



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

BIODIGESTORES EM UNIVERSIDADES: um estudo bibliométrico para análise quantitativa desta pesquisa científica

César Augusto Angelino Campos Silva,
Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
cesar.campos@ufu.br

Mara Rúbia da Silva Miranda,
Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
mara_miranda@ufu.br

Resumo

Questões relacionadas a sustentabilidade tem sido cada vez mais discutida nos mais variados espaços e situações, permitindo assim um grande avanço em pesquisas, estudos e aplicações que forneçam embasamento consistente e assertivo sobre as medidas e parâmetros a serem desenvolvidos. Como exemplo, a busca por fontes alternativas de energia tem sido algo constante, justificada principalmente pela crise energética que o Brasil vem enfrentando atualmente e pelo seu histórico quanto a esse assunto. Os órgãos públicos, assim como a sociedade em geral, são também responsáveis pelo alto consumo energético no país, e por isso estudar inúmeras tecnologias que utilizem resíduos descartados inadequadamente, tais como os orgânicos, para produção de energia limpa, pode ser uma estratégia de grande impacto nos âmbitos social, econômico e ambiental. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliométrica acerca dos dados relacionados aos termos “biogás”, “biodigestores” e “universidades”. A partir das observações, foi possível constatar uma carência em pesquisas sobre a implementação de biodigestores nas universidades. Assim, conclui-se sobre a importância de pesquisas em órgãos públicos na geração de possíveis soluções e inovações que, podem contribuir nas atividades sustentáveis, energéticas e aproveitamento de resíduos, como a tecnologia dos biodigestores.

Palavras-chave: Biodigestores, Universidades, Energia Limpa.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Por milhares de anos o mundo se manteve em constante mudança, passando por diversos períodos e situações dentre a sua existência. As sociedades, cada qual com suas respectivas características, usufruíram dos recursos disponíveis em cada época e foram se adaptando no decorrer do tempo, adequando e evoluindo suas maneiras de se relacionar, de se alimentar, de construir e de se reinventar. Ferramentas, teorias, leis, tecnologias, hábitos e vivências, tudo isso foi sendo desenvolvido, testado, aplicado e complementado, permitindo-se chegar a resultados e otimizações surpreendentes como as vistas hoje em dia, nos mais variados campos e áreas como o da medicina, física, política e social. Entretanto, o outro lado da moeda também se evidenciou e se estabeleceu com o passar das eras, e por incrível que pareça, por mais que os avanços tenham alcançado resultados surpreendentes, não restou espaço para que ações focadas nos cuidados com o planeta e o ecossistema fossem desempenhadas e consideradas dentre os processos. O ambiente que acolheu e permitiu tal desenvolvimento através de inúmeros recursos oferecidos passou a ter que suportar as mudanças causadas pelo ser humano, sofrendo e se degradando cada vez mais com tantos procedimentos e atividades acontecendo ao mesmo tempo e com frequência. Uma matriz, que aos olhos da sociedade, poderia servir como base e solução para novas ideias, invenções e tecnologias, além de ser usada continuamente para manter os processos em execução, custasse o que for. E atualmente, o mundo está pagando caro por essa degradação do meio ambiente.

O planeta ofereceu sim, por muito tempo, recursos ilimitados para a sobrevivência humana, mas se de fato, a definição dada pela ONU quanto ao termo “sustentabilidade”, tivesse significado real e se aplicasse, e o ser humano usasse adequadamente os recursos, estes poderiam atender tranquilamente as gerações futuras. O que se apresenta nos dias atuais, desenlace da progressiva intensificação das relações cotidianas, é uma comunidade que não só ultrapassou os limites ambientais, mas que também impôs, considerando apenas seus argumentos, desejos e necessidades, suas próprias condições de sobrevivência, e muito mais que o necessário.

E agora, como resultado de tudo isso, o planeta está sofrendo as consequências. Com o passar do tempo, os problemas ligados ao meio ambiente enquanto ecossistema foram se acentuando, trazendo danos drásticos e muitas vezes irreparáveis ao ar, às águas e à atmosfera, protagonizando danos drásticos a muitos deles. Segundo o IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, as mudanças climáticas causadas pelos seres humanos são comprobatórias e levaram a aumento de cerca de 1,07° na temperatura do planeta. O documento ainda aponta que, caso mudanças profundas não sejam realizadas, um aquecimento de 1,5°C a 2°C será ultrapassado em pleno século XXI, mas deixa claro que se as reduções ocorrerem, de fato, principalmente no que tange à emissão de CO₂ e outros gases para a atmosfera, ainda pode-se levar cerca de 30 anos para que as temperaturas voltem a estabilidade.

