



UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
ENGENHARIA DE ENERGIAS

CHARLES TAULA NZUALO

**ANÁLISE DO POTENCIAL DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR
DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL, ANGOLA E MOÇAMBIQUE**

**REDENÇÃO-CE
2022**

CHARLES TAULA NZUALO

**ANÁLISE DO POTENCIAL DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR
DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL, ANGOLA E MOÇAMBIQUE**

Monografia a ser apresentada na
Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito
básico para conclusão de curso de
Bacharelado em Engenharia de Energias.

Orientadora: Profa. Dra Maria Cristiane
Martins De Sousa

REDENÇÃO-CE
2022

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Nzualo, Charles Taula.

N999a

Análise do potencial da produção de biocombustível a partir da
cana-de-açúcar no Brasil, Angola e moçambique / Charles Taula
Nzualo. - Redenção, 2022.
Of: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Energias, Instituto de
Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da
Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção,
2022.

Orientador: Prof. Dra. Maria Cristiane Martins De Sousa.

1. Biocombustíveis. 2. Cana de açúcar. 3. Milho. 4.
Potencial Energético. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 662.6

CHARLES TAULA NZUALO

**ANÁLISE DO POTENCIAL DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR
DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL, ANGOLA E MOÇAMBIQUE**

Monografia a ser apresentada na
Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito
básico para conclusão de curso de
Bacharelado em Engenharia de Energias.

Aprovada em: 28 de julho de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Maria Cristiane Martins De Sousa (Orientadora)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof^ª. Dra. Juliana de França Serpa
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof^ª. Dra. Janaina Barbosa Almada
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

AGRADECIMENTOS

Dedico a Deus todo poderoso, por me acompanhar neste longo percurso difícil, encorajar nos momentos em que pensei em desistir por sempre estar comigo.

À minha orientadora **Prof.ª Maria Cristiane Martins De Sousa** pela paciência durante todo o período de elaboração deste trabalho, pelos ensinamentos e dedicação dispensados para a melhor elaboração deste.

Aos meus pais, **Armando Taula** e **Teresa Ananias Fumo** por ter me ensinado a ser a pessoa que sou hoje, por serem o meu maior incentivo desde sempre e por todo o apoio durante esses anos de curso

Aos meus irmãos, **Esmenia Muchanga** e em especial **Armando Taula Nzualo** pela confiança, apoio emocional e estarem sempre ao meu lado.

Aos meus amigos e amigas, em especial o **Ajumar Omar** pelo suporte na minha trajetória acadêmica, ao **Kevin Marcos** pelo suporte e companheirismo desde que chegamos no Brasil. Ao **Gildo Stefan, Roseane Fortes, Júlio Muiocha, Fernanda Queiroz, Miguel Eduardo, Fredy Madeiras, Ivandro Ramos, Helton Siteo, Zina Jessica, Erica Simone** e aos demais amigos que me ajudaram direta ou indiretamente foram cruciais para meu desenvolvimento .

À **Unilab** pela oportunidade de uma formação de excelência, não apenas acadêmica, mas também a nível pessoal, à experiência de vivenciar a integração dos países da lusofonia que apenas esta universidade oferece.

RESUMO

A luta contra as mudanças climáticas vem sendo um dos grandes desafios no mundo, com isso vem se procurando formas de incentivar um maior uso de energias renováveis. A produção de biocombustíveis no mundo vem sendo empregada com o objetivo de minimizar a dependência dos combustíveis fósseis assim como a emissão de gases de efeito estufa. O Brasil foi um dos pioneiros no uso de biocombustíveis em nível mundial e vem seguindo em busca de alternativas ao uso de combustíveis fósseis. Nesse mesmo contexto face a ampla disponibilidade de terras e potencial de produção de biomassa em Angola e Moçambique, mapeou-se os níveis de produção e comparou-se com o Brasil, onde constatou-se que Angola e Moçambique atualmente possuem nas suas matrizes energéticas em torno de 80% de biomassa, porém ela é usada para fins domésticos. Destacou-se a necessidade do investimento em políticas voltadas para o aproveitamento da biomassa para produção de biocombustíveis em substituição aos combustíveis convencionais. Este trabalho tem objetivo ampliar informações que visam buscar estratégias para produção de biocombustível, procurando mostrar o potencial de produção de etanol dos países africanos em específico Angola e Moçambique tendo como ponto de referência o Brasil.

Palavras-chave: Biocombustíveis; Cana de açúcar; Milho; Potencial Energético.

ABSTRACT

The fight against climate change has been one of the great challenges in the world, so ways to encourage greater use of renewable energy are being sought. The production of biofuels in the world has been used with the objective of minimizing dependence on fossil fuels as well as the emission of greenhouse gases. Brazil was one of the pioneers in the use of biofuels worldwide and has been searching for alternatives to the use of fossil fuels. In this same context, given the wide availability of land and potential for biomass production in Angola and Mozambique, production levels were mapped and compared with Brazil, where it was found that Angola and Mozambique currently have in their energy matrices in around 80% biomass, but it is used for domestic purposes. The need to invest in policies aimed at the use of biomass for the production of biofuels to replace conventional fuels was highlighted. This work aims to expand information aimed at seeking strategies for biofuel production, seeking to show the potential for ethanol production in African countries, specifically Angola and Mozambique, taking Brazil as a point of reference.

Keywords: Biofuels; Sugar cane ; Corn; Energetic Potential.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Oferta interna de Energia Elétrica no Brasil por cada fonte.	14
Figura 2: Produção primária de energia e o seu consumo final por fontes.	14
Figura 3: Mapa de Moçambique.	16
Figura 4: Potencial dos projetos de energias renováveis prioritários por cada fonte em Moçambique.	20
Figura 5: Percentual do fornecimento da energia primária em Moçambique.	21
Figura 6: Uso doméstico de biomassa.	22
Figura 7: Concessões de florestas em Moçambique.	24
Figura 8: Potencial de projetos de biomassa.	26
Figura 9: Percentual da energia total primária em Angola.	27
Figura 10: Percentual do fornecimento da energia renovável em Angola.	27
Figura 11: Potencial dos projetos de Biomassa em Angola.	28
Figura 12: Rotas tecnológicas para produção de etanol.	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Potencial energético renovável disponível em Moçambique.	16
Gráfico 2: Potencial dos projetos de energias renováveis prioritários por cada fonte em Moçambique.	17
Gráfico 3: Consumo final por fontes no Brasil.	25
Gráfico 4: Evolução da produção de cana-de-açúcar no Brasil.	29
Gráfico 5: Principais culturas agrícolas em Angola de 1990 a 2016 (Toneladas).	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Recurso de biomassa lenhosa disponível em Moçambique.	19
Tabela 2: Produção total de etanol (milho e cana-de-açúcar).	30
Tabela 3: De produção de etanol proveniente de milho.	31
Tabela 4: Estimativas de produção das principais culturas alimentares.	32
Tabela 5: Estimativas de produção das principais culturas de rendimento.	32
Tabela 6: Produção de biocombustíveis em Angola, Brasil e Moçambique.	35
Tabela 7: Produção de etanol no Brasil.	39
Tabela 8: Produção de Cana-de-açúcar esmagada em Moçambique.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALER - Associação Lusófona de Energias Renováveis

CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

FUNAE - Fundo Nacional de Energia

FRELIMO - Frente de Libertação Nacional de Moçambique

GWh - Giga Watt-hora

HCB - Cahora Bassa

kWh - Quilowatts hora

ktep - Quilo toneladas de petróleo

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

MIREME - Ministério dos Recursos Minerais e Energia

Mtep - Milhões de toneladas equivalentes de petróleo

TWh - Terawatts hora

UEMOA - União Económica e Monetária do Oeste Africano

m³ - Metros Cúbicos

mm - Milímetros

% - Porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS GERAIS	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 BALANÇO ENERGÉTICO NO BRASIL, MOÇAMBIQUE E ANGOLA	13
2.2 MATRIZES ENERGÉTICAS NO BRASILEIRO	13
2.2.1 Potencial Energético Brasileiro	13
2.3 MATRIZES ENERGÉTICAS EM MOÇAMBIQUE	16
2.3.1 Localização geográfica	16
2.3.2 Contexto social	17
2.4 SETOR ELÉTRICO DE MOÇAMBIQUE	17
2.4.1 Potencial Energético	17
2.5 RECURSO ENERGÉTICO	22
2.5.1 Biomassa em Moçambique	22
2.6 MATRIZES ENERGÉTICAS EM ANGOLANO	26
2.6.1 Potencial Energético Angolano	26
2.6.2 Biomassa em Angola	27
2.7 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DO ETANOL NO BRASIL, ANGOLA E MOÇAMBIQUE	29
2.7.1 Estimativa de produção de cana-de-açúcar e milho no Brasil	29
2.7.2 Etanol	30
2.8 Estimativa de produção Biodiesel no Brasil	32
2.9 Estimativa de produção de cana-de-açúcar e milho em Moçambique	32
2.10 Estimativa de produção de etanol em Moçambique	33
2.11 Estimativa de produção de cana-de-açúcar e milho em Angola	33
3. METODOLOGIA	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

A energia é um bem essencial para o desenvolvimento e crescimento econômico de qualquer parte do mundo. Tem se visto uma grande preocupação mundial com a preservação do meio ambiente e com a dependência dos combustíveis fósseis, isso vem causando interesse por fontes renováveis de energia, em particular os biocombustíveis.

De acordo com IEA (2010), 84% das emissões atuais de CO² estão conectadas com a produção e utilização de energia, tendo mais ou menos 65% diretamente ligados à produção de energia, distribuição e uso.

O Brasil foi um dos pioneiros no uso de biocombustíveis a nível mundial e segue em busca de alternativas ao uso do petróleo (ANP, 2017). Sendo considerado um dos maiores produtores de cana de açúcar, desde a sua plantação até a produção de etanol, açúcar e bioeletricidade.

A literatura afirma que um grande percentual vem crescendo na produção mundial de cana de açúcar e milho para produção de biocombustível o etanol (VIDAL, 2021).

SEBRAE (2013) afirma que o etanol tem uma grande importância para o meio ambiente, porque além de ser produzido através de matéria prima renovável, gera empregos na cadeia sucroalcooleira, novas oportunidades de negócios e reduz a emissão de gases para atmosfera, que tem sido uma preocupação mundial atualmente.

Diante desse contexto, este trabalho visou, analisar as matrizes energéticas de Angola, Brasil e Moçambique, verificar o potencial de biomassa, analisar a capacidade de produção de biocombustíveis tendo como ponto de referência o Brasil.

1.1 OBJETIVOS GERAIS

Analisar o Potencial de Produção de Biocombustível no Brasil, Angola e Moçambique.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, propõe-se:

- i) Apresentar as matrizes energéticas dos países.
- ii) Identificar o seu potencial de biomassa.
- iii) Analisar o seu potencial de produção de biocombustível como a produção de etanol.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BALANÇO ENERGÉTICO NO BRASIL, MOÇAMBIQUE E ANGOLA

O balanço energético é a diferença entre a matriz energética disponibilizada e o gasto energético. Este balanço é feito através da obtenção de dados relativos à oferta e consumo de energia, assim como dados referentes a importação e exportação (ALER 2017).

