

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

IARA IVANA PEREIRA

INVESTIGAÇÃO DE AÇÕES EM SUSTENTABILIDADE
EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS FEDERAIS NOS
EIXOS ÁGUA, ENERGIA E RESÍDUOS

SÃO CARLOS -SP
2022

IARA IVANA PEREIRA

INVESTIGAÇÃO DE AÇÕES EM SUSTENTABILIDADE EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS
FEDERAIS NOS EIXOS ÁGUA, ENERGIA E RESÍDUOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Engenharia Química da
Universidade Federal de São Carlos, para
obtenção do título de bacharel em Engenharia
Química.

Orientadora: Paula Rúbia Ferreira Rosa

São Carlos-SP
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Departamento de Engenharia Química

Folha de aprovação.

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso da candidata Iara Ivana Pereira, realizada em 13/04/2022:

Prof. Dr. Fábio Bentes Freire
DEQ UFSCar

Pós Doutora Samantha Christine Santos
IEE/USP

Prof^ª. Dra. Paula Rúbia Ferreira Rosa
DEQ UFSCar

DEDICATÓRIA

Trabalho dedicado à Vilma Lúcia, exemplo de força e perseverança (sem perder a ternura, jamais).
Dedico também aos meus irmãos: João Vítor e Luiz Eduardo, que me fazem acreditar que há coisas
bonitas que nunca deixarão de existir.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço àquelas e àqueles que lutaram pela implementação da Lei de Cotas, que lutaram para que as universidades públicas fossem ocupadas por aqueles que por muito tempo foram marginalizados e pudessem ocupar os espaços que também ajudaram a construir. Seguiremos lutando!

Agradeço imensamente à Samantha Christine pelo aceite do convite de composição da banca, pelo tempo disponibilizado e pelas contribuições realizadas.

Agradeço aos docentes que me acolheram e me permitiram, em âmbito material ou em termos de oportunidades, desenvolver profissionalmente: Luiz Moura, Ana Marta e Paula Rúbia – essa, em especial, pela paciência, orientação e parceria. E, também àqueles docentes que encantam pela forma que conduzem o processo de aprendizagem: Maria do Carmo, Everaldo, João Batista, João Paulo e Gabriela e Marcelo

Agradeço à equipe do Departamento de Gestão de Resíduos, pelo espaço, apoio, conversas e por todo aprendizado que me proporcionaram.

Agradeço ao meu companheiro pelo suporte e parceria na caminhada, à Amanda por toda contribuição, ideias, conversas, apoio e por tê-la em minha vida; e às amigas e aos amigos que contribuíram imensamente para que esse ciclo pudesse ser concluído com êxito.

EPIGRAFE

São ainda cruéis os combates pela existência
Por muitas que sejam as armadilhas, caminha
Navega sobre o rio que brota das tuas lágrimas
Não temas o remoinho das ondas bravas, caminha

As feras rugem aos teus ouvidos: onde julgas que vais?
Não olha para trás, não as escutes, resiste e caminha
De todo o lado, ressuscitam fantasmas medonhos
Ameaçando trazer a nova escravatura: resiste e caminha

Enche o peito de ar e mergulha no fundo da tua mancha
Verás a benção de Deus inspirando-te coragem e força
Os braços cobiçosos dos marinheiros a desarmar um a um
E o teu caminho a abrir-se como uma estrada de flores

Quebra o ciclo do ódio, da cobiça e da vingança
Apende a levitar e a voar por cima dos obstáculos
Vence o medo e navega os céus com o corpo em terra
Não estás só, que Deus te protege a toda hora

(Caminha – Paulina Chiziane)

