Percepção De Produtores De Báruè Sob A Utilização De Fontes Alternativas De Biogás

Perception of Báruè Producers Using Alternative Biogas Sources

Manuel Bendecene Levene[1]
Pedro Santos Peno Bengala[2]
Mateus Abílio Foquiço[3]
António Da Piedade Melo[4]

[1] Licenciado em Ensino de Química com Habilitação em Técnicas de Gestão de Laboratórios, 2016. (Moçambique), pela extinta Universidade Pedagógica, Delegação da Beira, atual Universidade Licungo Atualmente, Mestrando Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Energia Sustentabilidade (PPGIES), Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil. Email: manuellevene@gmail.com

[2] Divisão de Agricultura, Instituto Superior Politécnico de Manica, ISPM. Estrada Nacional 6, Matsinho, Chimoio, Manica, Moçambique, e-mail: pbengala509@gmail.com

[3] Egresso da Divisão de Agricultura, Instituto Superior Politécnico de Manica, ISPM. Estrada Nacional 6, Matsinho, Chimoio, Manica, Moçambique, e-mail: mateusabilio999@gmail.com.

[4] Departamento de Agricultura, Universidade Eduardo Mondlane, UEM – ESNEC. Av. Samora Machel 63, Cimento, Chibuto, Gaza, Moçambique, e-mail:antonio.melo@uem.mz.

RESUMO: O estudo foi realizado no distrito de Báruè, província de Manica - Moçambique, nas localidades de Nhassacara, Nabuto e no posto administrativo de Nhampassa, com objetivo de avaliar o uso da tecnologia dos digestores como alternativa à produção de energia e redução do desmatamento. Foram entrevistados 79 criadores de gado bovino, suíno e caprino sobre a percepção dos efeitos negativos do desmatamento, as principais fontes de energia usada para a cozinha e a percepção sobre digestores de biogás. Os pontos de amostragem foram marcados com o auxílio de um GPS. A maior parte dos entrevistados tem a lenha como a principal fonte de energia para a cozinha. Constatou-se que apenas 37% dos entrevistados têm informação dos problemas causados pelo desmatamento ao meio ambiente e 63% disseram não conhecer os problemas. Apenas 5% dos entrevistados responderam saber da existência de outras fontes de energia, como o biogás. Conclui- se que Báruè apresenta potencial de produção de energia proveniente do biogás.
Palavras-chave: energia renovável, lenha, poluição ambiental.

ABSTRACT: The study was carried out in the district of Báruè, province of Manica, in the localities of Nhassacara, Nabuto and in the administrative post of Nhampassa, with the objective of evaluating the use of digester technology as an alternative to energy production and reduction of deforestation. 79 cattle, swine and goat farmers were interviewed about the perception of the negative effects of deforestation, the main sources of energy used for cooking and the perception of biogas digesters. The sampling points were marked with the aid of a GPS. Most of the interviewees have firewood as the main source of energy for the kitchen. It was found that only 37% of respondents have information about the problems caused by deforestation to the environment and 63% said they did not know about the problems. Only 5% of respondents said they knew about the existence of other energy sources, such as biogas. It is concluded that Báruè has the potential to produce energy from biogas.
Keywords: renewable energy, firewood, environment pollution.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de gerar novas fontes de energia é um fator importante na busca da sustentabilidade ambiental. Em muitas regiões moçambicanas são escassas as fontes de energia para fins produtivos, resfriamento, aquecimento e iluminação, fato que leva diversos moradores a utilizarem a lenha como fonte de calor comum para uso na cozinha. A lenha é um recurso natural que deve ser preservado, pois, seu uso doméstico ocasiona o desmatamento e a degradação dos solos por erosão, colocando em perigo a flora e fauna do ecossistema (MINISTERIO DA TERRA, AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO RURAL, 2018).

Moçambique é um país com uma vasta extensão de florestas, estimada em cerca de 34 milhões de hectares, representando 43% do território nacional (AQUINO *et al.*, 2018). As florestas contribuem para a regulação do regime hídrico, fluxo de energia nos ecossistemas, conservação do patrimônio genético natural que garante a biodiversidade das espécies, e outros produtos e serviços que beneficiam o homem.

A população moçambicana é de 28 milhões de habitantes, com estimativa para cerca de 34 milhões de habitantes no ano de 2024 (INE, 2019). Esta tendência de crescimento populacional contribuirá para o aumento da demanda por energia, em particular a lenha e o carvão vegetal, que são as principais fontes de energia para o preparo de alimentos nas cozinhas moçambicanas. Como resultado deste cenário, pode ocorrer aumento do desmatamento se não houver alternativas, como uso de energia proveniente de fontes renováveis.