Outro grande gargalo enfrentado pelo Brasil há anos e que aos poucos se intensifica cada vez mais, é a questão da escassez energética. Em 2001, grande parte da energia elétrica fornecida ao país – cerca de 86% – era gerada através de processos resultantes das hidrelétricas. Entretanto, como já efeito das perturbadoras atividades humanas e sociais, além de aspectos naturais causados ao clima, o Brasil enfrentou uma época de seca e estiagem intensas que permaneceram por inúmeros dias, contribuindo assim para uma queda brusca no nível de água



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

dos reservatórios e, conseqüentemente, para uma limitação energética profunda no Brasil, sendo necessária medidas que prezassem pelo racionamento e economia potencial.

20 anos depois, o Brasil revive algo parecido. A forte volta das secas colocou o país em estado de alerta frente aos acontecimentos de 2021 e fez com que o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) se reunisse para avaliar a situação. No encontro, realizado no início de maio de 2021, entre outras questões tratadas, foi considerada a possibilidade de liberação de usinas termoeletricas para suprir e lidar com a necessidade de energia nacional. O Operador Nacional do Sistema Elétrico (NOS) também reforçou e complementou a necessidade através de uma nota de esclarecimento frente aos estudos e avaliações que estão sendo realizados atualmente no país, sobre a questão eletroenergética, projetados até o final de novembro de 2021 dizendo que o Brasil passa pela pior crise hidrológica desde 1930 e, nos últimos sete anos os reservatórios das hidrelétricas receberam um volume de água inferior à média histórica.

De acordo com o boletim de conjuntura do setor energético, elaborado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV):

“Com uma participação de 65,2% de hidrelétricas e de 29,6% de termelétricas na matriz elétrica, o Brasil é extremamente dependente de recursos hídricos para a geração de energia. Ainda que a água seja abundante no país, episódios recentes de escassez hídrica em diversas regiões reforçam a importância da adoção de medidas que promovam a maior diversidade de fontes e, principalmente, o uso eficiente da água”.

De fato, destaca-se a necessidade extrema de geração de energia através de fontes inovadoras e renováveis, e que não dependam apenas de um único fator.

Já no que se refere ao meio ambiente enquanto comunidade, as adversidades não são deixadas de lado e se somam a todo esse colapso. Questões sociais tais como a pobreza, fome, miséria e o desperdício de alimentos são situações que, além de comprovarem um alto nível de desigualdade, exclusão social e falta de desenvolvimento, ainda assombram, uma boa parte da sociedade.

O problema ainda percorre por um longo caminho. O ato de se jogar fora o alimento está vinculado diretamente com um outro gargalo muito comum atualmente: o descarte incorreto de compostos orgânicos. Embora esse tipo de matéria demore entre 2 e 12 meses para se decompor, um tempo relativamente curto em relação a outros materiais como o alumínio, que leva em torno de 200 a 500 anos para ser decomposto totalmente, nada impede que o descarte realizado de forma errônea gere problemas ao meio ambiente e a população. Grande maioria dos produtos descartados são destinados aos chamados “lixões”, caracterizados por locais inadequados a céu aberto sem nenhum tipo de proteção ao meio ambiente ou a saúde pública e que apresentam riscos de contaminação altíssimos, enquanto a outra parte, em número bem mais reduzido, é destinada aos aterros sanitários, onde apresentam-se processos fundamentados em técnicas de engenharia e em normas técnicas que permite o aterramento, com solo, dos resíduos sólidos de forma adequada. Embora a Lei número 12.305/10, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e previa o fechamento dos lixões até o ano de 2014 (Brasil, 2010), tenha sido aprovada em 2010, nada mais foi feito à respeito e o problema con-



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

tinua persistindo 10 anos depois. Com cerca de três mil lixões ou aterros comuns espalhados pelo país, em mais de 3.331 municípios, o Brasil recebe cerca de 29,7 milhões de toneladas de resíduos urbanos anualmente, segundo informações coletadas no documento Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2016).