2.2 MATRIZES ENERGÉTICAS NO BRASILEIRO

2.2.1 Potencial Energético Brasileiro

O Brasil é composto por fontes energéticas tais como: petróleo, gás natural, energia elétrica, carvão mineral, energia eólica, biodiesel e produtos da cana, sabendo-se que a energia produzida está dividida para a exportação e importação.

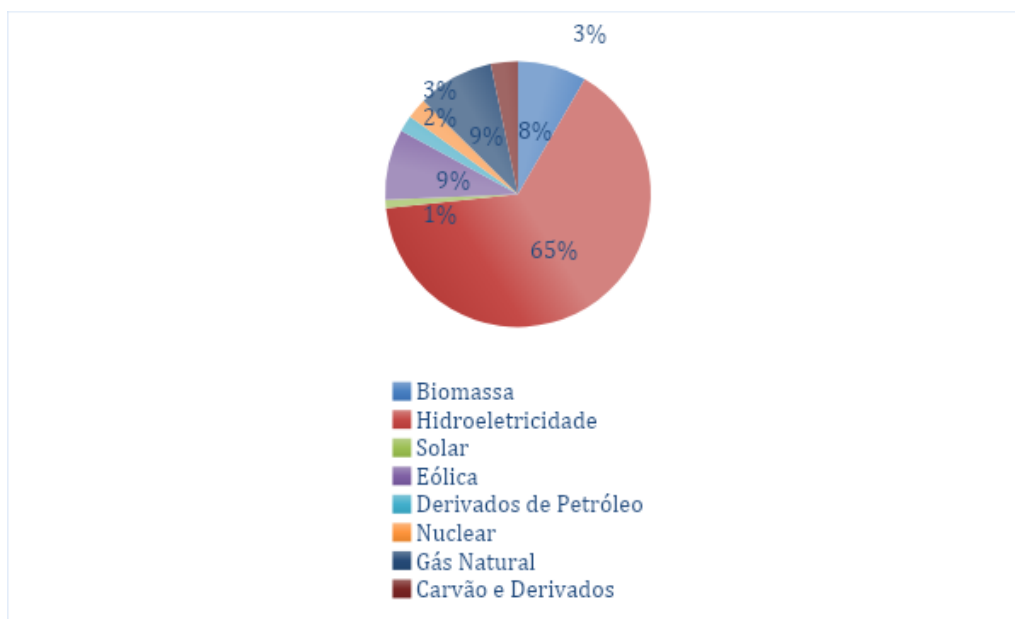
A geração de energia elétrica no Brasil em centrais de serviço público e autoprodutores atingiu 626,3 TWh em 2019, resultando em 4,1% superior ao ano de 2018 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL), 2020).

Tendo em conta que outra parte da energia é importada, no ano de 2019 se teve uma importação líquida de 25,0 TWh somando no total uma oferta de 651,3 TWh, tendo um consumo final de 545,6 TWh, superando o ano anterior em uma percentagem de 1,3%. Visto que em 2019 o setor industrial, residencial e comercial consumiu cerca de 79,4% da energia do país.

O Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que responde por 64,9% da oferta interna. As fontes renováveis representam 83,0% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL), 2020).

Conforme a figura 1, pode ser visto a distribuição da oferta interna de Energia Elétrica no Brasil por cada fonte, possuindo a biomassa uma participação de 8,4% na oferta interna de energia.

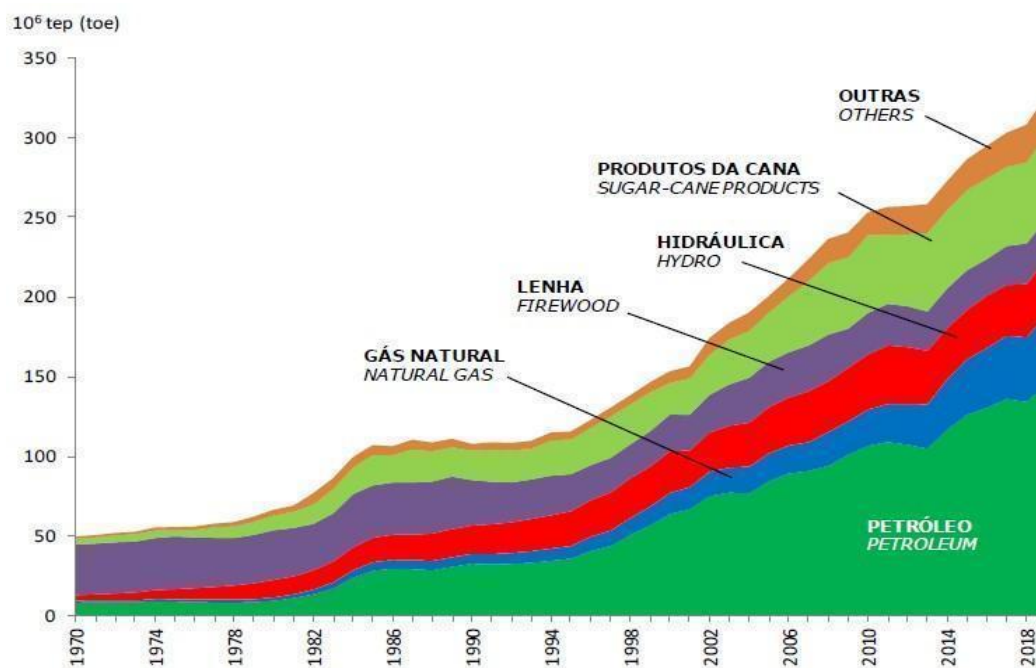
Figura 1: Oferta interna de Energia Elétrica no Brasil por cada fonte.



Fonte: Elaborado pelo autor usando os dados da EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL), 2020).

O Brasil tem uma produção primária de energia e o seu consumo final por fontes tais como o gás natural, lenha, hidráulica, produtos da cana-de-açúcar e outros, conforme pode ser visto na figura 2 abaixo, tendo destaque para a cana-de-açúcar com aproximadamente 320 Mtep.

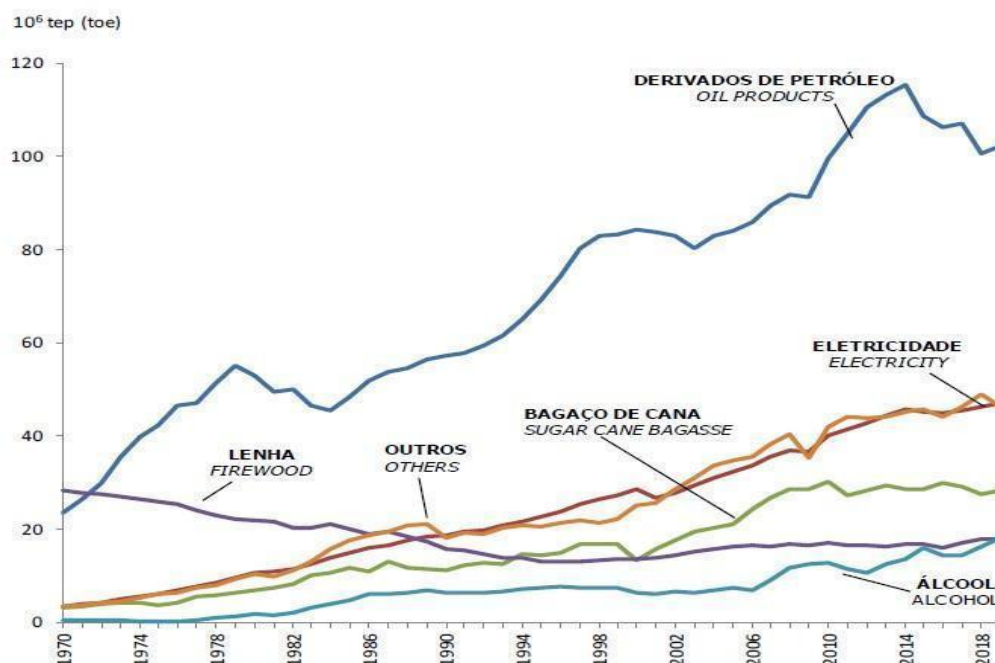
Figura 2: Produção primária de energia e o seu consumo final por fontes.



Fonte: (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL), 2020).

O Gráfico 3 mostra o consumo final por fontes, como pode-se observar abaixo:

Gráfico 3: Consumo final por fontes no Brasil.



Fonte: (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL), 2020).

Segundo EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL), 2020), o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) informou que a produção de cana-de-açúcar no ano 2019 chegou a 639,0 milhões de toneladas, tendo um aumento de 2,3% em relação ao ano, onde a sua moagem foi 624,5 de milhões de toneladas. No ano de 2019 o Brasil alcançou uma produção nacional de açúcar de 29,2 milhões de toneladas, com uma redução de 0,4% em relação ao ano anterior, enquanto a produção de etanol subiu 5,9% alcançando um montante de 35.156 mil m³.

Do total, 69,8% designa-se ao etanol hidratado: 24.548 mil m³, houve um aumento de 3,6% na fabricação desse combustível em relação a 2018. A produção de etanol anidro, que é um misturado com gasolina A para formar a gasolina C, registrou decréscimo de 11,6%, totalizando 10.608 mil m³.

2.3 MATRIZES ENERGÉTICAS EM MOÇAMBIQUE

2.3.1 Localização geográfica

Moçambique é um país localizado no sul da África, banhado pelo oceano Índico com as latitudes 10°-27° S e longitudes 30°-41°E e fazendo fronteira com alguns países da África austral que são: ao norte a Tanzânia, a noroeste o Malawi e a Zâmbia, a oeste o Zimbábue, e África do Sul e a Suazilândia ao sul do país (ALER, 2017).

Moçambique ocupa uma extensão territorial com área de 799.380 km², onde 13.000 km² são águas interiores que incluem lagos, albufeiras e rios, 786.380 km² corresponde a parte terrestre do país e 2.470 km² corresponde a zona costeira banhada pelo oceano Índico (ALER, 2017).

O país está organizado em 11 províncias, distribuídas em 3 regiões (norte, centro, sul), onde as províncias são nomeadamente: Niassa, Cabo delgado e Nampula na região norte, Zambézia, Tete, Manica e Sofala na região centro e na região sul estão as províncias de Inhambane, Gaza, Maputo Província e Maputo Cidade, tendo como a capital Maputo Cidade, conforme pode ser visto na figura 3.

Figura 3: Mapa de Moçambique.



Fonte: ALER (2017).

O clima predominante no país é o clima tropical úmido, com duas estações: úmida ou de verão e seca ou de inverno. A estação úmida começa no início do mês de outubro e termina em março, e é predominantemente quente e chuvosa, enquanto a estação seca é de abril a setembro que geralmente é fresca e com pouca chuva. (ALER, 2017).

Quanto à precipitação, a média anual é de 940 mm (milímetros), varia da costa para as zonas do interior e do norte ao sul, com grandes incidências nos meses de dezembro a março. A precipitação no país não tem uma distribuição uniforme, sendo que no Norte, tem uma média entre 1030mm e 1225mm, diferente do Sul, onde tem menores incidências com precipitações médias de 595 mm e 685 mm (Atlas, s.d).