A fermentação de esterco animal em reatores anaeróbicos apresenta uma excelente alternativa, pois além de reduzir a taxa de poluição e contaminação do ciclo produtivo, promove a geração do biogás utilizado como fonte de energia térmica, mecânica e eléctrica (ZHANG *et al.*, 2022). Trata-se de um processo eficiente, de baixo custo e ajustado à realidade moçambicana. Ademais, o resíduo final deste processo pode ser utilizado como biofertilizante.

O biogás proveniente de esterco de animais é uma mistura gasosa de diversas substâncias, sendo a principal o gás metano (CH_4 - 55 a 70%) e dióxido de carbono (CO_2 - 25 a 40%), e obtido por meio da decomposição de matéria orgânica por microrganismos, em condições de ausência de oxigênio livre (CASSINI; COELHO; PECORA, 2014).

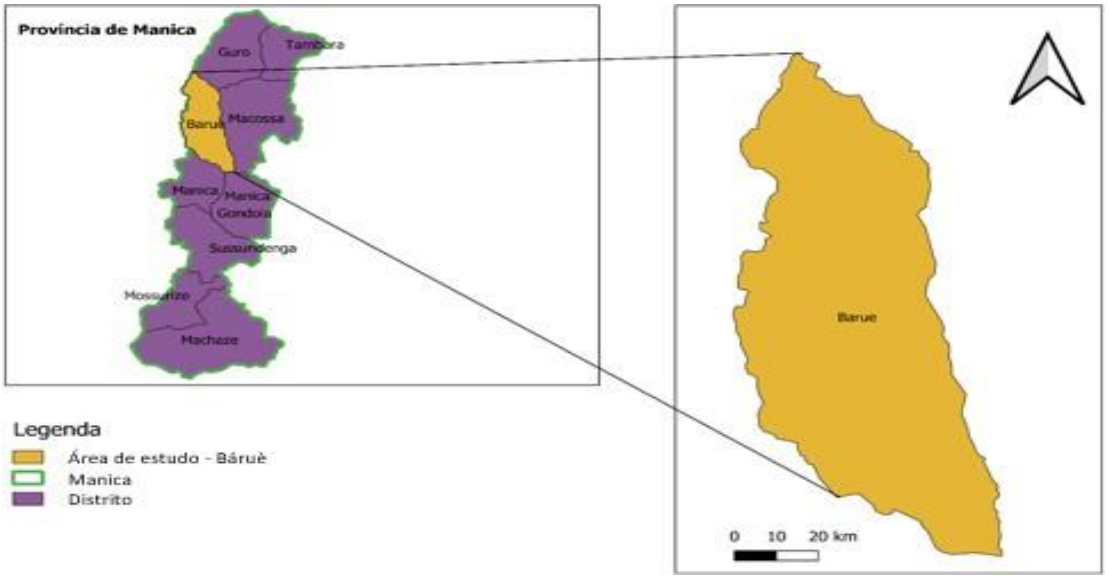
As vantagens da utilização do biogás são devido ao aproveitamento do esterco animal se caracterizar como de fácil acesso, além da redução de doenças e contaminações geradas pela exposição ao céu aberto, e diminuição de emissão gases de efeito estufa ao ambiente (ROJAS-DOWNING *et al.*, 2017). Por outro lado, o biofertilizante gerado do processo de produção do biogás permite o aumento da produção agrícola através de fornecimento de nutrientes nos campos dos agricultores familiares.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a percepção dos criadores de gado bovino, suíno e caprino do distrito de Báruè, a respeito do uso da tecnologia dos digestores como alternativa à produção de energia e redução do desmatamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa realizada caracterizou-se, quanto à natureza como aplicada e quanto aos objetivos como exploratória e descritiva. O estudo foi realizado no distrito de Báruè, na província de Manica em Moçambique, com as seguintes coordenadas geográficas - 18°3'54.16 latitude norte e 33°10'28.23 longitudes leste. Báruè está localizada na região centro do País, na zona oeste da província de Manica, limitado a Norte pelo distrito de Guro, a Oeste pela República do Zimbabwe, a Sul com os distritos de Manica e Gondola e a Leste com o distrito de Macossa (Figura 1).

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo, distrito de Báruè, Manica – Moçambique.