Assim, os exemplos de irregularidade e atrasos no desenvolvimento de algumas questões, são muitos. O avanço técnico e literal, que por sua vez foi capaz de revolucionar os processos e relações cotidianas, gerou, como subproduto, um acúmulo excessivo e desgastante de problemáticas ao meio ambiente e à comunidade em geral. Desmatamento, poluição e aquecimento global, crises hídricas, energéticas e de abastecimento alimentar, tudo isso foi protagonizado e estabelecido pela ganância desmedida daqueles que buscavam e ainda buscam o sucesso através da superprodução, especulação e superconsumo, deixando de lado qualquer preocupação com alguma consequência maléfica que tais ações possam causar.

Por outro lado, com o passar das décadas o ser humano não só tomou conhecimento sobre o rumo ao qual estava levando o planeta, como também começou a dar importância, a documentar e pesquisar sobre novas formas de se agir, produzir, fabricar e gerar, de maneira que não impactasse negativamente o ecossistema e a sociedade. As ações discorridas anteriormente deixaram nítida a necessidade quase que extrema de uma reconciliação total com os processos e maneira de desempenhar as atividades, através do desenvolvimento – agora direcionados a conter todo os empecilhos gerados – e uso de métodos, equipamentos, regimentos e práticas sustentáveis que não agridam o meio e ainda contribuam para o seu reposicionamento em uma condição saudável e benéfica à vida. Felizmente, essa ideia foi se propagando e se aplicando frente aos problemas vivenciados, e inúmeros estudos, pesquisas, inovações e construções foram sendo realizadas e apresentadas ao mundo como uma alternativa para se frear a deterioração ecossistêmica e societária. Entre elas, os chamados Biodigestores podem ser um exemplo magnífico a ser citado e aprofundado, já que não trata apenas de questões ambientalistas e energéticas, como também considera, dentre as soluções oferecidas, um manejo do descarte de alimentos e uma reutilização de tais resíduos orgânicos.

Os biodigestores, em geral, consistem em um biorreator que armazena matéria orgânica fresca (substrato ou biomassa) de origem humana, animal ou vegetal. A fermentação anaeróbica destes substratos produz um gás combustível que pode ser utilizado como fonte de energia e o material remanescente no biodigestor pode ser usado como biofertilizantes (TANAKA, 2018). Ou seja, em termos mais simplificados, mas fazendo um paralelo com tudo abordado anteriormente, o biodigestor consiste em um mecanismo capaz de reutilizar toda a matéria orgânica descartada através de diversos processos anaeróbicos, gerando biofertilizantes, utilizado para fertilização natural do solo e o biogás, utilizado como energia limpa, reduzindo assim o impacto ambiental e evitando o despejo e tratamento inadequado de uma parcela do lixo que seria descartado. Uma instalação não será desenvolvida com o propósito de gerar biogás, seu propósito é, primeiramente, tratar o efluente ou conter o resíduo sólido e seus subprodutos, preservando a qualidade do meio ambiente, ar e corpos d'água (ALVES, 2000).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

3. Metodologia

O presente trabalho busca, em seu desenvolvimento, recorrer ao método de aplicação da pesquisa bibliométrica como principal recurso exploratório sobre o tema. Em relação ao objetivo, a pesquisa é descritiva, já que será feita uma coleta e análise de dados a partir de uma pesquisa documental, utilizando a técnica da bibliometria. Em relação a abordagem, os dados a serem obtidos se dará de forma quantitativa, utilizando dados numéricos e estatísticos para quantificar as informações coletadas durante a pesquisa.

A base a ser utilizada como fonte de dados e informações será a Scopus Elsevier e as principais buscas serão direcionadas aos termos “biogás” e “biodigestores”, tratados de maneira separada, e “biodigestores” e “universidades”, tratados de maneira conjunta na pesquisa.