2.3.2 Contexto social

Segundo o censo do banco mundial de 2020, a população total de Moçambique é de 31 milhões de habitantes, onde 67% da população reside em zonas rurais e 33% em zonas urbanas, caracterizando uma baixa densidade demográfica.

O país apresenta uma área de terra cultivável com principais culturas de rendimento o tabaco, o açúcar e o algodão, e boa disponibilidade de água e energia, assim como recursos minerais e gás (ALER, 2017).

Segundo (AICEP, 2017) Moçambique apresenta várias religiões, tendo 24% católicos, 22% protestantes, 20% muçulmanos e a restante população pratica a religião tradicional, com língua oficial do país é o Português, embora menos de 50% da população considere o Português como a primeira língua.

O país tornou-se independente de Portugal no dia 25 de junho de 1975, posteriormente dez anos de luta armada de libertação nacional movida pela FRELIMO (Frente de Libertação Nacional de Moçambique) (ALER, 2017).

Moçambique vem procurando formas de inovar e melhorar a sua matriz energética visando garantir maior acesso a população à rede elétrica.

2.4 SETOR ELÉTRICO DE MOÇAMBIQUE

2.4.1 Potencial Energético

O Ministério dos Recursos Minerais e Energia (MIREME) é o órgão responsável pelas políticas energéticas do país, pelo quadro institucional e pela regulamentação do setor energético.

Segundo (ALER, 2017) o MIREME é a junção do Ministério dos Recursos Minerais e Ministério da Energia sendo as entidades responsáveis pelo planeamento da estratégia e política nacional de energia, bem como a entidade supervisora da operação e desenvolvimento do sector energético.

Para além do MIREME estão inseridas na estrutura governamental outras instituições que vem trabalhando direto ou indireto no setor energético para implementar medidas importantes para o desenvolvimento do mesmo. Para além do MIREME se têm outras instituições tuteladas pelo mesmo, cujo são apresentadas a seguir:

Fundo de Energia (FUNAE);

Eletricidade de Moçambique (EDM);

Petróleos de Moçambique (PETROMOC);

Autoridade Reguladora de Energia (ARENE) (substitui o CNELEC);

O Conselho Nacional de Electricidade (CNELEC)

Museu Nacional de Geologia;

Instituto Nacional do Petróleo (INP);

Empresa Nacional de Hidrocarbonetos (ENH);

Companhia Moçambicana de Hidrocarbonetos (CMH);

Iniciativa de Transparência na Indústria Extractiva (ITIE).

A (FUNAE) foi criado através do Decreto n.º 24/97 de 22 de Julho, aditado pelo Decreto n.º 23/2002 de 16 de Outubro, sendo uma instituição autonómica administrativa e financeira, com objetivo de explorar o potencial de energias renovais, com foco em aproveitamento de diversas formas de energia com baixo custo para o fornecimento as zonas rurais e urbanas.

A EDM é uma empresa pública que foi criada em 1977, através do Decreto-Lei n.º 38/77, de 27 de agosto, que detém o monopólio do serviço público de produção, transporte e distribuição de energia elétrica.

A ARENE além da sua função consultiva e aconselhamento dos ministros da área de energia para implementação da legislação pertinente neste setor. A lei nº11/2017 de 8 de setembro cria a ARENE e substitui CNELEC é também responsável pela emissão de pareceres sobre o mérito e qualidade técnica das propostas apresentadas em resposta a qualquer anúncio de abertura de procedimento para concessão de atividades no sector elétrico.

Segundo ALER (2017), a produção de energia de Moçambique é composta por energias renováveis que correspondem a 87,5%, tendo a biomassa e energia hídrica como principais fontes. A biomassa se apresenta como fonte majoritária no consumo doméstico em Moçambique, uma vez que 80% da população depende dessa fonte para a sua subsistência, destacando a biomassa lenhosa.

Quanto ao acesso à rede elétrica nacional, apenas 34% dos cerca de 30 milhões da população têm acesso à mesma (LUSA, 2021).

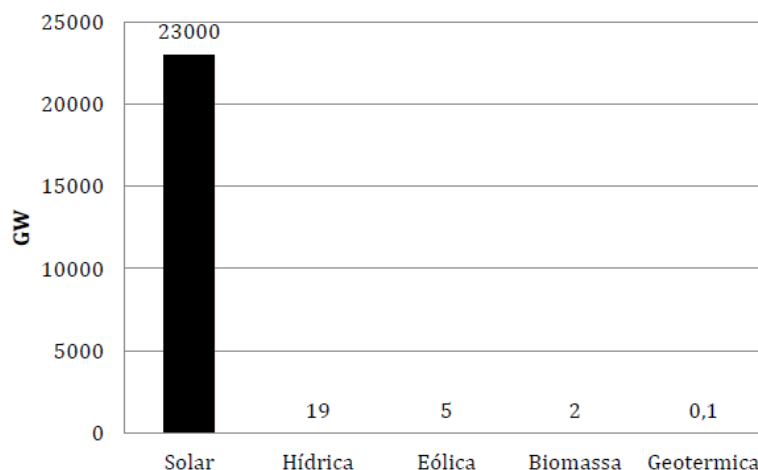
A produção anual de energia é de origem hídrica, vinda da Hidroelétrica de Cahora Bassa, assim como conta-se com produtores independentes de energia elétrica. Totalizando a produção anual de energia, atingiu-se cerca de 18,75 TWh (Terawatt hora) em 2016, mas somente tendo disponível para o consumo interno 5,22 TWh (ALER, 2017).

Apesar do consumo de eletricidade ter crescido de forma constante nos últimos dez anos, sendo atualmente de 203 kWh/per capita, ainda encontra-se abaixo do consumo em países desenvolvidos (ALER, 2017).

Quanto ao potencial dos recursos renováveis disponíveis em Moçambique, o (atlas de energias renováveis, 2013) mostra que o país apresenta um total de 23026 GW, destacando a energia solar com 23000 GW, a hídrica com 19 GW, eólica 5 GW, biomassa 2 GW e a geotérmica com 0,1 GW.

O gráfico 1 mostra o potencial energético disponível em Moçambique, onde constata-se um maior potencial de energia solar em relação às outras fontes.

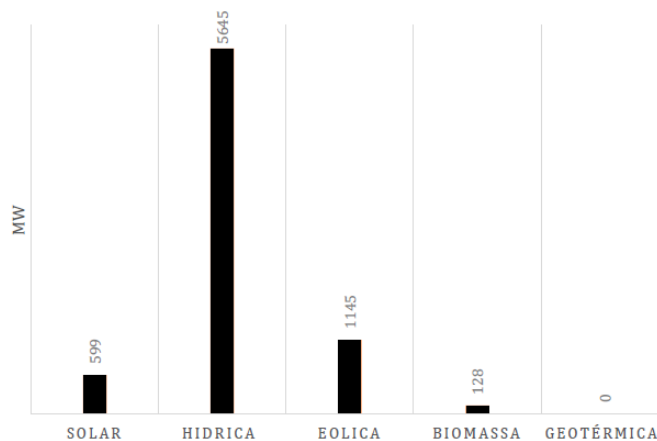
Gráfico 1: Potencial energético renovável disponível em Moçambique.



Fonte: Elaborado pelo autor usando os dados do (Atlas, s.d).

Em termos de recursos renováveis a energia solar o país dispõe de um total de 23.026GW tendo o maior potencial disponível, sem previsões de projetos para exploração dessa fonte de energia (ALER, 2017). O FUNAE apresentou os projetos prioritários por cada fonte, que tem um total de 7,54 GW para diversas fontes de energia renováveis, conforme segue disposto no gráfico 2.

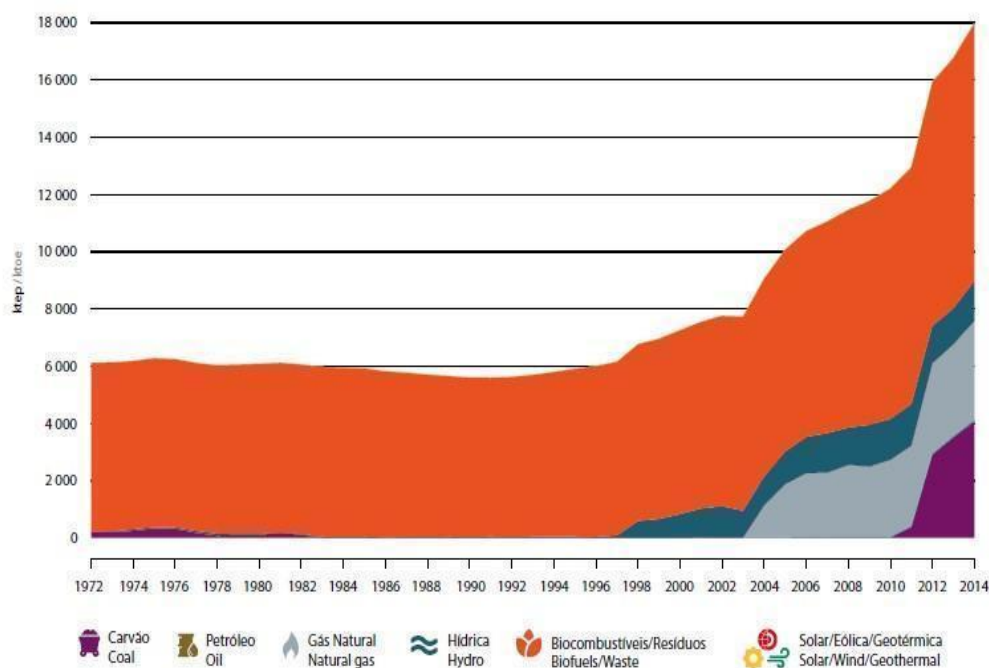
Gráfico 2:Potencial dos projetos de energias renováveis prioritários por cada fonte em Moçambique.



Fonte: Elaborado pelo autor usando os dados do (Atlas, s.d).

Em 2014 Moçambique atingiu uma produção anual de energia primária de 18000ktep (Quilo Tonelada Equivalente de Petróleo), onde a mesma atingiu essa produção a partir da energia da biomassa, biocombustíveis, resíduos sólidos, energia hídrica, gás natural e carvão, conforme pode ser visto na figura 4.