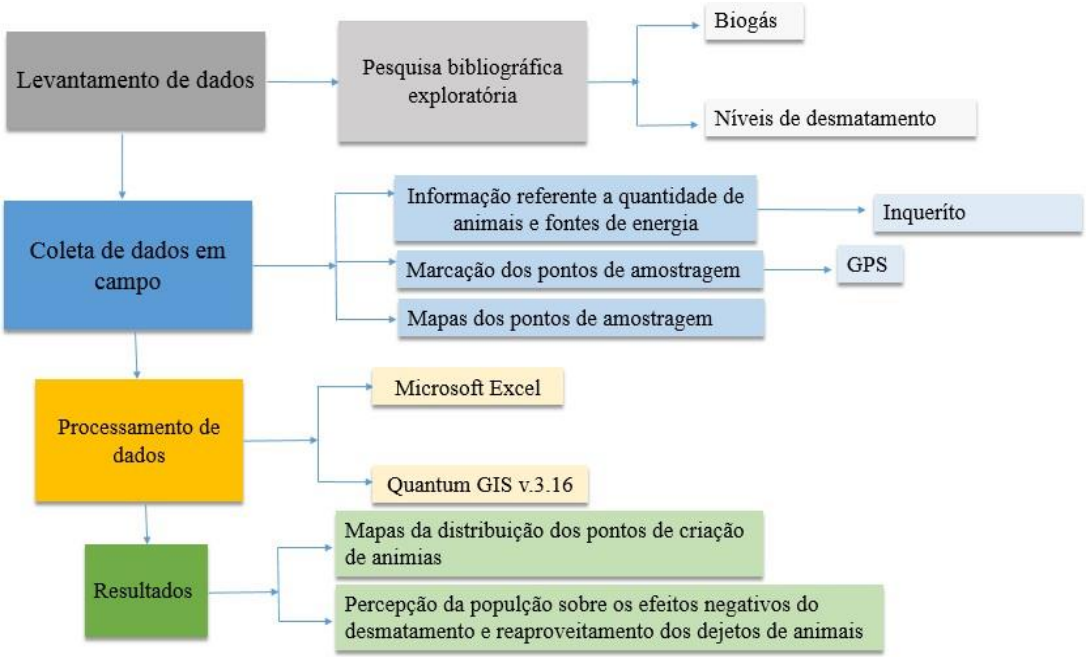
Fonte: WGS 84/UTM zone 365

A província de Manica apresenta grande potencial agroecológico com clima, solos e relevo favorável para a produção agropecuária e florestal, porém, é das províncias com

maiores índices de desmatamento ao nível nacional, sendo Báruè ocupando posição de destaque (MITADER, 2018).

A pesquisa foi dividida em quatro etapas, que englobam o levantamento das informações com base na pesquisa bibliográfica exploratória, a coleta de dados em campo, o processamento e a análise dos dados. O fluxograma referente a síntese dos procedimentos conduzidos para a realização da pesquisa é encontrado na figura 2.

Figura 2. Fluxograma da síntese dos procedimentos da pesquisa.



Fonte: Autores (2022)

A coleta de dados, por meio de inquérito aplicado a 79 criadores de gados, foi realizada no mês de janeiro de 2022, com enfoque em locais com maior índice de desmatamento, nomeadamente localidade de Nhassacara – 40 criadores, localidade de Nabuto - 21 criadores e posto administrativo de Nhampassa - 18 criadores. O questionário aplicado aos criadores é apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Questionário aplicado aos criadores de gado, em Báruè, 2022.

1. Cria animais? a) Sim b) Não	2. Se sim, quais são? a) Bovinos b) Suínos c) Outros
3. Quais categorias de animais têm? (Suínos) a) Matrizes (reposição, cobrição e gestação) b) Matrizes com leitões c) Reprodutor d) Leitões na creche (Bovinos) a) Novilho/Novilha b) Vaca c) Boi/Touro	4. Qual a principal fonte de energia que usa para a cozinha? a) Lenha b) Carvão c) Corrente elétrica d) Gás
5. Estimativa da quantidade do carvão usado por mês? a) 10 kg b) 20 kg c) 30 kg d) Mais de 30 kg	6. Estimativa da quantidade de lenha usada por dia? a) 1 kg b) 2 kg c) 3 kg d) Mais de 3 kg
7. Acha que o desmatamento devido ao uso da lenha e carvão pode criar problemas ao meio ambiente? a) Sim b) Não	8. Usa algum destes eletrodomésticos? a) Televisor b) Congelador c) Geladeira d) Fogão e) Outros
9. Quanto tempo usa por dia? a) Televisor: < 1 $hdia^{-1}$; 1-5 $hdia^{-1}$; 5-10 $hdia^{-1}$; > 10 $hdia^{-1}$ b) Congelador: <1 $hdia^{-1}$; 1-5 $hdia^{-1}$; 5-10 $hdia^{-1}$; > 10 $hdia^{-1}$ c) Geladeira: < 1 $hdia^{-1}$; 1-5 $hdia^{-1}$; 5-10 $hdia^{-1}$; > 10 $hdia^{-1}$ d) Fogão: < 1 $hdia^{-1}$; 1-5 $hdia^{-1}$; 5-10 $hdia^{-1}$; > 10 $hdia^{-1}$ e) Outros: < 1 $hdia^{-1}$; 1-5 $hdia^{-1}$; 5-10 $hdia^{-1}$; >10 $hdia^{-1}$	10. Já ouviu falar de biogás? a) Sim b) Não
11. Se sim. Acha que o biogás tem potencial para substituir outras fontes de energia? a) Sim b) Não	12. Se tivesse biodigestor deixaria de usar a lenha? a) Sim b) Não

