recursos naturais e gestão, monitoria e avaliação de projecto, em execução no período compreendido entre 2018-2023.

Devido a impossibilidade de desagregar os efeitos de cada projecto dentro do ZILMP, os projectos foram assumidos como sendo apenas um (1), denominado aqui para efeitos da pesquisa de ProZILMP, devido ao seu efeito cumulativo (dado o facto de terem sido executados no mesmo período, apesar de diferir nos anos de início e término). Assim, o custo cumulativo de implementação do ProZILMP foi deduzido do custo individual de cada projecto, divididos proporcionalmente pelas diferentes áreas geográficas de actuação. O anexo VIII indica o valor do investimento usado pelo ProZILMP para a presente pesquisa.

Para efeitos da presente pesquisa, foi assumido que o período de execução do projecto foi de 8 anos (2015 – 2023), período este que compreende o enquadramento dos anos de execução de todos projectos analisados. Deste modo, os cenários foram projectados até ao ano de 2035.

c) Determinação de emissões abatidas

As emissões abatidas são directamente afectadas pelas mudanças no grau de uso dos factores usados no modelo, pois a mudança no uso é o que determina as mudanças nas emissões. Nisto as emissões abatidas, foram calculadas pelo produto da variação do uso pelo factor de emissão da variável analisada.

d) Custos de abatimento marginal

O custo de abatimento marginal foi calculado para cada uma das opções de abatimento nos diferentes cenários (CBC-1, CBC-2 e BAU), de acordo com a seguinte formula:

$$\text{Custo de Abatimento Marginal (\$/tCO}_2\text{e)} = \frac{\text{– Valor Presente Líquido (\$)}}{\text{Emissões totais de GHG abatidas durante a Vida útil do projecto}}$$

Onde

$$\text{Valor Presente Líquido} = \frac{\text{Custo Total do Projecto} - \text{Poupanca Total do Projecto}}{(1 + \text{taxa de desconto})^{\text{Vida Útil do Projecto}}}$$

O Valor Presente Líquido (VPL) representa o valor total do projecto assumindo todos os custos e poupanças, e ajustados ao valor do dinheiro no tempo. Quando os custos excedem as poupanças, o VPL será negativo representando um custo líquido para o implementador do projecto. Por outro lado, quando as poupanças excedem os custos, o VPL será positivo, evidenciando que o projecto pode pagar os seus custos operacionais. Para calcular o Custo Marginal de Abatimento é necessário multiplicar o VPL por (-1). Isto serve para mostrar que projectos com custos marginais de abatimento negativo (com custos negativos de abatimento), são de facto economicamente viáveis na lógica de que poupam o dinheiro do implementador do projecto. Doutro lado, custos de abatimento positivos tem um custo real de toneladas de CO²e abatidos, e estão associados ao VPL negativo.

3. RESULTADOS

3.1. Emissões por desmatamento na zona do ZILMP

A Figura 2 apresenta as emissões anuais nos nove (9) distritos de área do ZILMP no período de análise (2017 – 2020). De forma geral, observa-se uma tendência crescente de emissões de 2017 a 2020 em todos distritos, sendo 2020 o ano de pico. Os distritos de Mocuba, Alto Molocué, Gilé e Pebane apresentaram os níveis mais elevados de emissões (3.30, 1.98 e 1.19 milhões de tCO₂e cumulativos, respectivamente), e Gurúe, Ile, Mulevala e Maganja da Costa os distritos com níveis de emissões mais baixos (variando entre 0.20 e 0.25 milhões de tCO₂eq cumulativos) (Figura 2).

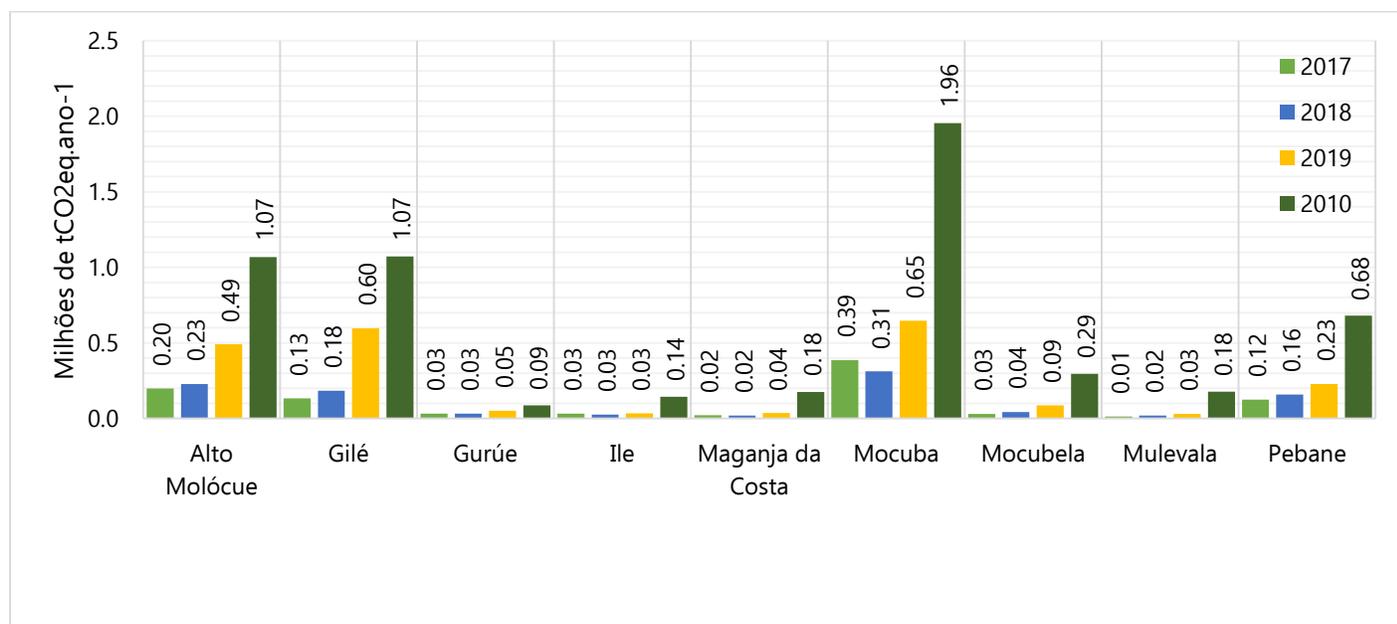


Figura 2. Emissões totais por desmatamento nos distritos da área do ZILMP entre 2017 a 2020