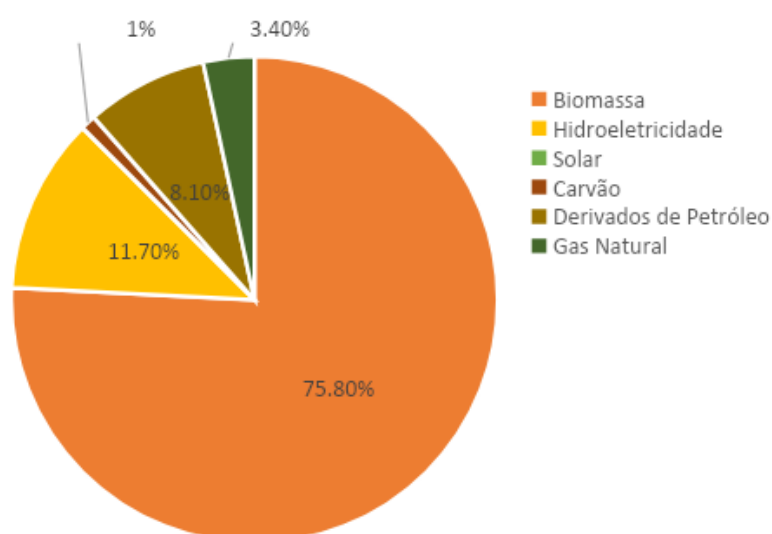
Figura 4: Potencial dos projetos de energias renováveis prioritários por cada fonte em Moçambique.



Fonte: (ALER, 2017).

Na percentagem do fornecimento total de energia primária e outras fontes de energia renováveis, a biomassa lenhosa continua a ser a principal fonte de energia, sendo principalmente de carácter doméstico, conforme pode ser visto na figura 5 abaixo.

Figura 5: Percentual do fornecimento da energia primária em Moçambique.



Fonte: Elaborado pelo autor usando os dados do (ALER, 2017).

Como apontado acima, a população consumidora de biomassa é bastante vasta nos países da África subsaariana e o fornecimento de biomassa acontece de maneira distinta para cada região, tendo o seu principal uso caráter doméstico na cocção de alimentos como ser visto na figura 6.

Figura 6: Uso doméstico de biomassa.



Fonte: (BNDES,2011).

2.5 RECURSO ENERGÉTICO

2.5.1 Biomassa em Moçambique

A biomassa designa-se a todo material de origem animal ou vegetal para o uso de produção de energia. Moçambique apresenta grande potencial na biomassa sendo considerado um dos 10 maiores produtores de carvão vegetal no mundo (ALER, 2017). Dentre os tipos de biomassa disponíveis em Moçambique se tem:

Biomassa florestal;

Biomassa agrícola;

Biomassa urbana;

Biomassa industrial.

Biomassa florestal

É aquela proveniente dos resíduos lenhosos, madeiras e plantações. Esta fonte é usada para produção de energia em centrais térmicas através da queima, que produz vapor para gerar energia. Em norma recomenda-se que as centrais estejam localizadas perto das plantações florestais ou locais de exploração (Atlas, s.d).

Segundo ALER (2017), Moçambique apresenta uma avaliação florestal de 1,6 mil milhões de toneladas de biomassa lenhosa, das quais a maior concentração encontra-se nas províncias de Niassa e Zambézia. A distribuição da biomassa ao longo do país pode ser conferida na tabela 1 e figura 7.

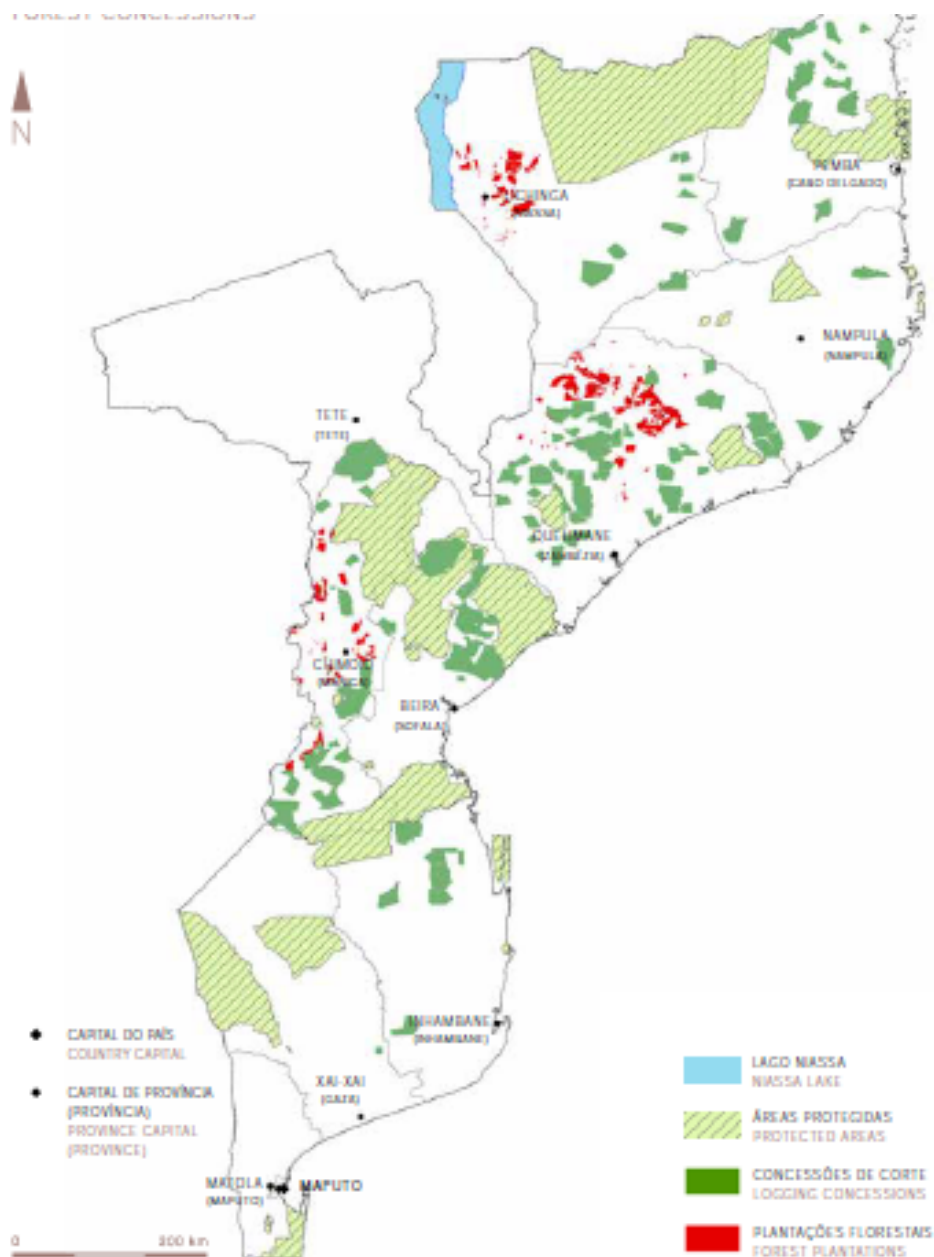
Tabela 1: Recurso de biomassa lenhosa disponível em Moçambique.

Províncias	Recurso disponível de biomassa lenhosa (Mil toneladas)
Niassa	308447
Cabo Delgado	178505
Nampula	1690333
Zambézia	248529
Tete	169455
Manica	144755
Sofala	126496
Inhambane	125461
Gaza	112708
Maputo	31464
Maputo cidade	238
Moçambique	1615091

Fonte: Elaborado pelo autor usando os dados do (ALER, 2017).

Na figura 7 abaixo pode-se observar a distribuição das concessões de florestas em Moçambique, mostrando que a região norte apresenta maior disponibilidade.

Figura 7: Concessões de florestas em Moçambique.



Fonte: (Atlas, s.d).

Biomassa de resíduos industriais e agroindustriais

Provém da exploração de resíduos agroindustriais, residuais de indústrias de madeiras e matérias vegetais (Atlas, s.d).

Cogeração na Indústria de Pasta de Papel

As indústrias que produzem celulose utilizam os licores negros, que são matérias residuais do processo da cozedura da madeira, queimados em caldeiras de recuperação que produzem vapor para utilização como fonte de energia térmica para o processo e produção de energia eléctrica. Esse tipo de geração é eficiente e estima-se que Moçambique tem um potencial de produção a partir da cogeração de 280 MW (ALER, 2017).

Indústria Açucareira

É feito usando os resíduos do bagaço da cana de açúcar, através de um procedimento de moagem onde também pode-se aproveitar a folhagem da cana (bagaço).

Em Moçambique existe uma tradição na produção de açúcar, tendo atualmente 4 fábricas em funcionamento com mais de 40000 hectares plantados, sendo que o país apresenta condições para ampliação deste tipo de cultivo, tendo um potencial para produção de energia estimado em 832 MW (ALER, 2017).

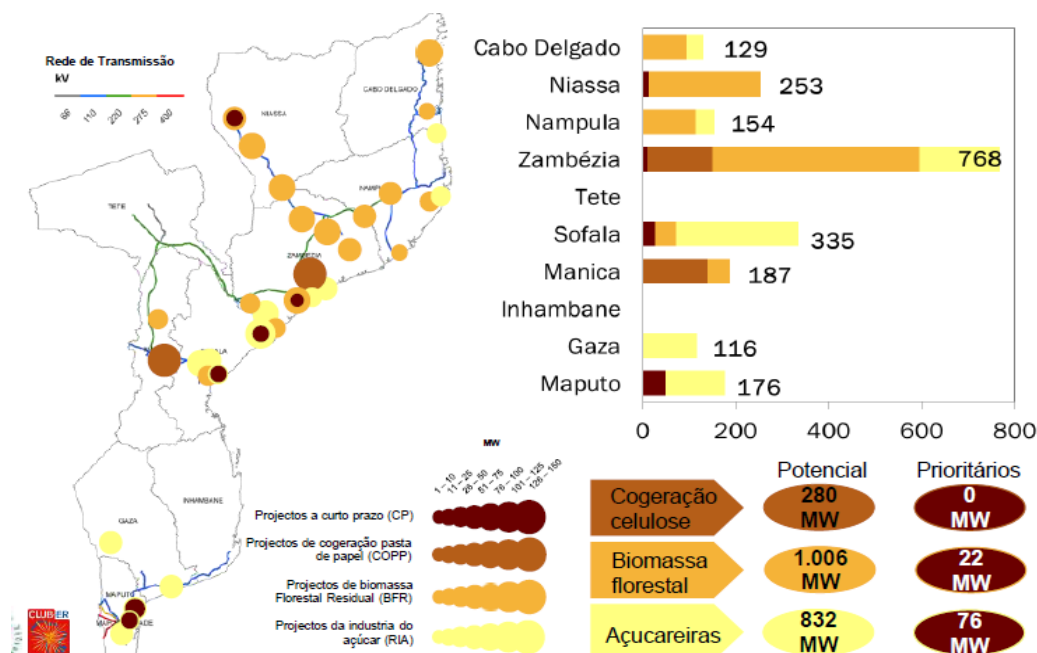
As quatro unidades fabris de Moçambique são, açucareiras de Xinavane e Maragra, na província de Maputo e açucareiras de Marromeu e Mafambisse na província de Sofala. Espera-se uma produção estimada em 430 mil toneladas de açúcar, mais 16,4 % do que a registada em 2016, e que foi afetada por uma seca severa.

No que se refere ao potencial de projetos de biomassa, a figura 5 apresenta os potenciais de Moçambique no que diz respeito à cogeração de celulose, biomassa florestal e açucareiras.