Fonte: Autores (2022)

O método de amostragem usado foi não- probabilístico, onde foi utilizado para selecionar os elementos a que têm acesso, admitindo que esses possam, de alguma forma, representar o universo (PRODANOV; FREITAS, 2013). Para a determinação da amostra

deste estudo, foram selecionados os indivíduos por acessibilidade considerando os pressupostos relacionados ao tipo de amostra usada na pesquisa, onde foram selecionados indivíduos que praticam a atividade pecuária nos três pontos onde o questionário foi aplicado.

O inquérito aplicado englobava perguntas de caráter abertas e de múltiplas escolhas. Todos os pontos amostrados foram georreferenciados, onde a obtenção das coordenadas geográficas em UTM foi feita com base em um GPS. Nesta fase, buscou-se a percepção dos criadores de gado bovino, suíno e caprino em relação ao uso de digestores de biogás como alternativa ao uso de lenha e carvão vegetal na cozinha, e redução do desmatamento pela tecnologia dos digestores, tendo em conta o potencial animal na região.

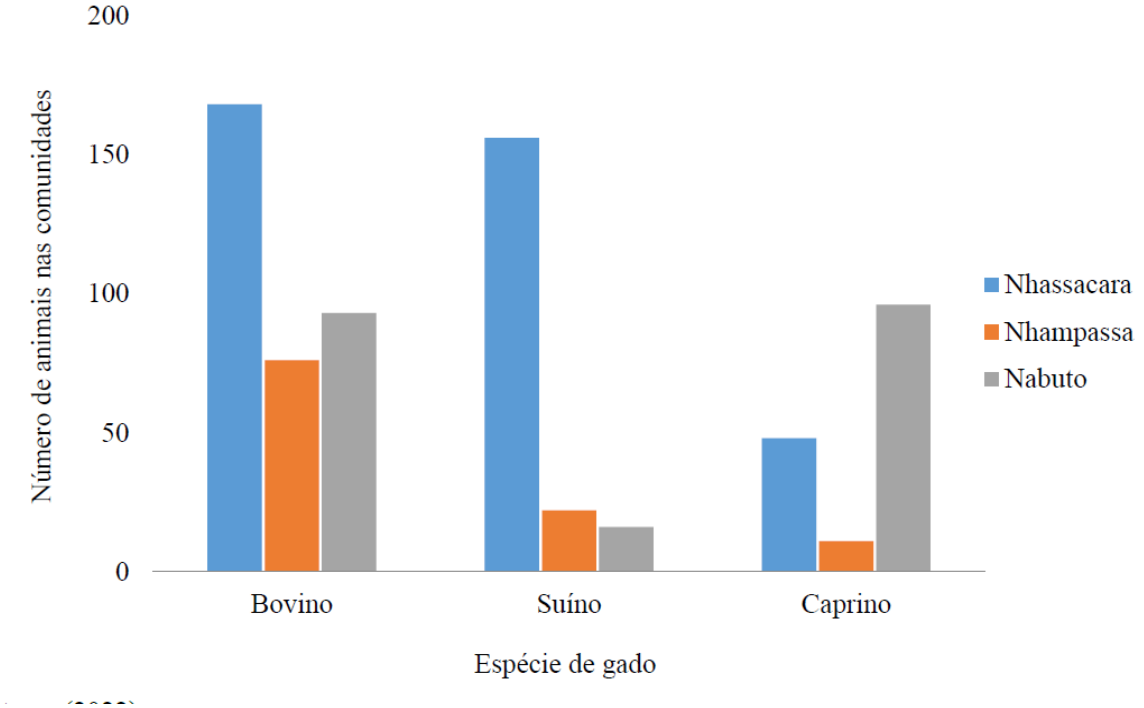
Os dados foram processados utilizando- se o pacote estatístico Excel e o Softwares de Sistemas de Informação Geográfica "QGIS v.3.16".

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 79 criadores de gado entrevistados, 33 são de sexo feminino e 54 do sexo masculino. Os entrevistados têm idades compreendida entre 23 e 54 anos. Cerca de 80% dos entrevistados não possuem nenhuma formação escolar, 9% com o nível primário completo e 11% com o nível fundamental concluído. Portanto, na sua maioria, os criadores de gado de Báruè são caracterizados por não possuírem formação escolar.

Em relação ao número de animais por comunidade, Nhassacara se destaca com 168 cabeças de gado bovino, 156 de suínos e 48 caprinos, seguido da localidade de Nabuto com 93 bovinos, 96 caprinos e 16 suínos. Por fim, o posto administrativo de Nhampassa com 76 bovinos, 11 caprinos e 22 suínos. Estes dados revelam um potencial para a substituição da lenha por biogás proveniente do esterco animal (Gráfico 1).