RESUMO

Ciente do potencial energético dos resíduos sólidos urbanos (RSU), dos desafios vislumbrados para desenvolvimento de tecnologias mais limpas e do anseio de que as Instituições de Ensino Superior (IES) desempenhem o papel de desenvolver profissionais e tecnologias visando sanar os problemas demandados pela sociedade, objetivou-se neste trabalho compreender o debate acerca da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, além de identificar ações em desenvolvimento sustentável implementadas por IES públicas federais, nos eixos: água, energia e resíduos. Dessa forma, a fim de apreender o debate em torno da questão ambiental, realizou-se um levantamento bibliográfico e, intencionando entender como as universidades têm atuado em direção à sustentabilidade, foram selecionadas as IES públicas federais, totalizando 69 instituições, para que fossem investigadas as ações realizadas nos eixos selecionados. Para tal, procedeu-se uma consulta aos sites das instituições, utilizando-se algumas palavras-chave. Em seguida, em diálogo com o eixo resíduos, foram selecionados estudos relacionados a três universidades públicas, sendo duas estaduais e uma federal, as quais são: UEL, USP *campus* São Paulo capital e UFPE – selecionadas por se destacarem na discussão do uso de resíduos produzidos no ambiente universitário para a geração de biogás. Sendo assim, foram mapeadas nas 69 instituições pesquisadas, 169 ações no eixo resíduos, 111 ações no eixo energia e 83 ações no eixo água. As cinco ações mais recorrentes foram: coleta seletiva e resíduo sólido (54%), economia e controle de água (43%), usinas de energia solar (42%), instalação de lâmpadas LED (39%) e gerenciamento de resíduos químicos (39%). Observou-se que 4% das atividades realizadas no eixo resíduos são referentes a usinas de biogás. Por fim, os estudos realizados na UEL e USP apresentaram a realização de ensaios preliminares em escala de bancada e/ou planta piloto com o intuito de avaliar situações técnico-operacionais para a geração de bioenergia *in situ*, ou seja, para uso interno da energia gerada nas respectivas universidades, estimando a previsão do potencial de biogás e da geração de energia. O estudo da UFPE demonstrou a usina de bioenergia implementada no *campus* e buscou apresentar as unidades operacionais visando a reprodução em municípios de pequeno e médio porte. Diante do exposto, foi possível mapear as ações que vêm sendo executadas no âmbito universitário, apesar das dificuldades que estas instituições enfrentam para consolidá-las. Conhecer as propostas bem-sucedidas possibilita a melhoria contínua, bem como auxilia e encoraja o setor privado, a sociedade e àquelas IES que ainda não possuem políticas ambientais consolidadas, tal como a UFSCar.

Palavras-chave: IES – Instituições de Ensino Superior. Água. Bioenergia. Resíduos. Biogás.

ABSTRACT

Aware of the energy potential of municipal solid waste (MSW), the challenges envisaged for cleaner technologies and the desire that Higher Education Institutions (HEIs) to play the role of developing professionals and technologies to solve the problems demanded by society, in this paper aimed to understand the issue about sustainability and development sustainable, in addition to identifying the actions in sustainable developed by federal public HEIs, in the compartments: water, energy and waste. Thus, to understand the debate around the environmental issue, a bibliographic survey was carried out and, in order to understand how universities have acted in favor of sustainability, federal public HEIs were selected, totaling 69 institutions, so that the actions carried out could be investigated in the selected compartment. In this way, a consultation was carried out on the websites of the institutions, using some keywords. Then, in dialogue with the waste compartment, studies related to three public universities, two State Universities and one federal, which are: UEL, USP campus São Paulo capital and UFPE - were selected for standing out in the discussion about the use of waste produced on campus for the biogas generation. Thus, 169 actions in the waste compartment, 111 actions in the energy compartment and 83 actions were listed in the compartment water, were mapped in the 69 institutions surveyed. The five most recurrent actions were: selective waste collection and solid waste (54%), water saving and water control (43%), solar power plant (42%), LED lamp installation (39%) and chemical waste management (39%). It was noticed that 4% of the activities carried out in the waste compartment refer to biogas plants. Finally, studies carried out at UEL and USP showed that preliminary tests were carried out on a bench scale and/or pilot plant in order to assess technical-operational situations for in situ bioenergy generation, that is, for internal energy use generated in the respective universities, estimating the forecast of the potential of biogas and power generation. The UFPE study demonstrated the bioenergy plant implemented on the campus and sought to present the operational units aimed at reproduction in small and medium-sized municipalities. Therefore, it was possible to map the actions that have been carried out in university context, despite the difficulties that these institutions face to consolidate them.

Knowing the successful proposals enables continuous improvement, as well as helps and encourages the private sector, society and those HEIs that still do not have consolidated environmental policies, such as UFSCar.