Biomassa urbana

O país não possui nenhum sistema de recolha seletiva de lixo que são atualmente depositados em lixeiras a céu-aberto, sem qualquer aproveitamento energético. O aproveitamento energético dos resíduos pode ser realizado de sua queima direta para produção de energia eléctrica ou através de deposição em aterros para produção de biogás. Segundo (ALER, 2017) existem estudos realizados em 2015 para o Município de Quelimane que visa aproveitar os resíduos para geração de energia eléctrica e como biocombustível para o uso doméstico.

Figura 8: Potencial de projetos de biomassa.



Fonte: (Mo, 2015).

Estima-se um potencial total de 2 GW de bioenergia, com regiões de maiores potenciais as províncias de Maputo, Sofala, Niassa e Zambézia.

2.6 MATRIZES ENERGÉTICAS EM ANGOLANO

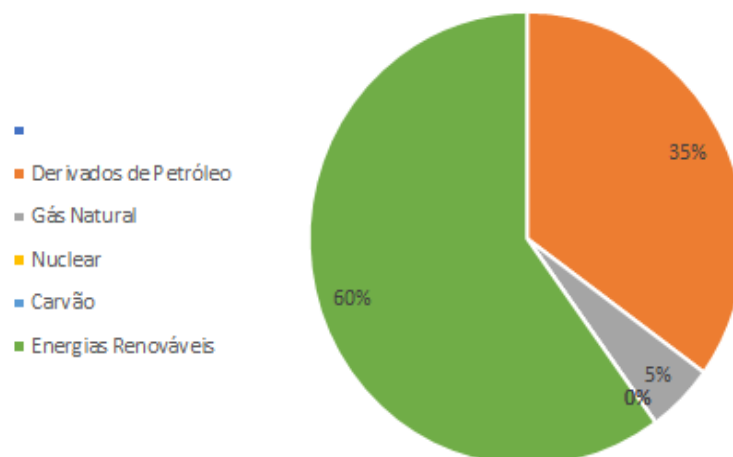
2.6.1 Potencial Energético Angolano

A economia de Angola sofreu muito nos últimos anos, em decorrência da crise econômica financeira global que teve início em 2008, tendo o setor petrolífero afetado sendo ele chave da atividade econômica do país (MALEBO, 2018).

Como meio de reduzir a dependência do petróleo, Malebo (2018) sugere o investimento e a inserção de fontes renováveis de energia, dentre elas a energia solar, o biodiesel, a hidráulica e o bioetanol.

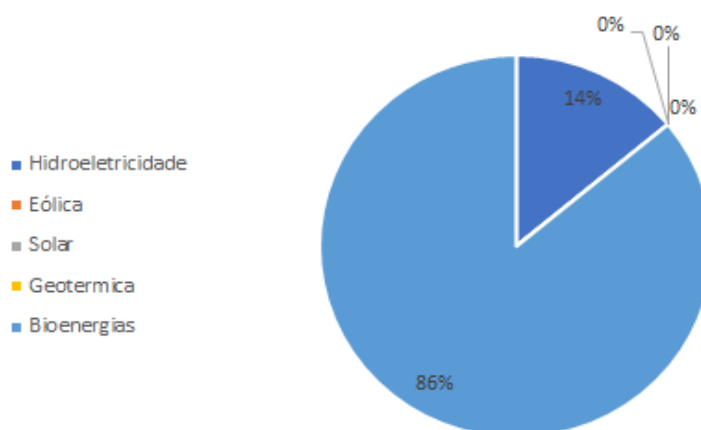
No que se refere ao fornecimento total de energia primária e outras fontes de energia renováveis em Angola, o mesmo pode ser conferido nas figuras abaixo:

Figura 9: Percentual da energia total primária em Angola.



Fonte: Elaborado pelo autor usando os dados do (ABU DHABI, 2018).

Figura 10: Percentual do fornecimento da energia renovável em Angola.



Fonte: Elaborado pelo autor usando os dados do (ABU DHABI, 2018).

2.6.2 Biomassa em Angola

A biomassa surge através de vários tipos de queima para produzir energia. Existem essencialmente quatro tipos distintos de resíduos provenientes da biomassa, tendo o de maior potencial concentrados nos dois primeiros (Ministério Da Energia E Águas (MINEA), 2018):

Resíduos florestais e cultivos energéticos;

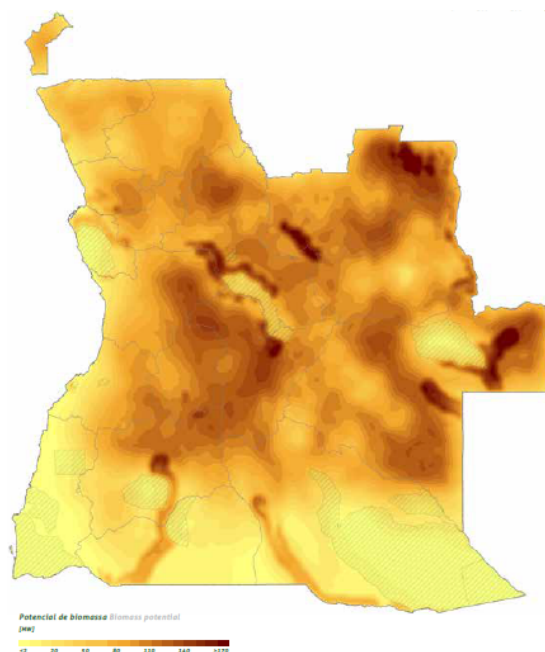
Resíduos de indústrias agro-alimentares (com destaque para a cana-de-açúcar);

Resíduos agrícolas e pecuários;

Resíduos urbanos e industriais biodegradáveis;

O Ministério da Energia e Águas de Angola (MINEA) (2018) realizou o mapeamento do potencial de biomassa no país, no qual pode-se observar a sua respectiva distribuição na figura 11.

Figura 11: Potencial dos projetos de Biomassa em Angola.



Fonte: Ministério Da Energia E Águas (MINEA) (2018).

Através do atlas do potencial de biomassa, foram identificados 42 locais favoráveis para a instalação de projectos de biomassa, quer locais com projectos previstos ou em curso. Estes locais apresentam um potencial de 3,7 GW (Ministério Da Energia E Águas (MINEA), 2018).

Dentre eles foi considerado e estudado para cada um destes locais um projeto com potência ajustada aos recursos e à tecnologia. No caso dos projetos previstos ou em curso foi mantida a potência prevista e anunciada (Ministério Da Energia E Águas (MINEA), (2018).

Foram estudados num total de 1,5 GW de potência que se distribuem pelas diferentes tecnologias:

Biomassa florestal: 32 projetos com 1130 MW de potência.

Cana-de-açúcar: 8 projetos com 250 MW de potência.

Resíduos Sólidos Urbanos: 2 projetos com 120 MW de potência.

2.7 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DO ETANOL NO BRASIL, ANGOLA E MOÇAMBIQUE

2.7.1 Estimativa de produção de cana-de-açúcar e milho no Brasil

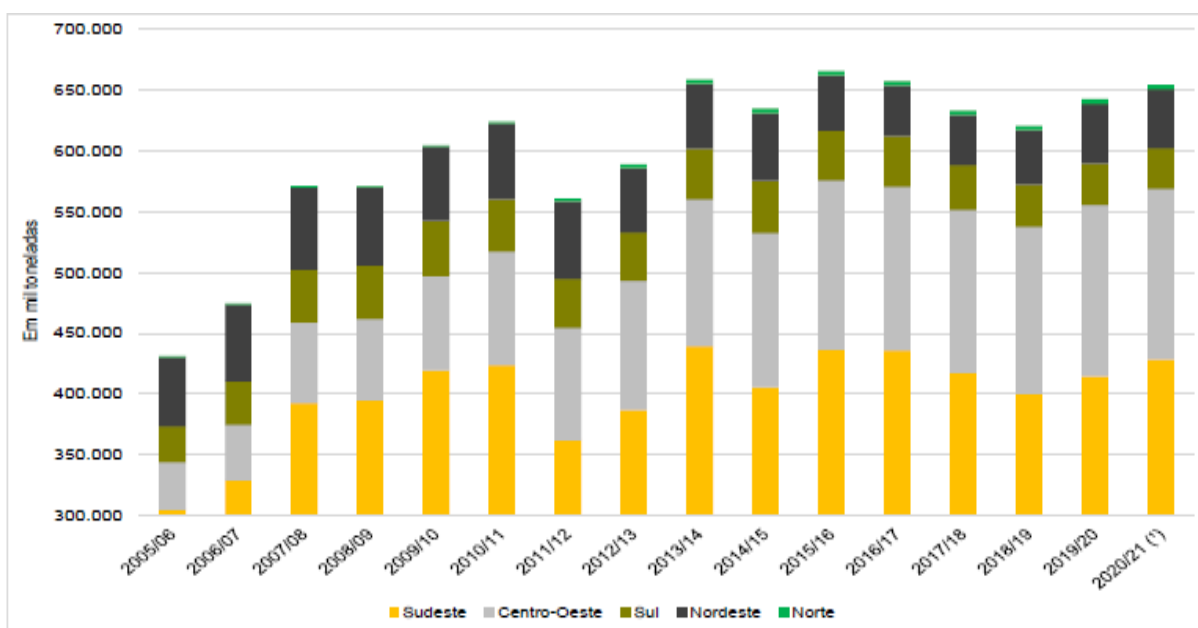
Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021), a cana-de-açúcar é uma das alternativas para a produção de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e dos seus subprodutos.

No Brasil, no ano de 2020/21 a produção nacional de cana-de-açúcar terminou com um bom resultado mesmo sabendo das variações climáticas do país, teve um melhor resultado que do ano anterior, alcançando 654.527,8 mil toneladas tendo um aumento de 1,8% em relação ao ano de 2019/20 (CONAB, 2021).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2021) a safra da produção nacional de milho prevê uma produção total de 115,6 milhões de toneladas para o ano de 2021/22 com um aumento esperado de 37,2% comparado a safra do ano anterior.

Pode ser conferido no gráfico 4 abaixo a distribuição por região da produção de cana-de-açúcar, tendo a região centro-oeste e sudeste apresentado o maior eixo produtivo do país.

Gráfico 4: Evolução da produção de cana-de-açúcar no Brasil.



Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2021).

2.7.2 Etanol

O álcool etílico é um biocombustível fabricado a partir da fermentação do amido e de outros açúcares, podendo ser fabricado por milho, beterraba, cana-de-açúcar, mapiará e mandioca. Um dos pontos fortes na fabricação do etanol é a oportunidade de troca pela gasolina e consequente redução da importação e dependência petróleo (FORTES; RAIMUNDO, 2020).

A produção total de etanol no Brasil, proveniente da cana-de-açúcar e do milho, é de 32,8 bilhões de litros, redução de 8,15% em relação à safra passada (Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2021). O mesmo pode ser conferido na tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Produção total de etanol (milho e cana-de-açúcar).