De forma cumulativa, cerca de 9.8 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente foram emitidos entre 2017 a 2020 por desmatamento na zona de ZILMP com uma média anual estimada em cerca de 1.1 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Relativamente à contribuição das causas de desmatamento no total das emissões de GEE na zona do ZILMP, a agricultura foi a causa que mais contribuiu para as emissões, participando com cerca de 94% (Figura 3). Enquanto o desmatamento para implantação de assentamentos e outras causas apresentaram o mesmo peso, contribuindo com cerca de 3% cada no total das emissões por desmatamento durante o período em análise (Figura 3). No entanto, é importante referir que as causas de degradação florestal não foram incluídas nesta análise.

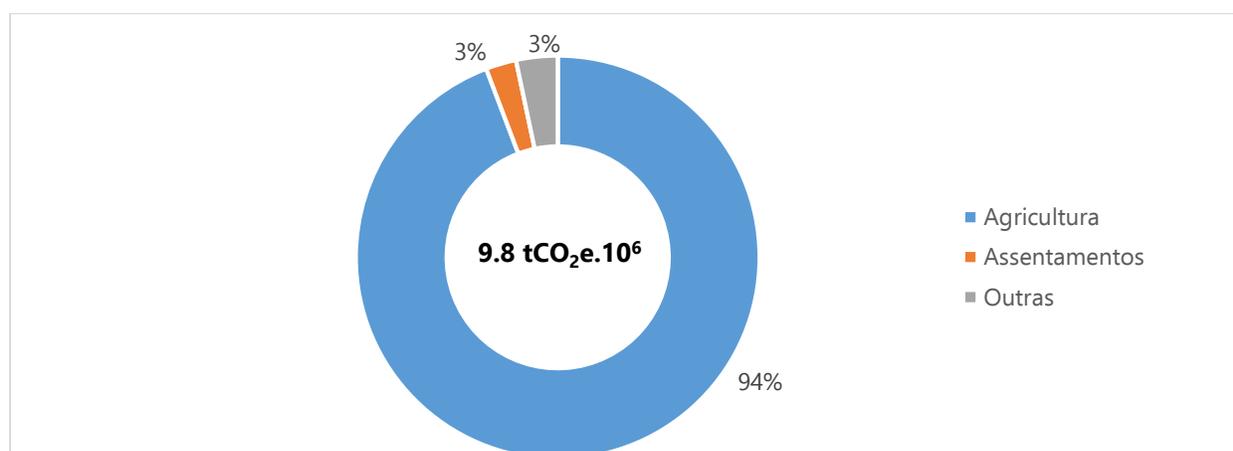


Figura 3. Proporção do total de emissões associadas a cada causa de desmatamento na zona do ZILMP entre 2017 a 2020.

O quadro 3 apresenta o resumo das áreas desmatadas e as respectivas emissões por cada causa de desmatamento nos três tipos florestais. Tal como foram as áreas desmatadas por tipo florestal apresentadas no Quadro 1, cerca de 98% (9.7 milhões de tCO₂e/ano) das emissões ocorreram nas florestas (semi-) decíduas (as que dominam na área de estudo), 1.3% (0.12 milhões de tCO₂e/ano) nas florestas (sem-) sempre verde e 0.2% (0.019 milhões de tCO₂e/ano) nas florestas de magal. A média total anual de emissões por desmatamento na área do ZILMP foi estimada em cerca de 2.5 milhões de tCO₂e/ano, onde o desmatamento para a prática da agricultura nas florestas (semi-) decíduas apresenta o maior peso, contribuindo com cerca de 92.5% (2.3 milhões de tCO₂e/ano) das emissões totais. Comparativamente as emissões totais médias a nível do país, a zona do ZILMP apresenta emissões totais relativamente baixas em relação a média nacional (MITADER, 2018c), porém aproximados a média anual estimado para o período entre 2005 a 2015 (FCPF, 2021).

Quadro 2. Emissões de carbono por cada causa de desmatamento nos três tipos florestais dos distritos da área do ZILMP entre 2017 a 2020

				Emissões (tCO ₂ eq.)	Incertezas
--	--	--	--	---------------------------------	------------

Tipo de conversão	Área convertida (ha/ano)	Biomassa antes (tms/ha)	Biomass depois (tms/ha)	Total	Média	Desvio padrão	Erro padrão
FSSV para agricultura	450.94	165.19	10.00	120 601.80	3 350.05	5 048.48	1 682.83
FSSV para assentamentos	11.09	165.19	-	3 156.71	87.69	132.14	44.05
FSS para outros usos	16.63	165.19	-	4 735.07	131.53	198.21	66.07
FSD para agricultura	28 762.59	194.64	10.00	9 152 148.51	254 226.35	376 016.63	125 338.88
FSD para assentamentos	707.28	194.64	-	237 241.57	6 590.04	9 747.09	3 249.03
FSD para outros usos	1 060.92	194.64	-	355 862.35	8 389.41	12 408.45	4 136.15
Mangal para outros usos	32.09	354.44	-	19 603.65	544.55	1 874.75	624.92
Total	31 041.54			9 893 349.67	273 319.61		

NB: tms – toneladas de matéria seca.