Gráfico 1. Número de animais nas comunidades, em Báruè, 2022.

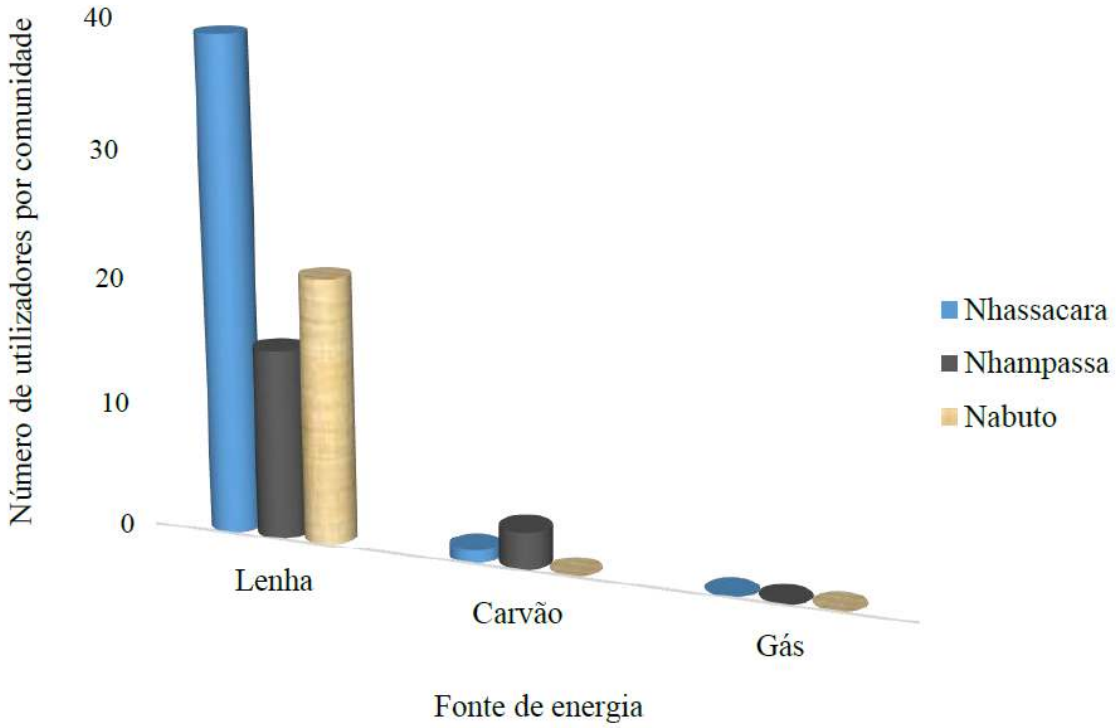


Fonte: Autores (2022)

Entretanto, o maior potencial de produção de biogás é de esterco de vaca, que reduz potencialmente a demanda média de energia da lenha. Dependendo do volume de biogás produzido por cabeça, a redução na demanda de energia devido à produção de biogás de esterco bovino pode variar de 0 a 1% nas Maurícias para 27 a 180% no Botswana (FAOSTAT, 2012).

Quase a totalidade dos entrevistados na localidade de Nhassacara usam a lenha como principal fonte de energia para a cozinha, apenas um criador usa o carvão vegetal. Na localidade de Nabuto, todos os criadores inqueridos têm a lenha como a principal fonte de energia para a cozinha. Já no posto administrativo de Nhampassa, cerca de 85% dos criadores utilizam a lenha como a principal fonte de energia para a cozinha e os restantes utilizam o carvão vegetal. Por outro lado, nenhum dos criadores utiliza o gás para a cozinha (Gráfico 2). Como se pode ver, a lenha é utilizada como a principal fonte de energia para a cozinha pelos criadores de gado de Báruè. A lenha é cortada nas vastas extensões de florestas existente em Báruè, e este procedimento tem sido de forma contínua e sem reposição das árvores cortadas, o que tem aumentado os índices de desmatamento neste local.

Gráfico 2. Fonte de energia para a cozinha nas comunidades, em Báruè, 2022.