Keywords: Higher Education Institutions – HEIs. Water. Bioenergy. Waste. Biogas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Linha do tempo: alguns eventos importantes relacionados à temática ambiental, nacional e internacionalmente	17
Figura 2 – Mapa semântico para compreender o DS	23
Figura 3 – Tripé da Sustentabilidade proposto pelo Triple Bottom Line (TBL)	24
Figura 4 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	28
Figura 5 – Eixos temáticos A3P.....	30
Figura 6 – Etapas para elaboração PLS.....	32
Figura 7 – Dimensões para incorporação da sustentabilidade em IES.....	38
Figura 8 - Categorias do ranking UI GreenMetric	40
Figura 9 – Projeção populacional (à esquerda) mundial e (à direita) do Brasil	45
Figura 10 – Participação das fontes para produção de Energia Elétrica	46
Figura 11 – Sistema 3S – rota para a sustentabilidade	47
Figura 12 – Possível sistema de energia sustentável.....	48
Figura 13 – Possibilidade de gestão de resíduos	50
Figura 14 – Fluxograma simplificado processo de geração de biogás.....	54
Figura 15 – Rota metabólica envolvida na digestão anaeróbia	55
Figura 16 – Critérios para a escolha do sistema de biodigestão.....	58
Figura 17 – Etapas do processo metodológico.....	60
Figura 18 – Delineamento do tema	61
Figura 19 – Universidades públicas federais, por região, no Brasil.....	62
Figura 20 – Mapa político do Brasil com indicativo da localização da UEL, USP e	67
Figura 21 – Levantamento da adesão das IES à A3P.....	70
Figura 22 – Situação do PLS em IES públicas federais no ano de 2021	72
Figura 23 – Análise dos dados: Telas das tabelas elaboradas para análise quantitativa	75
Figura 24 – Total de ações realizadas nas IES agrupadas nos eixos água, energia e resíduos.....	76
Figura 25 – Categorias de ações do eixo água	77
Figura 26 – Distribuição das ações do eixo água por IES, com pelo menos uma ação	79
Figura 27 – Categorias de ações no eixo energia	80
Figura 28 – Categorias de ações no eixo resíduos	83
Figura 29 – Usina de compostagem UFSM – Colégio Politécnico.....	86
Figura 30 – Usina de compostagem termofílica, campus Mossoró	87
Figura 31 – Parklet Vale – espaço de convivência da UFRGS	89
Figura 32 – Fluxograma da Gestão do resíduo – óleo residual de cozinha na UFSCar	90
Figura 33 – Unidade de reciclagem de óleo visando a obtenção de biodiesel a partir de óleo usado - BERSO / UFPE.....	91
Figura 34 – Fluxograma da gestão de resíduos eletrônicos da UFSCar.....	95
Figura 35 – Recorrência das ações nas IES públicas federais.....	96
Figura 36 – Características do Reator anaeróbio em escala piloto.....	98
Figura 37 – Parâmetros físico-químicos e métodos utilizados para medição	100
Figura 38 – Nuvem de palavras Helenas (2019) (à esquerda) e Helenas Perin et al., 2020 (à direita)	101
Figura 39 – Meses em que ocorreu a coleta e os respectivos volumes	103
Figura 40 – Metodologias utilizadas para análise dos parâmetros físico-químicos	103
Figura 41 – Nuvem de palavras geradas a partir dos artigos de D'AQUINO (2018) e D'AQUINO;	

SANTOS; SAUER (2022)	105
Figura 42 – Fluxograma referente aos processos desenvolvidos na BERSO para o tratamento de efluentes	107
Figura 43 – Planta piloto de baixo custo desenvolvida para produção de biogás e biofertilizante a partir de resíduos de alimentos (BERSO)	109
Figura 44 – Nuvem de palavras obtidas para o estudo de De Sousa et al. (2022)	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estudos relacionados ao tratamento de resíduos em IES por meio de DA	65
Quadro 2 – Comparativo de atualização dos PLS das IES públicas federais	73
Quadro 3 – Categorias de ações de sustentabilidade nas universidades	74
Quadro 4 – Referências a biogás localizadas nas IES públicas federais.....	91
Quadro 5 – Volume de Substrato e acondicionamento para o ensaio em escala de bancada e piloto .	98
Quadro 6 – Volume coletado de inóculo para a etapa I e II.....	99
Quadro 7 – Outros estudos que avaliam a produção de biogás em IES.....	110