3.2. Emissões por desmatamento e degradação florestal fora da zona do ZILMP

A Figura 4 apresenta as emissões anuais nos quatro (4) distritos fora da área do ZILMP no período em análise (2017 – 2020). Lugela é o distrito mais crítico com cerca de 47% das emissões totais (2.23 milhões de tCO₂e) e Namacurra o distrito com emissões mais baixas representando 0.6% (0.03 milhões de tCO₂e) (Figura 4).

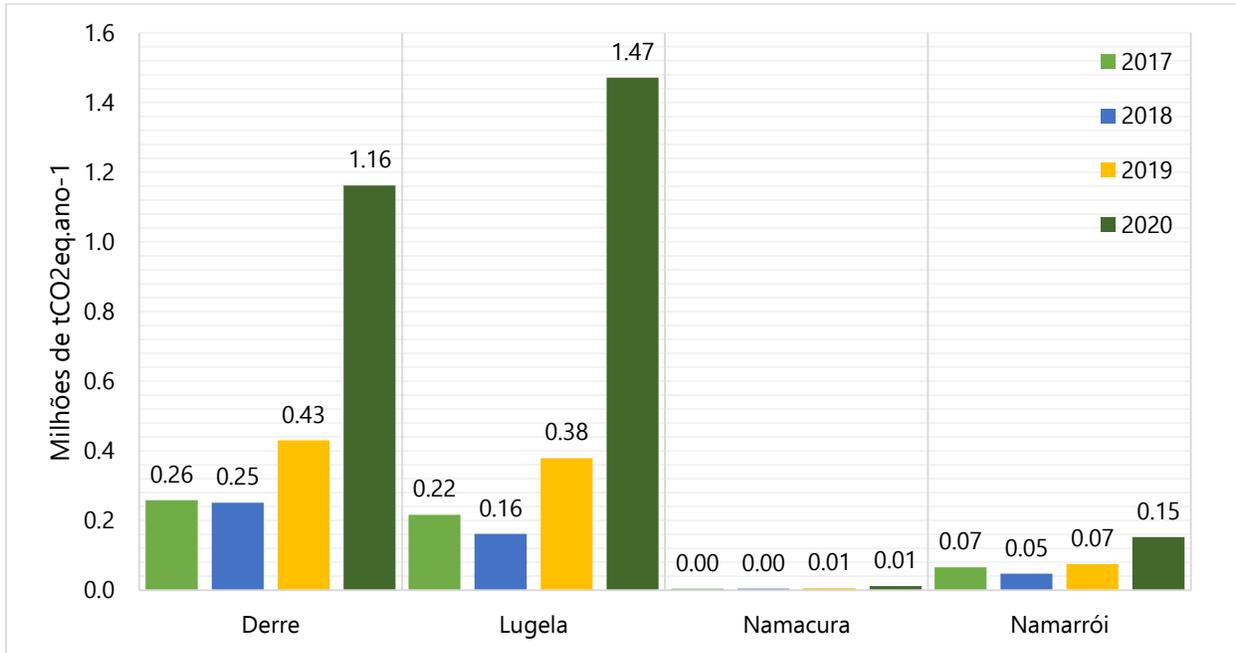


Figura 4. Emissões totais por desmatamento nos distritos fora da área do ZILMP entre 2017 a 2020

De forma cumulativa, cerca de 4.7 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente foram emitidos entre 2017 e 2020 por desmatamento nestes distritos, com uma média anual estimada em cerca de 1.2 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Em termos de contribuição proporcional das causas de desmatamento no total das emissões fora da área do ZILMP, observou-se a mesma tendência que na zona do ZILMP, onde a maior percentagem recai sobre a agricultura, contribuindo com cerca de 94% (4.4 milhões de tCO₂e), seguida de assentamentos e outras causas, ambas contribuindo com cerca de 3% cada (Figura 5). Por outro lado, comparativamente a zona do ZILMP onde foi/estão sendo implementados projectos conducentes a redução de desmatamento, a percentagem das emissões por agricultura na zona do ZILMP (94%) é igual à da zona fora do ZILMP (94%). Isto pode ser explicado pelo *modus operandi* do projecto SUSTENTA implementado na zona do ZILMP que disponibiliza equipamentos e insumos agrícolas para as comunidades produzirem em grande quantidade, o que faz com os camponeses devastem áreas florestais maiores para a produção agrícola massiva. Deste modo, enquanto as populações dedicam-se a agricultura fomentada pelo SUSTENTA para aumentar a produção e (talvez) a produtividade, elas vão abdicando das outras práticas fontes de renda, concentrando-se apenas na agricultura que é tida como a principal fonte de rendimento e subsistência das famílias.

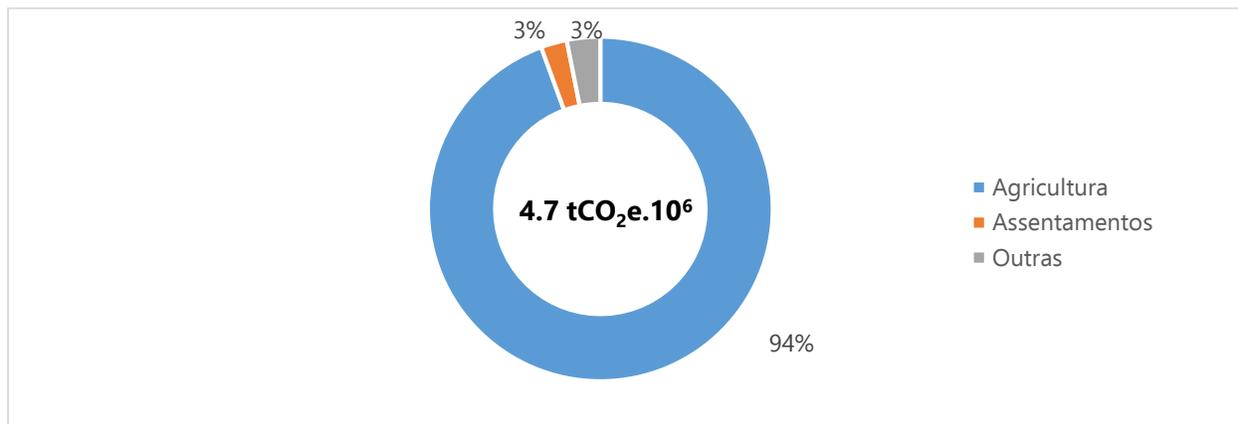


Figura 5. Proporção do total de emissões associadas a cada causa de desmatamento fora da zona do ZILMP entre 2017 a 2020