4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos através do filtro aplicado, no caso do uso da palavra-chave “biogás”, demonstraram uma crescente alta de uso do termo em artigos e pesquisas, no decorrer dos anos, desde a sua primeira menção, em 1971, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1: Resultado de documentos por ano pela aplicação da palavra “biogás”. **Fonte:** Scopus (2021)

O biogás já havia sido tratado como objeto de estudo em diversas situações e sociedades, tais como na Inglaterra, no ano de 1895, onde utilizou-se do composto para produzir energia elétrica direcionada a algumas ruas da cidade de Exeter, ou no pós II Guerra Mundial, 1940, onde a escassez energética se fez presente e o uso do biogás foi uma das principais soluções da época. Contudo, foi a partir de 1970, com o desenrolar da chamada “crise energética” ou “crise do petróleo”, causada basicamente por uma relação de alta demanda do petróleo, embargos econômicos e preços absurdos do produto no final de 1974, que a mistura deu início efetivo a sua trajetória e presença mundial, despertando o interesse de pesquisas e



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

experimentos movidos pelo seu estudo minucioso. Tal marco se apresenta como uma das evidências que baseiam o início dos procedimentos documentais, como demonstrou a Figura 1.

Além disso, é possível constatar que a partir de 2001 foi evidenciado um aumento nos registros disponibilizados. Enquanto no início do século e em épocas anteriores os números se equilibravam na casa das centenas, 20 anos depois já alcançava um patamar de cerca de 3.300 trabalhos publicados e que mencionavam a questão do biogás em alguma parte de sua pesquisa. O crescimento exponencial é apenas um demonstrativo do quanto que o termo vem sendo tratado e abordado cada vez mais, resultado esse de uma maior discussão e importância atribuída aos assuntos referentes a geração e consumo energético sustentável.

Já no que tange ao número de documentos por país, a China se destaca como o país com maior número de artigos publicados que mencionam ou tratam direta ou indiretamente do biogás, com cerca de 5.602 documentos, conforme mostra a Figura 2. A amostra sugere resultados entre os anos de 1971 e 2021. Em seguida, os Estados Unidos marcam presença, com aproximadamente 3.066 registros, precedido por Alemanha e Índia, com 2.958 e 2.784 documentos, respectivamente.

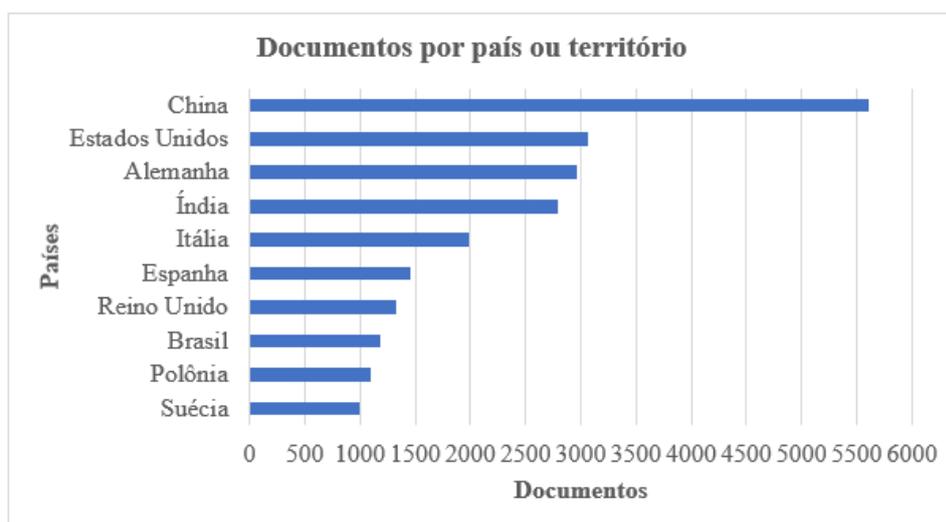


Figura 2: Resultado de documentos por país pela aplicação da palavra “biogás”. **Fonte:** Scopus (2021)

Trazendo à tona um contexto histórico atribuído ao biogás e aos biodigestores, não é surpresa alguma o fato da presença efetiva de países como a China e a Índia em estudos e pesquisas atribuídas ao assunto em questão. Na Índia, a ideia de aproveitar o gás metano produzido por digestão anaeróbica, já era verificada no século passado, mais precisamente ao ano de 1859, quando numa colônia de leproso, em Bombaim, se realizou a primeira experiência de utilização direta com biogás (VILLELA e SILVEIRA, 2005). Além disso, o país é considerado o pioneiro na instalação de biodigestores para a produção de biogás, tendo sua



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

primeira unidade construída em meados de 1908, iniciando o programa de instalação do equipamento em 1951, atingindo cerca de 160 mil unidades instaladas em 1992. Já em relação a China, a utilização do biogás como fonte de energia motivou o país oriental a adotar a tecnologia a partir de 1958, onde, até 1972, já haviam sido instalados 7,2 milhões de biodigestores na região do Rio Amarelo (GASPAR, 2003).