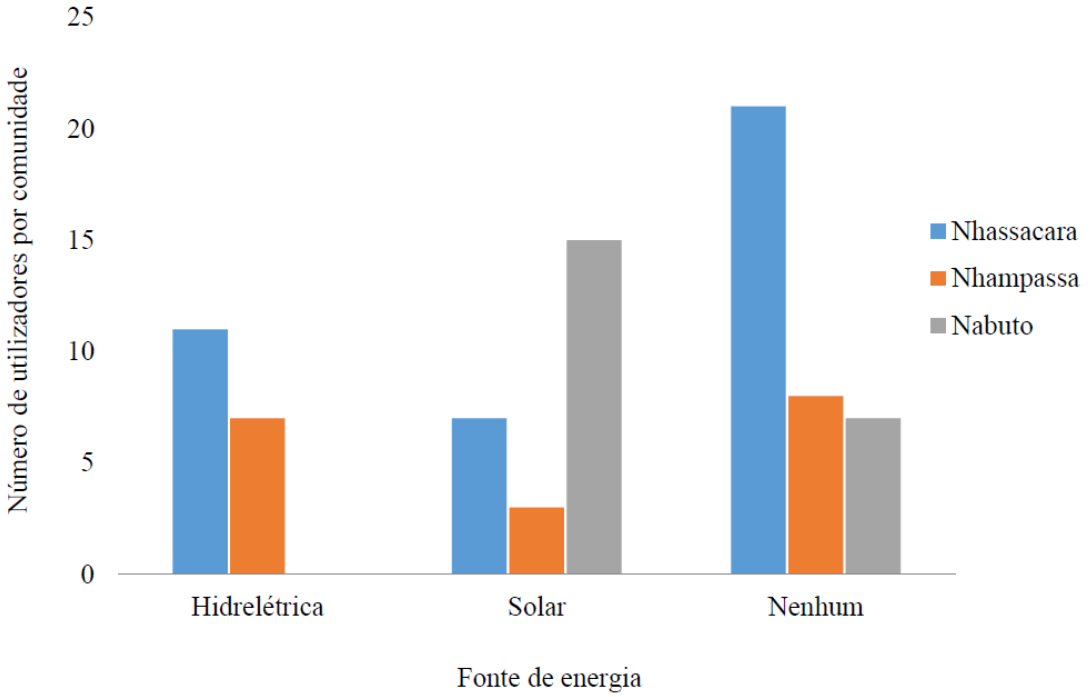


Fonte: Autores (2022)

Entretanto, a intensidade de exploração da lenha para uso na zona rural ainda é baixa, devido a densidade populacional baixa, típica de povoados. Nestes locais, a maior contribuição para o desmatamento está associada a lenha cortada para o fabrico de carvão vegetal e venda em grandes centros urbanos, geralmente distante da zona rural. Nas zonas urbanas, o carvão é a forma dominante de combustível lenhoso ao nível doméstico. A exploração de lenha e fabrico de carvão para consumo urbano é feita de modo intensivo e com o abate de árvores de forma pouco seletiva em relação a espécie e tamanho (SITOE; SALOMÃO; WERTZ-KANOUNNIKOFF, 2012).

Quanto a energia de iluminação e uso de eletrodomésticos, do total dos entrevistados, 32% utilizam a energia solar como a principal fonte, 23% usam a corrente hidrelétrica e 45% dos entrevistados não tem iluminação (Gráfico 3). A falta de conhecimento sobre a existência de fontes alternativas para a geração de energia que possam ser usadas para a iluminação e cozinha tem feito com que os criadores de gado desperdicem grandes quantidades de matéria- prima (dejetos dos animais), que sendo bem aproveitados podem contribuir de forma significativa na mitigação de falta de energia, além de ser limpa e de baixo custo.

Gráfico 3. Fonte de energia para iluminação nas comunidades, em Báruè, 2022.



Fonte: Autores (2022)

Estudos das causas do desflorestamento feito pelo Mitader (2018) apontam a agricultura como a principal causa da mudança no uso do solo no país, seguido da exploração de madeira, carvão vegetal e lenha. Este cenário foi observado nas comunidades onde a presente pesquisa foi realizada, onde constatou-se que a maior parte da população utiliza a lenha e o carvão como a principal fonte de energia para a cozinha, e mais de 95% da população praticam a agricultura como a principal fonte de renda. Em Moçambique, a agricultura constitui a atividade econômica praticada por parte significativa da população, podendo alcançar mais de 75% das pessoas (INE, 2019). Os sistemas predominantes são tradicionais, pouco tecnificados e baseados em extensificação.

Dos entrevistados, cerca de 37% afirmaram terem noção dos problemas ambientais causados pelo desmatamento. Esta baixa percentagem de respondentes com conhecimento sobre os efeitos negativos do desmatamento está associada, provavelmente, ao baixo nível de escolaridade por parte dos entrevistados. Os entrevistados têm a noção de ao cortarem árvores, o período para a restauração das florestas é longo, e que podem contribuir para a destruição de habitat de certos animais. Mesmo assim, afirmam praticar o desmatamento pelo fato de a lenha ser a principal fonte de energia para a cozinha na região.