Em termos de emissões médias anuais por cada causa de desmatamento nos três tipos florestais, o cenário observado fora da área do ZILMP assemelha-se ao da área do ZILMP onde maior percentagem das emissões foram observadas na floresta (semi-) decídua (98.6%), onde a agricultura é a principal causa de emissão (Quadro 4). A média total anual de emissões por desmatamento fora do ZILMP foi estimada em cerca de 1.2 milhões de tCO₂e/ano (Quadro 4). Tal como foi observado no ZILMP, as emissões fora da área do ZILMP foram relativamente quando comparado com a média nacional (MITADER, 2018c).

Quadro 3. Emissões médias anuais por cada causa de desmatamento nos três tipos florestais dos distritos fora da área do ZILMP entre 2017 a 2020

Tipo de conversão	Área convertida (ha/ano)	Biomassa antes (tms/ha)	Biomassa depois (tms/ha)	Emissões		Incertezas	
				Total	Média	Desvio padrão	Erro padrão
FSSV para agricultura	229,45	165,19	10,00	61 366,16	3974,58	5139,87	2569,93639
FSSV para assentamentos	11,47	165,19	-	3 266,02	104,03	134,53	67,2672723
FSS para outros usos	11,47	165,19	-	3 266,02	156,05	201,80	100,900909
FSD para agricultura	13 258,11	194,64	10,00	4 218 681,42	273236,99	399829,16	199914,582
FSD para assentamentos	662,91	194,64	-	222 358,14	7082,84	10364,35	5182,17651
FSD para outros usos	662,91	194,64	-	222 358,14	9016,75	13194,26	6597,13115
Mangal para outros usos	0,42	354,44	-	256,48	16,03	64,12	32,0603238
Total	14 836,74			4 731 552,39	293587,28		

4.3. Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) como resultados da implementação de actividades conducentes a redução do desmatamento.

O Quadro 5 apresenta as emissões evitadas como resultado da implementação de projectos conducentes a redução de desmatamento na zona do ZILMP. Cerca de 21.9 milhões de tCO₂e/ano foram evitadas desde 2017 a 2020 (Quadro 5), podendo estar associadas à implementação de actividades dos sistemas integrados dos projectos MozBio (2015-2019), Sustenta (2015-2021), MozFIP (2017-2022) e MozDGM (2017- em curso). Os resultados de REDD+ foram obtidos tomando em consideração um período de referência de 11 anos (2005 a 2015), e dois anos antes do início das actividades dos projectos na área (FCPF, 2021). O valor das REDD+ anuais demonstrou que as emissões por desmatamento foram evitadas em maior proporção nos anos 2017 e 2018 relativamente aos últimos dois anos (2019 e 2020) (Quadro 5). Essa tendência de crescimento de área desmatada é confirmada por Chandamela (2021) que reportou uma redução da área florestal na Zambézia que resulta do aumento da área cultivada e do aumento populacional. Por outro lado, a menor redução de emissões observada nos anos 2019 e 2020 em relação aos anos 2017 e 2018 provavelmente pode ser explicada pela existência de outros projectos anteriores, como é o caso do projecto Kulima⁴ (2013) na área que contribuíram para uma maior redução da área desmatada nos anos de 2017 e 2018.

Quadro 4. Emissões evitadas pela implementação de actividades conducentes a redução do desmatamento florestal na zona do ZILMP

Ano	Emissões (tCO ₂ e/ano)	Nível de referência (2005 – 2015) (tCO ₂ e/ano)	REDD+ (tCO ₂ e/ano)
2017	968,828.60	7,932,644.34	6,963,815.74
2018	1,021,560.01		6,911,084.33
2019	2,198,220.14		5,734,424.20
2020	5,650,897.18		2,281,747.16
Total	9,839,505.93		21,891,071.43

3.3. Curvas de custo de abatimento marginal (MACC)

No âmbito do trabalho com políticas de mudanças climáticas, são necessárias informações de diferentes perspectivas para poder planificar e executar as opções que possam reduzir as emissões de GEE na atmosfera. Por isso, o modelo aplicado parte do princípio da análise económica, com base em indicadores, num determinado período, aplicado para os quatro cenários a fim de analisar elementos financeiros investidos em cada medida de mitigação.

Para os cenários apresentados, os pressupostos assumidos, envolveram variáveis macroeconómicas referentes ao valor da moeda em relação ao dólar americano, consumo *per*

⁴ Projecto de capacitação e sensibilização das comunidades para ocupação legal da terra e uso sustentável de recursos naturais.

capita de energia em Moçambique, a taxa de crescimento populacional dentro da área do ZILMP, a taxa de desmatamento anual para agricultura e assentamento, o custo de energia em Moçambique e os factores de emissão associada as variáveis acima referidas. Importa realçar que para os diferentes cenários, foi assumido o valor de USD 8 milhões, como lucros anuais com base nas actividades exercidas dentro da área do ZILMP (calculados com base nos USD 50 milhões recebidos em 2021 por Moçambique ao abrigo dos créditos vendidos, no âmbito das actividades executadas dentro do ZILMP).