Ambos os países atuaram de maneira maestral no que tange ao desenvolvimento dessa tecnologia, criando, inclusive seus próprios modelos de Biodigestores, cada qual com suas respectivas características e necessidades. Chineses buscam, nessa tecnologia, o biofertilizante necessário para produção dos alimentos necessários ao seu excedente de população. A energia do biogás não conta muito frente à autossuficiência em petróleo. Indianos, por seu turno, precisam dos biodigestores para cobrir o imenso déficit de energia. Com isso, foram desenvolvidos dois modelos diferentes de biodigestor: o modelo chinês, mais simples e econômico e o modelo indiano, mais sofisticado e técnico, para aproveitar melhor a produção de biogás. (GASPAR, 2003).

Quanto ao que se refere ao termo “biodigestores”, resultados bem diferentes dos encontrados acima, conforme Figura 3. No que tange ao número de documentos por país que abordam o assunto, o Brasil lidera o ranking com cerca de 114 documentos no banco de dados Scopus. Mesmo estando em primeiro, os dados encontrados são passíveis de duas interpretações. A primeira, é que o fato da liderança demonstra não só sua forte influência de discussão, mas também uma base literária sólida nacional que permite e potencializa a contínua pesquisa sobre o tema. Entretanto, observando em um contexto geral, o número de 114 documentos que abrange os anos de 1977 a 2021 é pouco, em comparação a dimensão e proporção de importância, estudos e pesquisas atribuídas aos biodigestores, o que sugere uma necessidade extrema de maiores investimentos e subsídios a pesquisas e investigações deste cunho.

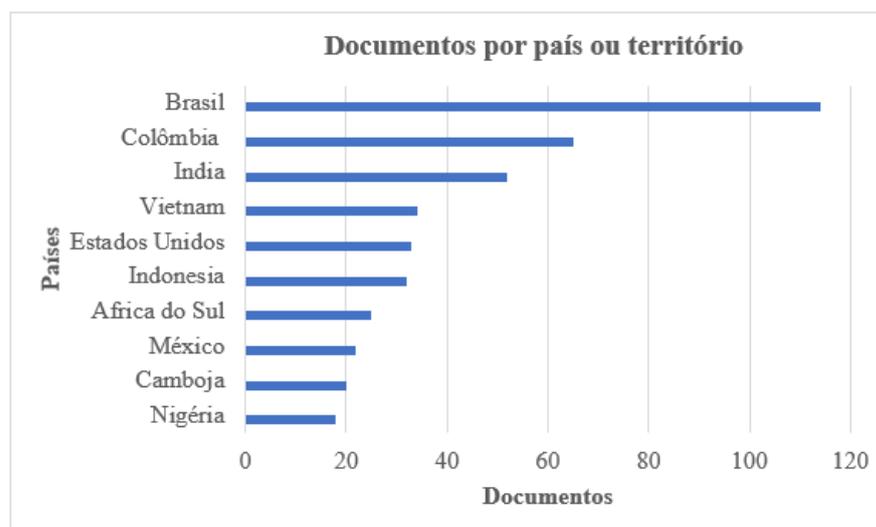


Figura 3: Resultado de documentos por país pela aplicação da palavra “biodigestores”. **Fonte:** Scopus (2021)



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Com já levantado anteriormente, a crise do petróleo na década de 70 foi um marco que trouxe à tona uma maior visibilidade para os temas referente ao biogás e aos biodigestores, principalmente em países que perderam esse enfoque no decorrer dos anos passados e se viram na dependência de inovações tecnológicas para a geração de energia. Diante da problemática da crise do petróleo e da possibilidade da obtenção de energia por meios alternativos, chega ao Brasil em meados da década de 70, a sistematização do uso de biodigestores que, além de reduzir a poluição por matéria orgânica, prometia produzir, a partir dos resíduos orgânicos, energia. Hoje, as tecnologias provenientes do aproveitamento de resíduos orgânicos exprimem grandes possibilidades no Brasil (FERREIRA et al., 2013).