LISTA DE SIGLAS

A3P	Agenda Ambiental na Administração Pública
AGV	Ácidos Graxos Voláteis
BLC	Biodigestor de Lagoa Coberta
CDS	Cúpula de Desenvolvimento Sustentável
CMMAD	Comissão Mundial sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente
COV	Carga Orgânica Volumétrica
CSTR	Reator com Tanque Agitado Continuamente
DA	Digestão Anaeróbia
DS	Desenvolvimento Sustentável
EDS	Educação para o Desenvolvimento Sustentável
EPSJV	Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	Instituições de Ensino Superior
IHP	Programa Hidrológico Internacional
IN	Instrução Normativa
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PLS	Planos de Gestão de Logística Sustentável
PNB	Produto Nacional Bruto
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPL	Pessoas, Planeta, Lucro
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SBio	Secretaria de Biodiversidade
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TRH	Tempo de Retenção Hidráulica
TRS	Tempo de Retenção de Sólidos
UASB	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo
UFABC	Universidade Federal do ABC
UFAC	Universidade Federal do Acre
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFAP	Universidade Federal do Agreste de Pernambuco
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFCA	Universidade Federal do Cariri
UFCat	Universidade Federal de Catalão
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFCSPA	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
UFDP	Universidade Federal do Delta do Parnaíba
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
UFGD	Universidade Federal da Grande Dourados
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFJ	Universidade Federal de Jataí
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
UFNT	Universidade Federal do Norte do Tocantins
UFOB	Universidade Federal do Oeste da Bahia
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFOPA	Universidade Federal do Oeste do Pará
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFR	Universidade Federal de Rondonópolis
UFRA	Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio De Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFRR	Universidade Federal de Roraima
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UFSB	Universidade Federal do Sul Da Bahia
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UFSJ	Universidade Federal de São João Del-Rei
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UnB	Universidade de Brasília
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNIFAL-MG	Universidade Federal de Alfenas
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
UNIFESSPA	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
UNILA	Universidade Federal da Integração Latino-Americana

UNILAB	Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
UNIR	Universidade Federal de Rondônia
UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
USP	Universidade de São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE: HISTÓRICO E CONTEXTO	17
2.1.1. A Questão Ambiental: Contextualização	17
2.1.2. Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade	20
2.1.3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	26
2.2. AGENDA AMBIENTAL NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (A3P) E PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL (PLS)	29
2.3. PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS: CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL	33
2.3.1. Indicadores de sustentabilidade em IES	39
2.3.2. Contexto e desafios na implementação de práticas sustentáveis em IES	41
2.4. ÁGUA, ENERGIA E RESÍDUOS	45
2.5. BIOGÁS, BIODIGESTÃO E BIODIGESTORES	52
2.5.1. Biodigestão	53
2.5.2. Biodigestores	55
3. MATERIAIS E MÉTODOS	60
3.1. AÇÕES DESENVOLVIDAS EM IES NOS EIXOS ÁGUA, ENERGIA E RESÍDUOS	60
3.2. ANÁLISE DOS ARTIGOS	65
3.2.1. Universidade Estadual de Londrina (UEL)	66
3.2.2. Universidade de São Paulo (USP)	66
3.2.3. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	67
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.1. AÇÕES EM SUSTENTABILIDADE NO EIXO ÁGUA	76
4.2. AÇÕES EM SUSTENTABILIDADE NO EIXO ENERGIA	79
4.3. AÇÕES EM SUSTENTABILIDADE NO EIXO RESÍDUOS	82
4.4. ANÁLISE DOS ARTIGOS	96
4.4.1. Universidade Estadual de Londrina (UEL)	97
4.4.2. Universidade de São Paulo (USP)	102
4.4.3. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	106
5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	113
REFERÊNCIAS	114

1. INTRODUÇÃO

O impacto da intervenção humana foi intensificado com o advento da Revolução Industrial, de modo que o desenvolvimento tecnológico possibilitou o aumento populacional e da expectativa de vida, ao mesmo tempo em que acirrou a desigualdade socioeconômica e promoveu um estilo de vida baseado no consumo elevado.