3.3.1. Projecções para os diferentes cenários

Para as projecções para o cenário *Business as Usual* (BAU), as condições baseadas no cenário, indicam um potencial de mitigação de 6,988.4 tCO₂e/ha. O factor eficiência produtiva associado ao sequestro do carbono promove um saldo negativo de 1021,71 tCO₂e por ano, indicando que a diferença do que é produzido (tCO₂) e do que é abatido pelas atividade do cenário, é satisfatório indicando assim que as actividades do cenário, permitem que haja sequestro do carbono. Este valor que pode mudar quando associado a outros parâmetros importantes ao modelo como por exemplo a inovação tecnológica, maquinarias, insumos e tipo de culturas, factores estes que não foram incluídos. Nestas condições, o custo de abatimento é negativo (- USD 467.25), indicando que da quantidade total de carbono que esta opção pode abater (aproximadamente 7000 tCO₂e), 467.25 USD serão poupados por tonelada, mantendo o custo de vida actual (condições macroeconómicas correntes), a taxa de crescimento anual da populacional de 1%, desmatamento anual por agricultura e assentamentos e a quantidade de consumo de energia *per capita* de energia (vide anexo II).

Quadro 6. Custo marginal de abatimento para os cenários BAU, BC-1, BC-2 e alternativo..

Cenário	Período	Valor Presente Líquido (\$VPL)	Abatimento Total (tCO ₂ e)	Emissão anual líquida (tCO ₂ e)	Custo Marginal de Abatimento (\$VPL por tCO ₂ e).
BAU	2017 - 2035	\$ 3.266.020,45	6.988,4	- 1.021,71	\$ (467,35)
Baixo Carbono 1	2017 - 2035	\$ 2.961.245,97	6.985,67	- 1.021,31	\$ (423,90)
Baixo Carbono 2	2017 - 2035	\$ 3.242.306,01	27.966,12	- 1.088,67	\$ (115,94)
Alternativo	2017 - 2035	\$ (1.327.584,5)	13.976,42	- 2.043,36	\$ 94,99

O cenário alternativo, ilustra mudanças significativas nas variáveis económicas e ambientais, com o agravamento do custo de vida a longo prazo, com base em projecções dos diferentes sectores de actuação (energia – aumento em 21%, percentagem da população com acesso a energia no ZILPM - 67.5%), o dobro da taxa de desmatamento para agricultura e assentamento, mantendo constante a taxa de crescimento populacional e a taxa de câmbio de referência (vide anexo IV). As condições baseadas neste cenário indicam um potencial de abatimento de mais de 14 mil

tCO₂e/ha, com um factor de eficiência produtiva associado ao sequestro de carbono de 2,043.36 tCO₂e. Nestas condições, o custo de abatimento é positivo (USD 94.99), indicando que para cada tonelada abatida, o custo pago seria de aproximadamente USD 95, mesmo diante do recebimento dos benefícios por toneladas de carbono equivalente (preço de referência de USD 5.00 por tCO₂e).

Assumindo projecções para o cenário de baixo carbono 1, que indicam que metade da população do ZILMP tem acesso a energia, com um consumo *per capita* do cenário actual (BAU), entretanto com mudanças nas políticas internas do custo de energia (diminuição do tarifário em 21%), mantendo constante a política monetária e estabilização do Metical a longo prazo bem como a taxa de crescimento populacional dentro do ZILMP e o aumento de cobertura florestal (vide anexo V), projecta-se um potencial de abatimento de aproximadamente 7000.00 tCO₂e, com um factor de eficiência produtiva associada de 1,021.31 tCO₂e. Nestas condições, o custo de abatimento é negativo (-423.9 USD), indicando que 423.9 USD serão poupados por toneladas, para o potencial de carbono que a cenário pode abater.

O cenário de baixo carbono 2, prevê alterações macroeconómicas profundas, com mexidas na política monetária (diminuição de 4.7% da taxa cambial de referência), abate no custo de energia em 28.41%, mantendo constante a taxa de crescimento populacional (1%), a percentagem da população com acesso a energia (em relação ao CBC – 1), e com o dobro do ganho de cobertura florestal em relação ao CBC – 1. Nestas condições, o custo de abatimento é negativo (-115.94 USD), indicando que da quantidade total de carbono que esta opção pode abater (aproximadamente 28000 tCO₂e), 115.94 USD serão poupados/gerados por tonelada abatida.

A figura 6, ilustra o custo de implementação dos diferentes cenários, por tonelada de carbono equivalente abatido. Assumindo todos os pressupostos metodológicos acima mencionados, nota-se que o cenário de baixo carbono 2, com um potencial de abatimento de até 10,000.00 tCO₂e, pode gerar um custo de abatimento de cerca de 115 USD, significando que fora a arrecadação anual de 8 milhões USD, cada tCO₂e irá gerar aproximadamente 115 USD. Esta opção, torna-se a melhor dentre as demais, devido ao seu potencial de abater maior quantidade de tCO₂e, comparado com o cenário BAU e CBC-1. Contudo, para o alcance das projecções deste cenário, torna-se importante o envolvimento de outras instituições e mexidas nas políticas internas das mesmas, de modo a permitir que mais fundos sejam gerados pelos créditos de carbono a Moçambique.

Nota-se igualmente, que o cenário alternativo, é o único que, embora apresente maior potencial de abatimento de tCO₂e em sua projecção (pouco mais de 12,000.00 tCO₂e), abater cada um dessas toneladas implicaria um investimento adicional de USD 99.5 por tonelada (acima do investimento actual), acarretando custos avultados para a entidade implementadora das acções de mitigação.