A boa condição climática oferecida pelo Brasil também foi um dos fatores primordiais para o desenvolvimento de estudos e aplicações dos biodigestores em território nacional. As pesquisas para a utilização do biodigestor ganharam impulso na década 80 e foram realizadas principalmente na região sul, onde se concentram grandes criadores de suínos, aves e bovinos. Entretanto, foi na região nordeste que houve interesse dos pesquisadores em aproveitar a biomassa gerada nas pequenas e médias propriedades rurais, devido ao clima quente (temperaturas médias anuais acima de 25°C), que favorece o desenvolvimento e atividade dos microrganismos anaeróbios (SOUZA e LAJE FILHO, 2014).

A área de aplicação dos biodigestores é extensa. Seja nos campos, nas indústrias, fábricas da cidade, casas e condomínios residenciais e até mesmo universidades, o equipamento se faz presente, gerando inúmeros benefícios ao ambiente ao qual se instala. Já no que tange a discussão do tema em questões literárias, os resultados não são dos melhores.

Tomando como base uma busca realizada por documentos que citam os termos “Biodigestores” e “Universidades”, ainda na base de dados Scopus, é possível constatar que o número de documento publicado por ano é extremamente vago no que tange à comparação com outros temas ou palavras-chave, conforme a Figura 4. De início, as publicações começaram a ser feitas apenas em 1996, seguindo, imediatamente, por um decréscimo no número de registros. A inconstância nos registros, marcada pela ausência de documentos em alguns dos anos considerados na amostra, se fez e ainda se faz continuamente presente. Um crescimento ainda debilitado foi constatado a partir de 2010, tendo como auge o ano de 2012, com 9 publicações, mas decaindo nos anos posteriores e voltando à estaca 0 no ano de 2015. No ano de 2020, época acometida por inúmeras adversidades ambientais, econômicas e principalmente por uma crise sanitária que devastou o Brasil e o mundo, apenas 1 arquivo foi divulgado.

No que diz respeito às publicações feitas por território, o número de documentos também se mantém bem abaixo, conforme a Figura 5. A Colômbia lidera o ranking como sendo o mais que mais divulgou registros onde as palavras “Biodigestor” e “Universidade” são citadas, seguido por Vietnam, Laos e Brasil, que assume a 4ª colocação com apenas 5 documentos publicados.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021



Figura 4: Resultado de documentos por ano pela aplicação da palavra “biodigestores” e “universidades”. **Fonte:** Scopus (2021)

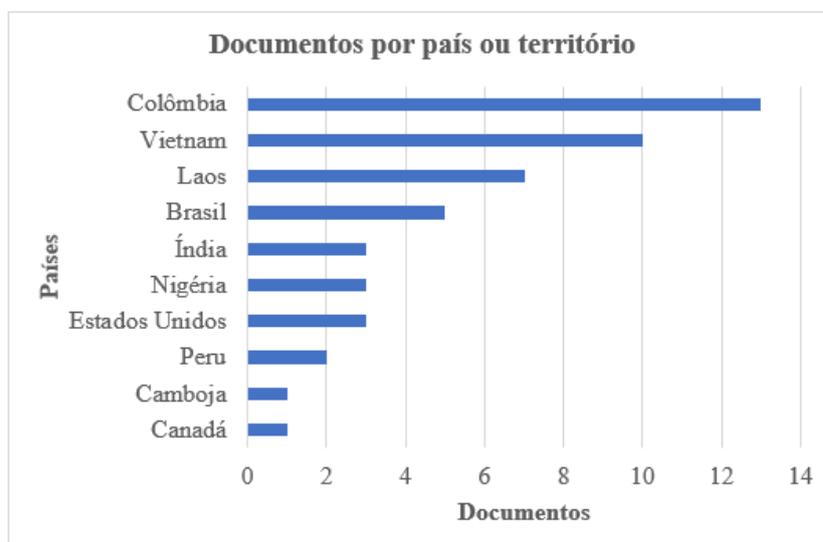


Figura 5: Resultado de documentos por país pela aplicação da palavra “biodigestores” e “universidades”. **Fonte:** Scopus (2021)

Resultados como estes demonstram não só uma forte ausência de documentos e registros que tratem diretamente dos biodigestores e suas relações com as universidades, mas também uma inconsistência teórica que dê suporte para investigações futuras. As universidades



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

são ambientes que oferecem inúmeras oportunidades para pesquisas e estudos na área, seja em vertentes experimentais, teóricas ou até mesmo social. O Brasil, por sua vez, é um polo de inovações e condições viáveis, e se mantém efetivamente nas primeiras colocações no que tange a pesquisas e aplicações deste cunho. Infelizmente, a falta de investimentos, recursos e apoio na área atuam como um impeditivo para que novos projetos se consagrem e os números cresçam cada vez mais, fomentando assim, um ciclo evolutivo de informação, conhecimento, tecnologia e inovação que se expande com o passar dos anos.