O distrito de Báruè é rico em espécies florestais madeireiros e não madeireiros. O sector de florestas contribui com 15% do desflorestamento nacional dos quais 7% são resultante da exploração de lenha e carvão e 8% da exploração de produtos florestais madeireiros (MINISTERIO DA TERRA, AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO RURAL, 2018). Chama a atenção o elevado índice de perda florestal em Báruè. Este cenário tem contribuído de forma significativa para as mudanças climáticas, com destaque para o aumento da temperatura na região, testemunhada pelos entrevistadores. As árvores desempenham papel fundamental na fixação de CO_2 atmosférico, reduzindo os efeitos negativos deste gás de efeito estufa. Além disso, as árvores participam no ciclo hidrológico, na emissão do oxigênio para o ambiente e como habitat de certos animais. Ou seja, o desmatamento das florestas leva ao empobrecimento da biodiversidade, a supressão de chuvas e diminuição da evapotranspiração.

A maior parte dos entrevistados, cerca de 95%, não tem informação da existência de digestores de biogás para a produção de energia para confeição de alimentos. O digestor de biogás é uma alternativa face uso de lenha e carvão vegetal na cozinha. Este equipamento de simples fabrico e acessível à comunidade rural pode contribuir de forma significativa na geração de energia para as populações (CLEMENS *et al.*, 2018). A região estudada é rica em produção animal, podendo se aproveitar os dejetos destes para a geração de energia com o uso de digestores. A geração de energia por meio da utilização do biogás produzido com o tratamento de dejetos da pecuária pode trazer melhorias sociais, econômicas e ambientais na qualidade de vida em propriedades rurais.

Os resíduos produzidos pelos animais têm elevada carga de poluentes que causam danos ao meio ambiente, o que é necessário que haja melhoria nos processos e sistemas de produção e maneio adequado destes resíduos para evitar possíveis danos ao ambiente (FANGUEIRO *et al.*, 2015; CAO *et al.*, 2020).

Os efluentes provenientes do setor pecuário são apontados como uma das principais fontes de poluição aos recursos hídricos, superando até aqueles que são emitidos pelas indústrias, consideradas grandes causadoras da degradação ambiental (MITO, 2015; BAI *et al.*, 2017). O uso de digestores para a produção do gás a partir de esterco animal é uma alternativa, pois, utilizará a parte significativa dos dejetos de animais encontrados no ambiente.

A quantidade de biogás produzida por animal depende do tipo de animal, da ingestão de alimentos, do tamanho e da raça. Estima-se que o estrume de gado leiteiro e de corte

pode produzir mais de 2 m^3/dia por cabeça, enquanto o estrume do gado de confinamento pode produzir tão pouco quanto 0,3 m^3/dia por cabeça, assim, 25 kg de esterco de vaca pode produzir de 0,8 a 1,0 m^3 de biogás (HEEGDE; SONDER, 2007). Na tabela 2 é mostrada a estimativa de produção de biogás em função de gados encontrados no presente estudo, em Báruè. Com as quantidades de animais que as comunidades têm é possível potencializar a produção de energia proveniente do biogás e provável substituição da lenha e carvão pelo biogás. Deste modo, é possível reduzir a pressão sobre as florestas na busca pela lenha e carvão, o que irá resultar na proteção do meio ambiente e na proteção dos ecossistemas e da biodiversidade existente nas florestas.

Tabela 2. Estimativa de energia elétrica produzida por comunidade, em Báruè, 2022.

	Espécie animal		
Comunidade	**Bovinos**	**Suínos**	**Total**
Nhassacara	1079,56Kwh	88,09Wkh	1167,65Kwh
Nabuto	597,21Kwh	8,72Kwh	606,33Kwh
Nhampassa	488,3Kwh	10,88Kwh	499,25Kwh

Fonte: Adaptado do manual de construção de biodigestor rural, 2012

Neste estudo foi feito a simulação da conversão do potencial teórico de biogás para a geração de energia elétrica e foram encontrados resultados animadores e possíveis para a realidade de Báruè. A conversão do potencial teórico de biogás (m^3) para geração de energia elétrica (KWh), foi determinada conforme recomendado por Sganzerla (1983), que determinou que um metro cúbico de biogás para geração de energia elétrica equivale a 1,428 kWh. Neste estudo, houve comparação do potencial de geração de energia elétrica com o consumo médio mensal de energia elétrica pelas comunidades (Tabela 3).

Tabela 3. Aparelhos usados nas comunidades, sua potência e gastos para o funcionamento.