REGIÃO/UF	ETANOL TOTAL (Em mil l)			
	Safra 2019/20	Safra 2020/21	Variação	
			Absoluta	%
NORTE	238.160,0	242.559,0	4.399,0	1,8
RO	4.673,0	7.200,0	2.527,0	54,1
AM	8.816,0	9.009,0	193,0	2,2
PA	58.301,0	50.400,0	(7.901,0)	(13,6)
TO	166.370,0	175.950,0	9.580,0	5,8
NORDESTE	2.115.104,8	1.902.427,0	(212.677,8)	(10,1)
MA	168.061,0	178.194,0	10.133,0	6,0
PI	46.457,0	38.608,0	(7.849,0)	(16,9)
RN	124.398,0	117.607,0	(6.791,0)	(5,5)
PB	442.746,0	406.082,0	(36.664,0)	(8,3)
PE	450.730,0	357.879,0	(92.851,0)	(20,6)
AL	522.528,8	422.765,0	(99.763,8)	(19,1)
SE	111.163,0	107.746,0	(3.417,0)	(3,1)
BA	249.021,0	273.546,0	24.525,0	9,8
CENTRO-OESTE	11.335.690,0	11.690.817,5	355.127,5	3,1
MT	2.449.675,0	3.563.249,5	1.113.574,5	45,5
MS	3.341.313,0	2.869.432,0	(471.881,0)	(14,1)
GO	5.544.702,0	5.258.136,0	(286.566,0)	(5,2)
SUDESTE	20.274.236,0	17.645.372,0	(2.628.864,0)	(13,0)
MG	3.590.993,0	3.071.477,0	(519.516,0)	(14,5)
ES	118.918,0	111.336,0	(7.582,0)	(6,4)
RJ	57.374,0	74.305,0	16.931,0	29,5
SP	16.506.951,0	14.388.254,0	(2.118.697,0)	(12,8)
SUL	1.713.990,2	1.287.068,8	(426.921,4)	(24,9)
PR	1.712.352,2	1.285.440,0	(426.912,2)	(24,9)
RS	1.638,0	1.628,8	(9,2)	(0,6)
NORTE/NORDESTE	2.353.264,8	2.144.986,0	(208.278,8)	(8,9)
CENTRO-SUL	33.323.916,2	30.623.258,3	(2.700.658,0)	(8,1)
BRASIL	35.677.181,0	32.768.244,3	(2.908.936,7)	(8,2)

Fonte: (Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2021).

Etanol total de cana-de-açúcar

A estimativa de produção a partir da cana-de-açúcar é de 29,7 bilhões de litros, redução de 12,51% em comparação a de 2020/21 (Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2021).

Etanol anidro de cana-de-açúcar

A produção de etanol anidro oriundo da cana-de-açúcar, utilizado na mistura com a gasolina, teve redução de 7,85%, alcançando 9,32 bilhões de litros (Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2021).

Etanol hidratado de cana-de-açúcar

O total produzido ficou em 20,42 bilhões de litros, redução de 14,49% em relação à safra anterior (CONAB, 2021).

Etanol total de milho

A produção total de etanol à base de milho cresceu 80,35% na safra de 2019/20 para 2020/21, tendo registrado em 2019/20 1,68 bilhão de litros e em 2020/21 3,02 bilhões de litros (CONAB, 2021), conforme pode ser visto na tabela 4 abaixo:

Tabela 3: De produção de etanol proveniente de milho.

REGIÃO/UF	ETANOL ANIDRO (Em mil l)				ETANOL HIDRATADO (Em mil l)				ETANOL TOTAL (Em mil l)			
	Safra 2019/20	Safra 2020/21	Variação		Safra 2019/20	Safra 2020/21	Variação		Safra 2019/20	Safra 2020/21	Variação	
			Absoluta	%			Absoluta	%			Absoluta	%
NORTE	-	-	-	-	4.673,0	7.200,0	2.527,0	54,1	4.673,0	7.200,0	2.527,0	54,1
RO	-	-	-	-	4.673,0	7.200,0	2.527,0	54,1	4.673,0	7.200,0	2.527,0	54,1
CENTRO-OESTE	382.000,0	855.000,0	473.000,0	123,8	1.183.160,0	2.046.848,3	863.688,3	73,0	1.565.160,0	2.901.848,3	1.336.688,3	85,4
MT	382.000,0	855.000,0	473.000,0	123,8	887.485,0	1.535.378,3	647.893,3	73,0	1.269.485,0	2.390.378,3	1.120.893,3	88,3
GO	-	-	-	-	295.675,0	511.470,0	215.795,0	73,0	295.675,0	511.470,0	215.795,0	73,0
SUDESTE	-	-	-	-	17.565,0	-	(17.565,0)	(100,0)	17.565,0	-	(17.565,0)	(100,0)
SP	-	-	-	-	17.565,0	-	(17.565,0)	(100,0)	17.565,0	-	(17.565,0)	(100,0)
SUL	23.307,5	77.945,0	54.637,5	234,4	64.857,7	34.828,0	(30.029,7)	(46,3)	88.165,2	112.773,0	24.607,8	27,9
PR	23.307,5	77.945,0	54.637,5	234,4	64.857,7	34.828,0	(30.029,7)	(46,3)	88.165,2	112.773,0	24.607,8	27,9
NORTE/NORDESTE	-	-	-	-	4.673,0	7.200,0	2.527,0	54,1	4.673,0	7.200,0	2.527,0	54,1
CENTRO-SUL	405.307,5	932.945,0	527.637,5	130,2	1.265.582,7	2.081.676,3	816.093,6	64,5	1.670.890,2	3.014.621,3	1.343.731,1	80,4
BRASIL	405.307,5	932.945,0	527.637,5	130,2	1.270.255,7	2.088.876,3	818.620,6	64,4	1.675.563,2	3.021.821,3	1.346.258,1	80,3

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2021).

2.8 Estimativa de produção Biodiesel no Brasil

As estimativas de produção de biodiesel segundo dados de dezembro de 2020 correspondem a 10,4 bilhões de litros, dividida entre as 49 usinas produtoras nacionais (BRASIL, 2020).

2.9 Estimativa de produção de cana-de-açúcar e milho em Moçambique

As estimativas preliminares de produção das principais culturas alimentares e de rendimento em Moçambique não são boas comparadas às prospecções agrícolas 2017-18. Estima-se uma produção dos cereais na ordem de 2.6 milhões de toneladas, tendo um decréscimo de 16,9%, com destaque para de produção na cultura de milho e arroz (Monitoria da Campanha Agrária, 2019). O mesmo pode ser conferido na tabela 4 abaixo:

Tabela 4: Estimativas de produção das principais culturas alimentares.

Culturas	Real 2016/17 ($\times 10^3$)		Real 2017/18 ($\times 10^3$)		Estimativas 2018/19 ($\times 10^3$)		Taxa de Cres (%)	
	Área (ha)	Prod. (tons)	Área (ha)	Prod. (tons)	Área (ha)	Prod. (tons)	Area	Prod (Tons)
Milho	1.950	2.346	1.959	2.449	1.686	1.974	-13.9	-19.4
Mapira	323,3	249,6	325.8	262,7	335,6	270,5	03	03
Mexoeira	60,7	35	61,8	36,2	63	36,9	02	02
Arroz	287	402	294,6	412,6	262	340.8	-11	-17.4
Trigo	15,7	17.1	15,3	13,4	15,3	13,4	-	-
T. Cereais	2.637	3.050	2.657	3.174	2.362	2.636	-11	-16.9
Feijões	778	432.7	807	484,2	822,8	482,2	1.95	-0.42
Amendoim	499	274.3	580,3	348,2	572,1	343,3	-1.41	1.40
T. Legum	1.277	707	1.387	832,4	1.395	825,5	0.55	-0.83
Mandioca	950	10.920	1.017	12.706	1.159	14.485	14	14
Batata doce	185	1.800	210,9	2.214	232	2.436	10	10
T. R&T	1.135	12.720	1.227	14.921	1.391	16.921	13	13
Total G	5.049		5.271		5.148			

Fonte: "Monitoria da Campanha Agrária" (2019).

No contexto de Moçambique, segundo a Tongaat Hulett Área total de desenvolvida da Xinavane é cerca de 18105 hectares de cana, com uma capacidade de moagem de 1,9 milhão de toneladas de cana-de-açúcar, tendo a Mafambisse com um total de 6508 hectares de com capacidade de moagem de 760 milhões de toneladas de cana-de-açúcar.

A partir da tabela 4 constata-se que o milho em Moçambique mesmo com um decréscimo continua sendo o cereal com maior produção, comparando com outras culturas como o trigo, mapira, mexoeira, arroz e trigo.

Tabela 5: Estimativas de produção das principais culturas de rendimento.

Culturas	Real 2016/17 ($\times 10^3$)		Real 2017/18 ($\times 10^3$)		Estimativas 2018/19 ($\times 10^3$)		Taxa de Cres.	
	Área (ha)	Prod.(tons)	Área (ha)	Prod. (tons)	Área (ha)	Prod. (tons)	%	%
Soja	32,8	42,7	35,9	46,2	37,8	48,5	15.2	13.6
Girasol	15,9	11,3	20,1	13,8	22,7	15,6	42.1	38.7
Gergelim	120,6	78,4	142,5	94,7	168,2	111,7	39.5	42.5
T. Oleagin.	169,4	132,4	198,6	154,6	228,7	175,7	35	32.8
Tomate	22,7	550,1	26,5	473	30,5	544	34.4	-1.1
Cebola	9,5	195.3	11	220,5	12,1	243	27	24.4
Hort. Diversas	162	1.873	205,2	2.189	173,1	1.748	6.9	-6.7
T. Hortícolas	194,2	2.618	242,8	2.882	215,7	2.535	-11.1	-3.2
Algodão	114	52,1	141,1	80	100	60	-29	-25
Sisal	10,5	11,9	8.8	7,2	8,8	7,5	01	04
Macadâmia	1,6	5,5	2,3	4,0	2,4	6,0	04	50
Cast.decajú		139		129,3		140	-	08
Tabaco	82	94,8	83,5	96	83,5	96,9	-	01
Chá	33,5	32	33,5	31,5	33,5	32,1	-	02
Citrinos	4,1	67,6	4,4	69,9	4,5	70,7	01	01
Batata reno	17,8	294,6	19,8	329,6	21,8	362,6	10	10
Banana	12,8	643,7	12,5	495	12,8	505	02	02
Cana d'Açúcar	43,2	2.900	44,5	3.481	48	3.913	08	12
Copra		22,7		24,3		23,1	-	-5
Total	683,1		791.8		759,9			

Fonte: (Monitoria da Campanha Agrária, 2019).