Em âmbito internacional, são periódicos os encontros para debater o andamento dos índices e indicadores ambientais globais e a efetividade das políticas ambientais dos países. No Brasil, em 1999, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) criou o programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), buscando desenvolver uma cultura institucional nos órgãos públicos pautada na sustentabilidade, visando a racionalização de recursos, dentre outras ações. E, em 2012, é instituída a elaboração e implementação de Planos de Gestão de Logística Sustentável (PLS).

No que diz respeito às Instituições de Ensino Superior (IES) públicas federais, espera-se que estas desempenhem o papel de desenvolver profissionais e tecnologias que possam sanar os problemas demandados pela sociedade. De modo que, enquanto instituições destinadas à geração e difusão de conhecimento, presume-se que desenvolvam ações visando a preservação do meio ambiente e a criação de políticas sustentáveis, auxiliando o desenvolvimento regional e no avanço destas temáticas.

De acordo com a literatura, os princípios da sustentabilidade vêm sendo inseridos e integrados aos sistemas operacionais, de gestão e curriculares das IES, ainda que a passos lentos. E, os motivos principais deste interesse pela temática são: o impacto ambiental, decorrente das atividades realizadas no *campus*, e o papel de formação da comunidade estudantil na promoção da sustentabilidade.

No entanto, apesar de todo o esforço e do caráter inovador das universidades, diversos são os desafios para a implementação e consolidação destas ações relatados na literatura, tais como: as dificuldades na elaboração do projeto, levando à implementação de sistemas ineficientes ou desconsiderando condições climáticas locais, falta de recursos econômicos e, dada a estrutura das universidades, pode ser difícil orientar para a implementação de novas práticas, soma-se ainda, a resistência a mudanças de comportamento, falta de conhecimento e interesse por parte comunidade acadêmica.

Pode-se apreender que, apesar de esforços no sentido de produzir conteúdo e normas visando e a inserção da temática no ambiente da administração pública a parcela que consegue

elaborar ações dentro de uma política ambiental bem estruturada ainda é inferior ao desejado – em específico nas IES. Dessa forma, compreender o que vem sendo produzido dentro do ambiente acadêmico, pode auxiliar a alavancar o debate e convertê-lo em ações concretas.

Diante da amplitude da temática ambiental, e diante das dimensões para a inserção da sustentabilidade no ambiente universitário propostas pela A3P e pelo PLS, a geração de resíduos, a escassez de água e o aumento da demanda energética se destacam por interseccionar diversas questões – dentre eles a urbanização, o desenvolvimento econômico e o crescimento populacional – e implicar diretamente na manutenção da vida e da dignidade humana.

Em relação ao eixo resíduos, por exemplo, devido à ausência ou limitada efetividade de políticas ambientais, estes são descartados incorretamente, contaminando recursos hídricos e comprometendo a saúde e o bem-estar de seres vivos. Por outro lado, têm-se, também, a demanda crescente por água e energia.

Dessa forma, para administrar a crescente demanda energética e, ao mesmo tempo, a necessária redução na produção de resíduos, visualiza-se como possibilidade o desenvolvimento de tecnologias capazes de maximizar o aproveitamento energético de resíduos (*waste-to-energy*).

Sendo assim, em comparação com o processo tradicional, os processos e sistemas de produção sustentáveis em IES poderiam vir a ser mais vantajosos, pois exigiriam menos recursos naturais¹ e gerariam menos resíduos; tendendo à minimização na geração de poluentes, incluindo gases de efeito estufa e, também, permitindo o uso mais eficiente de recursos renováveis para reduzir a dependência de recursos não-renováveis.

Diante da evidente necessidade de desenvolvimento de técnicas e tecnologias economicamente viáveis e dos desafios que se apresentam nas áreas de água, energia e resíduos, entende-se que ainda é possível, e preciso, buscar ações, projetos e inovações relacionadas a essas questões, ainda exista certa dificuldade de articulação de políticas ambientais robustas.

Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo o mapeamento de ações em sustentabilidade nas IES públicas federais nos eixos água, energia e resíduos, a partir de levantamento bibliográfico e pesquisa documental, bem como analisar estudos relacionados ao aproveitamento de resíduos gerados no *campus* universitário – em universidades estaduais e federais – para geração de energia, por meio da implementação de usinas de biogás.