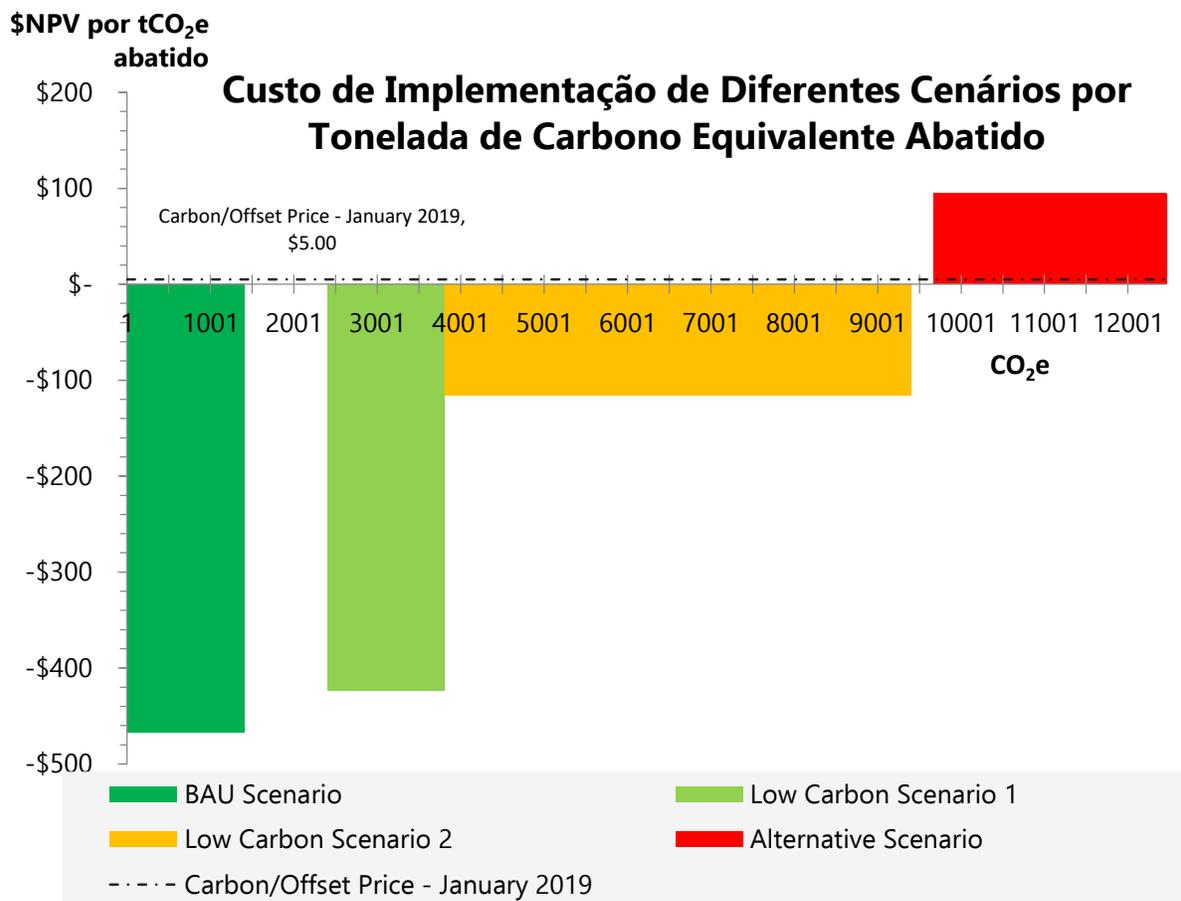


Figura 6. Curvas de custos marginais de abatimento (MACC) de CO₂e pelos diferentes cenários

3.3.2. Limitações

Os pressupostos assumidos nos cenários acima, envolveram variáveis macroeconómicas referentes ao valor da moeda em relação ao dólar americano, consumo *per capita* de energia em Moçambique, a taxa de crescimento populacional dentro da área d ZILMP, a taxa de desmatamento anual de agricultura e assentamento, o custo de energia em Moçambique e os factores de emissão associada a factores acima referidos. Contudo, estes factores não são suficientes para projectar com exactidão os possíveis níveis de abatimento e seus respectivos retornos financeiros ao longo dos anos, pois o desenvolvimento populacional alberga várias outras áreas, que são directamente afectadas pelos factores indicados no modelo (ex: crescimento populacional gera aumento do consumo de energia eléctrica e fósil – esta última não incorporada no modelo; o aumento de área de cobertura florestal implica redução das áreas agrícolas, que pode implicar maior uso de fertilizantes e pesticidas nas pequenas áreas para aumentar a produtividade, entre outros). Estes são alguns exemplos de como outros factores podem ser adicionados ao modelo, de forma a projectar com mínimo erro, os possíveis cenários

que cada uma das acções pode levar (combustíveis fósseis para maquinaria e uso de fertilizantes são factores importantes que impulsionam a emissão de GEE para a atmosfera). Assim, recomenda-se que sejam quantificados para o cenário base (e posteriormente projectados para outros cenários, as emissões associadas a outras variáveis de emissões, de modo a gerar maior robustez ao modelo.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

4.1. Conclusões

Determinadas as emissões por desmatamento, conclui-se que a taxa de emissões de carbono na área do ZILMP (média anual $1.1 \text{ tCO}_2\text{e} \cdot 10^6 \cdot \text{ano}^{-1}$ em cada distrito) na se difere da taxa de emissões nos distritos fora da área do ZILMP (média anual $1.2 \text{ tCO}_2\text{e} \cdot 10^6 \cdot \text{ano}^{-1}$ em cada distrito), sendo Mocuba o distrito mais crítico da área do ZILMP. As emissões por desmatamento na zona do ZILMP apresentaram uma tendência crescente com o tempo (Quadro 5), mesmo com a implementação de actividades conducentes a redução de desmatamento, dando uma indicação de que os projectos a serem implementados nas áreas não estão efectivamente a reduzir o desmatamento. Porém, comparativamente ao período de referência (2005-2015), houve uma redução significativa das emissões por desmatamento na zona do ZILMP nos últimos 4 anos que pode estar associados aos esforços envidados para a redução do desmatamento naquela área.