Equipamento	**Potência (W)**	**Potência (KW)**	**Tempo (h)**	**Tempo/ mês (h)**	**Gasto/dia (KW)**	**Gastos/mês (R$)**
TV	90	0,09	7	210	0,63	12,28
Congelador	200	0,2	24	720	2,0	39,00
Carregador cell	4	0,04	0,5	15	0,002	0,04
Lâmpada	100	0,1	6	180	0,6	11,70
Baterias	350	0,35	0,1	3	0,035	0,68

Fonte: Adaptado do manual de construção de biodigestor rural, 2012

Como se pode observar na Tabela 3, o uso de biogás, além de ser importante fonte de energia para confecção de alimentos, é utilizado para a produção de energia elétrica e funcionamento de diferentes eletrodomésticos. Tratando-se de uma região onde parte da população não tem acesso a energia, o uso de digestores para a produção de biogás é a possível solução para o distrito de Báruè.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através deste estudo mostram que o principal fator causador do desmatamento em Báruè é a procura da lenha para confecção dos alimentos. Entretanto, mesmo a lenha sendo a principal fonte de energia na região, poderia ser substituída facilmente pelo digestor de biogás, através de uso de esterco animal disponível para geração de energia.

5 REFERÊNCIAS

AQUINO, A.; LIM, C.; KAECHELE, K.; TAQUIDIR, M. **Notas sobre a Floresta em Moçambique**. Sweden Sverige: Grupo Banco Mundial, 2018. Disponível em: https://documents1.worldbank.org/curated/en/ 494001544069659149. Acesso em: 21 jan. 2023.

BAI, Z.; LI, X.; LU, J.; WANG, X.; VELTHOF, G. L.; CHADWICK, D.; OENEMA, O. Livestock housing and manure storage need to Be improved in China. **Environmental Science & Technology**. Washigton, DC, v. 51, n. 15, p. 8212-8214, 2017.

CAO, Y.; WANG, X.; LIU, L.; VELTHOF, G. L.; MISSELBROOK, T.; BAI, Z.; MA, L. Acidification of manure reduces gaseous emissions and nutrient losses from subsequent composting process. **Journal of environmental management**, London, v. 264, article 110454, p. 1-9, 2020.

CASSINI, S. T.; COELHO, S. T.; PECORA, V. Biogás- Biocombustíveis ANP. *In*: PERLINGEIRO, C. A. (org.). **Biocombustíveis no Brasil** - Fundamentos, Aplicações e Perspectivas. Rio de Janeiro: Synergia Editora, 2014. v. 1, p. 136-167.

CLEMENS, H.; BAILIS, R.; NYAMBANE, A.; NDUNG'U, V. Africa Biogas Partnership Program: A review of clean cooking implementation through market development in East Africa. **Energy for Sustainable Development**, Bangalore, v. 46, p. 23-31, 2018.

FANGUEIRO, D.; PEREIRA, J.; BICHANA, A.; SURGY, S.; CABRAL, F.; COUTINHO, J. Effects of cattle-slurry treatment by acidification and separation on nitrogen dynamics and global warming potential after surface application to an acidic soil. **Journal of environmental management**, London, v. 162, p. 1-8, 2015.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Roma: FAO, 2012. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data. Acesso em: 22 jan. 2023.

HEEGDE, F. T.; SONDER, K. **Biogas for Better Life an Africa Initiative**. Domestic biogas in Africa: A first assessment of the potential and need. Haia: SNV, 2007. Disponível em: https://bibalex.org/baifa/Attachment/Documen ts/172329.pdf. Acesso em: 22 jan. 2023.

INE. **IV recenseamento geral da população e habitação 2017**. Maputo: INE, 2019. Disponível em: http://www.ine.gov.mz/iv- rgph-2017/mocambique/censo-2017-brochura- dos-resultados-definitivos-do-iv-rgph- nacional.pdf. Acesso em: 22 jan. 2023.

MINISTERIO DA TERRA, AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO RURAL (Moçambique). **Identificação e análise dos agentes e causas directas e indirectas de desmatamento e degradação florestal em Moçambique**. Maputo: MITADER, 2018.

MITO, J. Y. L. **Estimativa do potencial de produção de biogás da atividade de suinocultura do município de Toledo**. 2015. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1 /22479/1/MD_GAMUNI_I_2014_54.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: método de técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SGANZERLA, E. **Biodigestor**: uma solução. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.

SITOE, A.; SALOMÃO, A.; WERTZ-KANOUNNIKOFF, S. **O contexto de REDD+ em Moçambique**: causas, actores e instituições. Bogor: CIFOR, 2012. Disponível em: https://www.cifor.org/knowledge/publication/3 760. Acesso em: 22 jan. 2023.

ROJAS-DOWNING, M. M.; NEJADHASHEMI, A. P.; HARRIGAN, T.; WOZNICKI, S. A. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. **Climate Risk Management**, Amsterdam, v. 16, p. 145-163, 2017.

ZHANG, J.; CHEN, J.; MA, R.; KUMAR, V.; TONG, Y. W.; HE, Y.; MAO, F. Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of animal manure: Integrated insights from biogas productivity, microbial viability and enzymatic activity. **Fuel**, Amsterdam, v. 320, article 123990, p. 1-36, 2022.