5. Conclusões

Diante dos dados demonstrados, fica nítido que o número de registros relacionados aos biodigestores e as universidades, trabalhados em conjunto, revela uma extrema carência de pesquisas que implemente essa tecnologia num órgão público. Este tipo de pesquisa no Brasil, iria contribuir nos três âmbitos da sustentabilidade, social, econômico e ambiental, visto que órgãos públicos como as universidades, poderiam gerar a sua própria energia e limpa diminuindo as despesas do governo com energia nestes órgãos, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Com isso, justifica-se a necessidade acentuada de pesquisas a serem realizadas na área, possibilitando assim um estudo consistente sobre a questão dos biodigestores e como o mesmo pode contribuir com a geração de energia limpa e produção de biofertilizantes a partir da reutilização de resíduos orgânicos, materiais esses presentes em grandes quantidades nas cantinas e nos restaurantes universitários.

6. Referências bibliográficas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 10-08-2021.

ALVES, João Wagner Silva. **Diagnóstico técnico institucional da recuperação e uso energético do biogás gerado pela digestão anaeróbica de resíduos**. 2000. Dissertação (Mestrado em Energia) – Instituto de Eletrotécnica e Energia – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

BRASIL. **Lei 12305/10. Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 10-08-2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **10,3 milhões de pessoas moram em domicílios com insegurança alimentar grave**. Disponível em: <https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/28903-10-3-milhoes-de-pessoas-moram-em-domicilios-com-inseguranca-alimentar-grave.html>. Acesso em: 17-08-2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

FERREIRA, M.D.L.S.; BARBOSA, V.A.S.; TAVARES, J.L. **Estudo sobre a difusão do uso de biodigestores no Brasil e a experiência do projeto Dom Helder Câmara no nordeste brasileiro**. XIII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação- CONNEPI. 2013.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. **Boletim de Conjuntura do Setor Energético**. FGV Energia. Brasil, 2021. Disponível em: < <https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/maio-2019.pdf> >. Acesso em: 17-08-2021.

GASPAR, R.M.B.L. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CMSE – Comitê do Monitoramento do Setor Elétrico. **Amplia possibilidade de adoção de medidas excepcionais diante da permanência de condições adversas de atendimento**. Governo Federal. Brasil, 2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/cmse-amplia-possibilidade-de-adocao-de-medidas-excepcionais-diante-da-permanencia-de-condicoes-adversas-de-atendimento> >. Acesso em: 16-08-2021.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Disponível em: < https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf >. Acesso em: 16-08-2021

NOS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Nota à imprensa - Esclarecimentos em relação à nota técnica sobre avaliação das condições de atendimento eletroenergético do sistema interligado nacional - Estudo prospectivo junho a novembro de 2021**. Disponível em: < <http://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/Nota-a-imprensa-Esclarecimentos-em-relacao-a-nota-tecnica-Avaliacao-das-Condicoes-de-Atendimento-Eletoenergetico-do-SIN.aspx> >. Acesso em: 17-08-2021.

SOUZA, M.L.B; LAGE FILHO, F.A. **Emprego de biodigestores anaeróbicos no aproveitamento energético de resíduos animais e controle da poluição ambiental**. Revista Acadêmica Oswaldo Cruz. V.1, n.3, 2014.

TANAKA, G.C. **Análise da dinâmica não linear do processo de biodigestão em um biodigestor indiano no espaço de estados via técnica de Lyapunov**. 2018. 64 p. Dissertação de mestrado (Programa de pós-graduação em engenharia elétrica) - Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154862/tanaka_gc_me_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 10-08-2021.

VILLELA, I.A.C; SILVEIRA. J.L. **Aspectos técnicos da produção de biogás em um laticínio**. Revista de Pesquisa Científica- UNIFATEA. V.2, n.2, 2005.