Por outro lado, projecções feitas, corroboram com o constatado acima, pois o cenário BAU ilustra que apesar do desmatamento ser significativo, o potencial de abatimento das emissões podem gerar renda suficiente para cobrir as despesas associadas as acções executadas dentro da área do ZILMP, a um custo de USD 5.00 por tonelada de carbono evitada. Contudo, outros cenários indicam haver potencialidades na área do ZILMP, para contínuos investimentos de modo a gerar maior quantidade de carbono evitado, que compensa o preço actual de carbono no mercado internacional (CBC – 1 e CBC – 2), de USD 5 por toneladas proposto pelo Banco Mundial.

Contudo, a aplicação desses cenários sugere um envolvimento de outros sectores-chave, que possam permitir que políticas e estratégias sectoriais possam criar condições para que Moçambique possa maximizar os benefícios de conservação e restauração, pela venda de créditos de carbono no mercado internacional. Nas condições actuais de implementação dos projectos e acções, o custo de USD 5.00 por tonelada de carbono supre os custos de manutenção da área do ZILMP a longo prazo (2035). Entretanto, estudos adicionais são necessários, para incorporar outras variáveis ao modelo, de modo a gerar maior robustez nas projecções apresentadas.

4.2. Recomendações

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se que se aposte no investimento de uma agricultura de conservação, virada para o aumento da produtividade por unidade de área, e a promoção de outros meios de subsistência na área do ZILMP. Adicionalmente, o reforço na

fiscalização e sensibilização, pode eliminar o efeito compensatório que existe actualmente entre o desmatamento e o reflorestamento. Recomenda-se igualmente que sejam feitos estudos e projecções económicas profundas, de modo a validar a informação contida neste relatório. A incorporação de variáveis-chave são extremamente importantes para gerar robustez no modelo, e isso pode ser feito através de dados em outros sectores de desenvolvimento.

5. REFERÊNCIAS

- Banco Mundial (2018). Notas sobre a Floresta em Moçambique. Moçambique.
- Centro de Estudos em Agricultura e Recursos Naturais (CEAGRE) e WINROCK International (2016). Identificação e análise dos agentes e causas directas e indirectas de desmatamento e degradação florestal em Moçambique. Relatório final. Maputo. pp36.
- Chandamela, M. (2021). Cobertura florestal em Moçambique. Observatório do Meio Rural (OMR). Observador Rural nº 117. 28p.
- FCPCF (Fundo do Carbono do Mecanismo de Parceria para o Carbono Florestal) (2019). Acordo de Pagamento de Redução de Emissões. Programa de Redução de Emissões da Zambézia.
- Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) (2021). Zambezia Integrated Landscape Management Program (ZILMP) ER Monitoring Report.
- Frost, P. 1996. The ecology of Miombo woodlands. In: Campbell B (ed) The Miombo in Transition: woodlands and welfare in Africa. Centre for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, p 11–58.
- Fundo Nacional do Desenvolvimento Sustentável (FNDS) (2020). Mapa de cobertura florestal de Moçambique 2016. Maputo.
- Fundo Nacional do Desenvolvimento Sustentável (FNDS). Unidade de MRV (2020). Standard Operating Procedures for Greenhouse Gas Emissions Estimation. 6. Maputo. Mozambique.
- Instituto Nacional de Estatística (INE) (2019). IV Recenseamento geral da população e habitação 2017. Resultados definitivos Moçambique. Maputo. Pp214.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (eds. Eggleston, H.S. et al.). Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan
- Marzoli, A. (2007). Inventário florestal nacional. DNTF, Maputo, Moçambique.
- Mawa, C., Babweteera, F., Tabuti, J.R.S. and Tumusiime (2020). Changes in vegetation characteristics following a decade of community forest management in mid-western Uganda. pp 323-338 in Pottinger, A. (ed). State-Community relationships and deliberative politics within federal forest governance in Nepal. *International forest review*.
- MINEC (2018). Plano operacional da comercialização agrícola-Zambézia.

- MITADER (2016a). Estratégia Nacional para a Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, Conservação de Florestas e Aumento de Reservas de Carbono através de Florestas (REDD+) 2016-2030. Maputo. pp35.
- MITADER (2016b). Plano de Acção da Estratégia de REDD+ 2016-2030. Maputo. pp22.
- MITADER (2018a). Desmatamento em Moçambique (2003 - 2016).MITADER. Maputo. pp42. Moçambique.
- MITADER (2018b). Inventário Florestal Nacional. MITADER. Maputo. pp 124.
- MITADER (2018c). Nível de Referência de Emissões Florestais em Moçambique para Redução de Emissões por Desmatamento de Florestas Nativas. MITADER. Maputo. (2003-2013).
- Ryan, C, Pritchard, R, McNico, I, Owen, M, Fisher, J, A, Lehmann, C. 2016. Ecosystem services from Southern African woodlands and their future under global change. Phil Trans R Soc B 371:20150312. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0312>
- Unidade de MRV-FNDS (2021). Passo a Passo para o Levantamento e Estimativa de Emissões do Sector de Uso da Terra, Mudanças do Uso da Terra e Florestas. *versão de Junho de 2021*. Fundo Nacional do Desenvolvimento Sustentável (FNDS), Maputo, Mozambique. 125p.

6. ANEXOS

ANEXO I

A. Causas de desmatamento e degradação florestal identificadas na área de estudo

Causa	Fora do ZILMP		Dentro do ZILPM	
	Nº	%	Nº	%
Produção de lenha	29	24.4%	95	22.4%
Produção de carvão	12	10.1%	22	3.4%
Abertura de Machamba	60	50.4%	244	62.4%
Obtenção de material de construção (estaca, bambu)	12	10.1%	30	6.1%
Residência	3	2.5%	9	2.0%
Pecuária	0	0.0%	2	0.7%
outro	3	2.5%	12	3.1%
Total	119	100.0%	414	100.0%