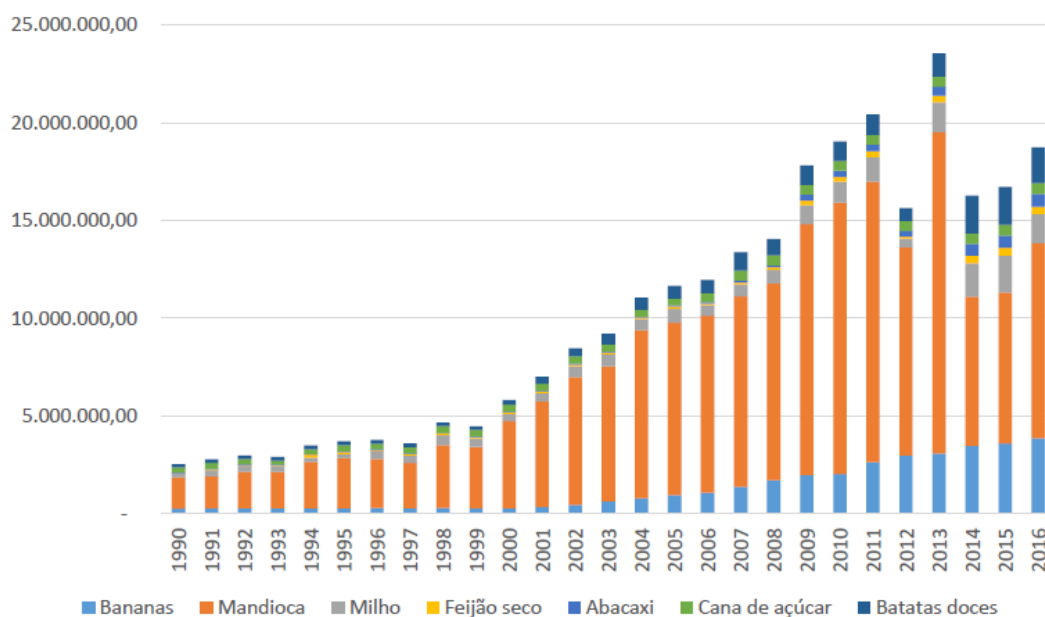
2.10 Estimativa de produção de etanol em Moçambique

A Tongaat Hulett apresenta uma proposta para produção de etanol para açucareira de Xinavane que se estima um potencial de 20 milhões de litros tendo a sua matéria prima o melaço um subproduto da indústria do açúcar.

2.11 Estimativa de produção de cana-de-açúcar e milho em Angola

Em Angola o milho é um dos produtos usado como base da alimentação da população rural e é cultivado em quase todo o país, sendo que é produzido tanto pelos agricultores familiares como pelos produtores empresariais (E VENDA, 2018). No gráfico 5 pode ser conferido a distribuição das principais culturas agrícolas em Angola durante o período de 1990 à 2016.

Gráfico 5: Principais culturas agrícolas em Angola de 1990 a 2016 (Toneladas).



Fonte: (E VENDA, 2018).

Observou-se no gráfico 5 que em Angola a cana de açúcar lidera a segunda posição nos principais cultivos, tendo o milho ocupando a 4 posição, o que pode-se notar que o país dispõe de vasto potencial bioenergético, através dos seus principais cultivos.

3. METODOLOGIA

A realização do presente trabalho deu-se a partir de uma pesquisa bibliográfica, tendo como base de pesquisa livros, relatórios técnicos, dissertações, sites eletrônicos institucionais e consultas a empresas. A pesquisa deu-se de maneira qualitativa e quantitativa, onde apresentou-se dados sobre as matrizes energéticas, seu potencial e a situação atual de matérias primas para a produção de biocombustíveis em Angola, Brasil e Moçambique.

Apresentou-se os diferentes usos da biomassa dos países 3 e comparou-se as formas de uso e aproveitamento da biomassa em cada país.

Apresentou-se as formas do aproveitamento da cana de açúcar e milho para produção de biocombustíveis na África Austral, tendo o Brasil como ponto de referência para fins de comparação.

Comparou-se os dados referentes aos três países para que se tivesse noção da situação atual e de como pode ser melhorada a produção de biocombustível nesses países a fim de substituição dos combustíveis convencionais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do exposto no trabalho, na tabela 6 são apresentados os comparativos das matrizes energéticas e os seus respectivos potenciais de matéria prima para a produção de biocombustíveis em Angola, Brasil e Moçambique.

Dentre os parâmetros usados para esta análise, constatou-se que Angola, Brasil e Moçambique têm similaridades quanto a matriz energética, ambos têm a biomassa em suas matrizes, tendo como matéria prima para a produção de biocombustíveis a cana-de-açúcar e o milho. Para fins de melhor visualização, pode ser consultado o comparativo na tabela 6.

Tabela 6: Produção de biocombustíveis em Angola, Brasil e Moçambique.

	Angola	Brasil	Moçambique
Matriz energética	Bioenergias(86%); Hidroeletricidade(14%); Solar(0,1%); Carvão(0%); Derivados de Petróleo(35%); Gás Natural (5%);	Biomassa(8,4%); Hidroeletricidade(64,9%); Solar(1%); Eólica(8,6%); Derivados de Petróleo(2%); Nuclear(2,5%); Gás Natural(9,3); Carvão e Derivados(3,3%);	Biomassa(75,8%), Hidroeletricidade(11,7%), Solar(0%), Carvão(1%), Derivados de Petróleo(8,1%), Gás Natural (3,4%).
Produção de Biocombustível (bilhões de litros)	—	Etanol - 32,80; Biodiesel - 10,4;	—
Matéria prima para a produção de biocombustível	Cana-de-açúcar, Milho.	Cana-de-açúcar, Milho.	Cana-de-açúcar, Milho.
Produção de cana-de-açúcar (mil toneladas)	15.200	654.527,8	3.481
Produção De Milho (Mil Toneladas)	15.050	115.602,1	2.449

Fonte: Elaborado pelo Autor Usando Os Dados do Conab, E VENDA, Monitoria Da Campanha Agrária, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL), (ALER, 2017), (ABU DHABI, 2018).

Apesar das similaridades nas matrizes energéticas entre os países, em específico a biomassa, a tabela 6 mostra que Angola apresenta a bioenergia (produzida por meio da biomassa) e Moçambique a biomassa, visto que os dois países encontram o seu suprimento energético na biomassa lenhosa com forte abastecimento residencial (lenha e carvão vegetal), diferente de Brasil que apresenta 8,4% para fins de abastecimento do setor de combustíveis.

A partir desta análise, constatou-se que Angola e Moçambique possuem como desafio o desenvolvimento da bioenergia a partir da sua matéria prima, que gerará menor dependência dos combustíveis oriundos de matéria prima fóssil e desenvolver alternativas mais sustentáveis para fins domésticos.

De acordo com BNDES (2011), a realidade do Oeste africano em países da União Económica e Monetária do Oeste Africano (UEMOA), a biomassa é consumida sob forma de madeira e carvão vegetal, sendo os outros combustíveis pouco representativos. Com isso mostra que a realidade dos países africanos no consumo da biomassa é similar, dentre os países da UEMOA se tem Angola e Moçambique.

A literatura justifica esse fato mostrando que nas zonas urbanas é mais comum o abastecimento de lenha e carvão vegetal, tendo a vegetação extraída de áreas verdes distantes dos centros urbanos e o transporte é realizado por meio de caminhões. A maioria dos domicílios urbanos compra a biomassa para o consumo regularmente, enquanto na zona rural a extração direta é mais comum (BNDES, 2011).

Segundo Fortes, Mutenda e Raimundo (2019), cerca de 80% da procura energética doméstica é suprida pela biomassa tradicional, assim como uma parte é usada para o comércio e gera calor na indústria.

Moçambique é um dos dez maiores produtores de carvão vegetal do mundo (WOOLLEN et al., 2016). No continente Africano aproximadamente 600 milhões da população não possui conexão à rede elétrica em 2018, com isso mais de 70% da população não tem acesso a instalações de cozinha limpa e conseqüentemente a poluição do ar doméstico proveniente do uso tradicional da biomassa esta ocasionando 500000 mortes antecipadas anualmente (IEA, 2022).

BNDES (2011) cita que o Brasil tem uma taxa de desmatamento como a do Senegal e Guiné Bissau, que representam um desmatamento de 5% da área nativa em 10 anos. A taxa do Níger é de 22% da vegetação eliminada em 1 década, enquanto a taxa do Togo seria mais de um terço da vegetação desmatada no mesmo período. Esses países africanos não fogem muito da realidade de Moçambique e Angola.

No mesmo contexto, evidencia-se que Moçambique encontra-se numa fase de adaptação econômica dos setores energéticos, em 1970, 91% da população vivia em zonas rurais e dependia da biomassa tradicional (FORTES, MUTENDA e RAIMUNDO, 2019).

Constatou-se que na produção das matérias primas tais como cana-de-açúcar e milho, dentre os países analisados o Brasil é o maior produtor, em seguida se tem Angola, e por último Moçambique. Esta matéria prima pode ser destinada à produção de biocombustível, em específico o etanol. O Brasil pode ser usado como ponto de referência nessa área devido ao seu pioneirismo no mundo na utilização do etanol em larga escala como combustível (VIDAL, 2021).

Segundo a ANP (2017), o Brasil foi um dos bandeirantes no uso de biocombustíveis em nível mundial e segue em busca de alternativas ao uso do petróleo. Desde o ano de 1970 o Brasil vem implementando políticas energéticas para o uso de biocombustíveis.

De acordo com Vidal (2021) um percentual crescente na produção mundial de cana de açúcar e milho começou a ser utilizado para produção de biocombustível, em específico o etanol e o biodiesel.

Os altos números de produção de matéria prima mostram que Moçambique e Angola tem um grande potencial, e que já foram criadas resoluções que apoiam esses projetos de biocombustíveis, faltando somente incentivos governamentais para o início.

Justifica-se que África tende a ter a médio prazo uma tendência crescente importante no cenário energético mundial, considerando as características climáticas e o seu solo. Os países da região sul da África que apresentam maiores potenciais para desenvolver os programas de produção de bioenergia são Angola, África do Sul, Madagascar, Zâmbia, Moçambique, Zimbabwe e Malawi. Este desenvolvimento pode ocorrer mediante a sua diversificação da cana de açúcar existente (PINTO, 2011).

Nhamtumbo e Salomão (2010) relatam especificamente que Moçambique é considerado um dos maiores potenciais para a produção de biocombustíveis na África.

No contexto na produção de biocombustíveis, pode-se verificar que em maio de 2009 o governo de Moçambique aprovou e publicou a política e estratégia de biocombustíveis (PEB) por meio da Resolução nº 22/2009 do Conselho de Ministros, que visa a contribuição para a segurança energética e desenvolvimento socioeconômico sustentável do país (MOÇAMBIQUE, 2009).

Dentre os países estudados Angola, Moçambique e Brasil, somente o Brasil é que usa a cana-de-açúcar e o milho para produzir biocombustível.

A literatura apresenta que no Brasil o biocombustível mais utilizado é o etanol de primeira geração, que é proveniente da fermentação do caldo da cana de açúcar, e que pode ser usado em motores flexíveis (Flex-fuel) permitindo a substituição da gasolina em até 100% (GABRIELA DE LIMA MARIN, 2021).

A produção de biocombustível utilizando a cana-de-açúcar como matéria prima dá-se pelo processo de fermentação do caldo da cana de forma direta ou através de misturas de caldo e melaço, (BNDES, CGEE, 2008) diz que a mistura é frequentemente utilizado no Brasil, visto que a maioria das usinas no país produzem açúcar e etanol na mesma unidade.