ANEXO II

A. Pressupostos do Cenário Base - *Business as Usual*

Pressupostos Cenário BAU		
População total do ZILMP	1,783,473	
Percentagem Pop ZIMLP com acesso a energia	32.5	Fonte: OMR Report
População com acesso a energia 2019	579,628.73	
Consumo <i>per capita</i> de energia 2020 (KWh)	384	Fonte:
KWh por ano consumido no ZILMP	222,577,430.40	
População com acesso a energia em 2015	434,721.54	Calculado com base na percentagem da população com acesso a energia na província.
Crescimento anual da população no ZILMP (1%)	4,347.22	Pressuposto: taxa anual de crescimento da população em energia
Aumento de KWh por ano consumido no ZILMP	1,669,330.73	
Custo de energia em Moçambique (Mtn/KWh)	7.64	EDM 2021
Taxa de Cambio Mtn/USD	63.2	
Custo de Energia em Moçambique (USD/KWh)	0.120886076	
KgCO ² e emitido por KWh para Moçambique	0.000445032	Fonte: Brander et al., 2011
KgCO ² e emitido por ha para agricultura e assentamento	(0.47 x 44 x área) / 12	Fonte: IPCC, 2006
Desmatamento anual por agricultura e assentamento	770.50	

B. Pressupostos do Cenário Alternativo

Pressupostos Cenário Alternativo		
População total do ZILMP	1,783,473	
Percentagem Pop ZIMLP com acesso a energia	67.5	Fonte: OMR Report
População com acesso a energia 2019	1,203,844.28	
Consumo <i>per capita</i> de energia 2020 (KWh)	384	Fonte:
KWh por ano consumido no ZILMP	462,276,201.60	
População com acesso a energia em 2015	902,883.21	Calculado com base na percentagem da população com acesso a energia na província. Pressuposto: taxa anual de crescimento da população em energia
Crescimento anual da população no ZILMP (1%)	9,028.83	
Aumento de KWh por ano consumido no ZILMP	3,467,071.51	
Custo de energia em Moçambique (Mtn/KWh)	9.2444	Aumento em 21%
Taxa de Cambio Mtn/USD	63.2	
Custo de Energia em Moçambique (USD/KWh)	0.146272152	
KgCO ² e emitido por KWh para Moçambique	0.000445032	Fonte: Brander et al., 2011
KgCO ² e emitido por ha para agricultura e assentamento	(0.47 x 44 x área) / 12	Fonte: IPCC, 2006
Desmatamento anual por agricultura e assentamento	1,541.00	

C. Pressupostos do Cenário Baixo Carbono 1

Pressupostos Cenário Baixo Carbono 1		
População total do ZILMP	1,783,473	
Percentagem Pop ZIMLP com acesso a energia	50	Fonte: OMR Report
População com acesso a energia 2019	891,736.30	
Consumo <i>per capita</i> de energia 2020 (KWh)	384	Fonte:
KWh por ano consumido no ZILMP	342,426,816.00	
População com acesso a energia em 2015	668,802.38	Calculado com base na percentagem da população com acesso a energia na província.
Crescimento anual da população no ZILMP (1%)	6,688.02	Pressuposto: taxa anual de crescimento da população em energia
Aumento de KWh por ano consumido no ZILMP	2,568,201.12	
Custo de energia em Moçambique (Mtn/KWh)	6.0356	Diminuiu em 21%
Taxa de Cambio Mtn/USD	63.2	
Custo de Energia em Moçambique (USD/KWh)	0.0955	
KgCO ² e emitido por KWh para Moçambique	0.000445032	Fonte: Brander et al., 2011
KgCO ² e emitido por ha para agricultura e assentamento	(0.47 x 44 x area) / 12	Fonte: IPCC, 2006
Desmatamento anual por agricultura e assentamento	0	770.50

D. Pressupostos do Cenário Baixo Carbono 2

Pressupostos Cenário Baixo Carbono 2		
População total do ZILMP	1,783,473	
Percentagem Pop ZILMP com acesso a energia	50	Fonte: OMR Report
População com acesso a energia 2019	891,736.30	
Consumo <i>per capita</i> de energia 2020 (KWh)	384	Fonte:
KWh por ano consumido no ZILMP	342,426,816.00	
População com acesso a energia em 2015	668,802.38	Calculado com base na percentagem da população com acesso a energia na província.
Crescimento anual da população no ZILMP (1%)	6,688.02	Pressuposto: taxa anual de crescimento da população em energia
Aumento de KWh por ano consumido no ZILMP	2,568,201.12	
Custo de energia em Moçambique (Mtn/KWh)	5.04	Diminuiu em 28.41%
Taxa de Cambio Mtn/USD	60.5	Diminuiu em 4.7%
Custo de Energia em Moçambique (USD/KWh)	0.083305785	
KgCO ² e emitido por KWh para Moçambique	0.000445032	Fonte: Brander et al., 2011
KgCO ² e emitido por ha para agricultura e assentamento	(0.47 x 44 x area) / 12	Fonte: IPCC, 2006
Desmatamento anual por agricultura e assentamento	0	1,541.00

Anexo III

Dados complementares usados nos modelos

Dados complementares usados no modelo

Taxa de desconto	13.25	
Preço por tonelada de Carbono (USD)	\$ 5	Fonte: Banco Mundial

ANEXO IV

Investimento aplicado e previsto para a área do ZILMP entre 2017 e 2025

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
Sustenta 1	3.100.000,00	3.100.000,00	3.100.000,00	3.100.000,00	3.100.000,00					15.500.000,00
Sustenta 2						3.875.000,00	3.875.000,00	3.875.000,00	3.875.000,00	15.500.000,00
MozBio	704.500,00	704.500,00								1.409.000,00
MozDGM	320.000,00	320.000,00	320.000,00	320.000,00	320.000,00					1.600.000,00
MozFIP	3.196.016,00	3.196.016,00	3.196.016,00	3.196.016,00	3.196.016,00					15.980.078,00
Total	7.320.516,00	7.320.516,00	6.616.016,00	6.616.016,00	6.616.016,00	4.125.000,00	4.125.000,00	4.125.000,00	4.125.000,00	50.989.078,00