Conforme visto na tabela 6, ressalta-se que o Brasil apresenta maior produtividade de cana de açúcar tendo um percentual de 97%, Angola 2% e Moçambique 1%. No que diz respeito à produção de milho, o Brasil ocupa com 87%, Angola 11% e Moçambique 2%, tendo a cana de açúcar com um total de 83,49% de produção de 3 países e o milho com 16,51%.

A nível mundial o Brasil se destaca na produção e uso de biocombustíveis, em especial com relação ao etanol produzido através de cana-de-açúcar e biodiesel de óleos vegetais ou gorduras animais (VIDAL, 2021).

Quanto à produção de etanol, constatou-se que o Brasil já realiza em larga escala, tendo como produção 32,80 bilhões de litros, e que Moçambique e Angola somente têm projetos futuros para o aproveitamento da cana-de-açúcar para a produção. Como pode-se analisar na tabela 7 abaixo:

Tabela 7: Produção de etanol no Brasil.

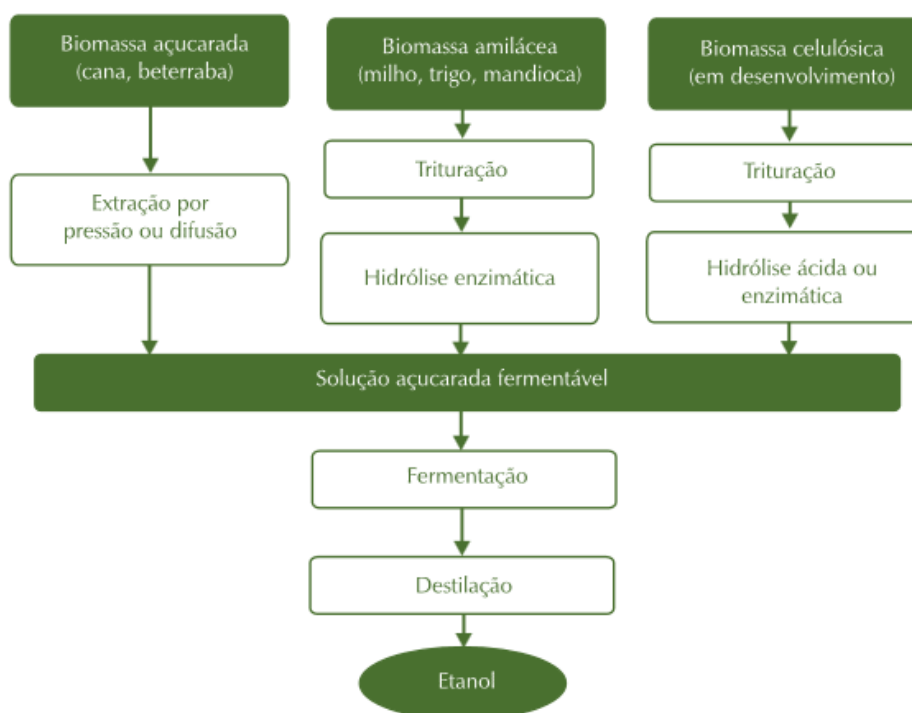
Etanol(Milho) Bilhões em mil l	Etanol (cana de açúcar) Bilhões em mil l	Etanol (total) Bilhões em mil l
3,02	29,7	32,80

Fonte: Elaborado pelo autor (Conab,2021).

Analisando a tabela 7, pode-se observar que a produtividade da produção do etanol do Brasil, o etanol da cana de açúcar apresenta 90,77% da produtividade e o do milho 9,33%, a literatura justifica que a produção do etanol de cana de açúcar evidencia ao se comparar a quantidade de biocombustível contraída por unidade de área, que possui resultados superiores às demais culturas utilizadas para produção de biocombustíveis (LEITE, CORTEZ, 2004).

As características da produção do etanol à base da cana de açúcar apresentam maior eficiência porque o seu processo de produção é mais simples comparada com a produção por meio de materiais amiláceos, como o milho, o bagaço da cana, celulósica, conforme pode ser visto na figura 12. BNDES, CGEE (2008) afirmam a necessidade de transformar a matéria prima em açúcares simples por atos da enzimática, diferente da cana onde os açúcares já estão disponíveis na biomassa.

Figura 12: Rotas tecnológicas para produção de etanol.



Fonte: BNDES,CGEE (2008).

Considerando que o processamento do milho é menor que do seu cultivo, com uma redução de 60% aproximadamente nas emissões na etapa de processamento usando o cavaco de eucalipto para cogeração (MOREIRA et al., 2020).

Com isso, a comparação das duas matérias-primas mostram que a cana tem maior produtividade no campo, 80 a 100 toneladas por hectare e tem menor rendimento em litros por tonelada de 70 a 90 litros. O milho apresenta melhor rendimento industrial, podendo atingir 425 litros por tonelada de matéria prima com a possibilidade de rotação de cultura, com isso potencializando a produção.

5. CONCLUSÃO

Uma vez apresentado sobre as matrizes energéticas Angolana, Brasileira e Moçambicana, conclui-se que há uma similaridade nas matérias primas disponíveis nas três nações, porém o fato do uso distinto em cada uma delas.

Dentro os critérios de análise constatou-se que Angola e Moçambique apresentam várias dificuldades em termos de disponibilidade de dados.

Constatou-se que Angola e Moçambique realizam majoritariamente a biomassa para fins domésticos e que o Brasil possui o emprego da biomassa para a produção de biocombustíveis. Uma vez que a biomassa empregue em fins domésticos tem causado acidentes e que poderia ser aproveitada para produção de biocombustíveis, evitando consequências negativas crescentes para a saúde e para o meio ambiente.

Com isso encoraja-se aos governos Africanos prestar atenção especial ao gerenciamento sustentável da biomassa como fonte de energia, criando ações necessárias para abordar o uso de energia de biomassa nos países para minimizar seu efeito negativo na saúde humana e no meio ambiente e apostar em novas formas de abastecimento doméstico em substituição a biomassa lenhosa.

Diante da dependência de fontes fósseis de energia, o Brasil investiu no seu potencial de biomassa e em políticas para aproveitamento e desenvolvimento de biocombustíveis com o objetivo de substituição total ou parcial da gasolina ou diesel pelo etanol e biodiesel.

Face a experiência do Brasil, dada a disponibilidade de terra e práticas culturais similares no plantio de cana de açúcar e milho, encoraja-se Angola e Moçambique a investir em inovação e pesquisa e desenvolvimento em tecnologias de biomassa para desenvolver o seu potencial e se tornar auto sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALER. **Energias Renováveis em Moçambique: Relatório Nacional do Ponto de Situação**. 2017.

ABU DHABI. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY.. **ENERGY PROFILE ANGOLA**. Masdar City: Irena Headquarters, 2018.

AICEP. **Moçambique Ficha de Mercado**. 2016

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Óleo diesel**. 2017b. Disponível em:
<[http://www.anp.gov.br/wwwanp/petroleo-derivados/155-com bustiveis/1857-oleo-diesel](http://www.anp.gov.br/wwwanp/petroleo-derivados/155-com-bustiveis/1857-oleo-diesel)>. Acesso em: 28/05/2022.

ATLAS, R. E. Renewable Energy Atlas of Mozambique D AS ENERGIAS RENOVÁVEIS Recursos e Projectos.

BNDES. **Estudo de Viabilidade de Produção de Biocombustíveis na UEMOA (União Económica e Monetária do Oeste)**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bndes, 2011.

BNDES E CGEE. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Bndes, 2008.316p. DC, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da Safra Brasileira - CANA-DE-AÇÚCAR SAFRA 2020/21- 4º LEVANTAMENTO. , p. 1–63, 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da Safra Brasileira – GRÃOS SAFRA 2021/22- 7º LEVANTAMENTO. , p. 1–93, 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). Balanço Energético Nacional 2020. **Rio de Janeiro : EPE**, [s. l.], p. 7–295, 2020.

Energias Renováveis. **Angola Energia 2025**, p. 242, 2018.

FORTES, A. G.; RAIMUNDO, B. Bioenergia em Moçambique: tecnologias de produção, uso e aspectos sustentáveis. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, v. 6, n. 1, p. 60, 2020.

FORTES, António Gonçalves; MUTENDA, Francisco Mubango; RAIMUNDO, Baltazar. Energias renováveis em Moçambique: disponibilidade, geração, uso e tendências futuras. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, Nampula, v. 23, n. 1, p. 1-27, 05 nov. 2019.

GABRIELA DE LIMA MARIN. **POTENCIAL DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL - 2030**. Brasília: Wwf-Brasil, 2021. 39 p.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Energy Technology Perspectives - Scenarios & Strategies to 2050**. IEA, 2010.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (IEA). Africa Energy Outlook 2019. Disponível em:https://iea.blob.core.windows.net/assets/4337ef1b-d3d8-477f-8e1b-d5c0d0ac868d/AEO2019_Angola_POR_Web_Final.pdf> Acesso em: 14 jul. 22.

LEITE, R.C.; CORTEZ, A.B. O etanol combustível no Brasil. 2004 Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdrmfk.pdf> Acesso em: 26 jun. 22.

LUSA, Agência. **Moçambique Nyusi quer todos os moçambicanos com energia eléctrica até 2031**. Disponível em: <https://p.dw.com/p/3qo7P>. Acesso em: 18 mar. 2021.

MINISTÉRIO DA ENERGIA E ÁGUAS (MINEA). Atlas e Estratégia Nacional Para as Novas

Moçambique: aspectos gerais. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/pt/country/mozambique/overview#1>>. Acesso em: 12/11/2021.

Monitoria da Campanha Agrária., 2019.

MO, E. P. Objectivo Do Atlas De Energias. , 2015.

MOREIRA, M. R.; SEABRA, J. E. A.; LYND, L. R.; ARANTES, S. M.; CUNHA, M. P.; GUILHOTO, J. J. M. **Socio-environmental and land-use impacts of double-cropped maize ethanol in Brazil**. Nature Sustainability, v.8, 2020.

NHAMTUMBO, I; SALOMÃO, A. **Biofuels, land access and rural livelihoods in Mozambique**. Londres: IIED, 2010.

PINTO, Tânia Alexandra Jaime Teixeira. **ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÓMICA E FINANCEIRA DE UM PROJETO DE BIOCOMBUSTÍVEIS EM ANGOLA**. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Finanças, Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2011.

Resolução nº 22, de 21 de maio de 2009 – Política e Estratégia de Biocombustíveis. Boletim da República, série I, n. 20, 3º suplemento, 21 de maio de 2009, p. 13-21.

UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Produção e Uso do Etanol Combustível no Brasil**: respostas às questões mais frequentes . São Paulo: UNICA, 2007. 70 p. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/infosucro/biblioteca/bic_Unica_ProducaoUsoEtanol.pdf>. Acesso em: 26 jun. 22.

VIDAL, Maria de Fátima. PRODUÇÃO E USO DE BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL. **Caderno Setorial**. Fortaleza, p. 1-15. ago. 2021.

WOOLLEN, E. et al. Charcoal production in the mopane woodlands of Mozambique: What are the trade-offs with other ecosystem services? **Phil. Trans. R. Soc. B**, v. 1, p. 1–14, 2016.