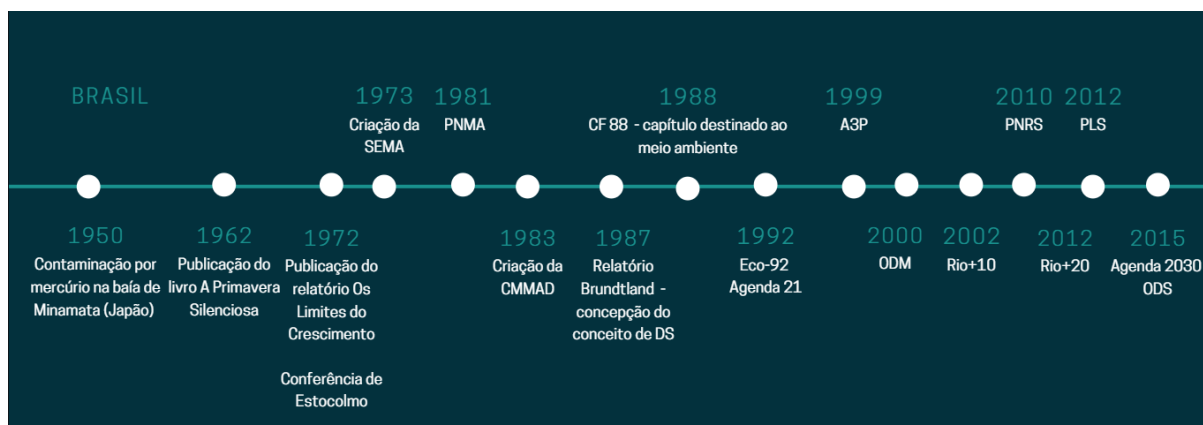
¹ “**recursos naturais**: Denominação aplicada a todas as matérias-primas, tanto aquelas renováveis como as não renováveis, obtidas diretamente da natureza, e aproveitáveis pelo homem.” (IBGE, 2004)

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico serão apresentados os conceitos de desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e ações em sustentabilidade no contexto de *campus* universitário. Dessa forma, o referencial teórico que segue, visa elucidar os pilares que orientam a pesquisa em voga, no intuito de delimitar o campo de análise e de aproximar o leitor dos temas em debate.

A Figura 1 apresenta a sequência histórica dos fatos que desencadearam a chamada crise socioambiental bem como os desdobramentos delas decorrentes, na forma de encontros destinados ao debate destas, em âmbito nacional e internacional.

Figura 1 – Linha do tempo: alguns eventos importantes relacionados à temática ambiental, nacional e internacionalmente



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE: HISTÓRICO E CONTEXTO

2.1.1. A Questão Ambiental: Contextualização

Um desafio da contemporaneidade é concatenar os interesses econômicos, pautados pelo modelo de desenvolvimento neoliberal² (ALVES, 2019), e a manutenção do meio

² Modelo econômico atual, baseado no consumo e na concentração de bens e capital, que pode ser visto como um modelo predatório e acarreta problemas socioambientais. Segundo Alves (2019), o desenvolvimento econômico neoliberal é uma das causas dos prejuízos sociais e ambientais vivenciados na atualidade, visto que parte de uma lógica linear de obtenção do maior lucro possível, no menor tempo. Essa equação resulta, de acordo com a autora, em uma exploração desproporcional dos recursos para atender a acelerada industrialização.

ambiente, o qual é fortemente impactado por estas atividades econômicas, tendo como agravantes do uso indiscriminado dos recursos renováveis o comprometimento da diversidade ecológica e a emissão de poluentes, dentre outras consequências.

Apesar da preocupação crescente na atualidade devido às constantes crises socioeconômicas e ambientais, que ameaçam a vida humana no planeta (BARBIERI; SILVA, 2011) a crise socioambiental contemporânea começou a ser pensada na década de 1960 (ROSA-SILVA; FERREIRA, 2017), sendo impulsionada por dois episódios. O primeiro, trata-se de um evento ocorrido na década de 1950 no Japão, conhecido como o caso de Minamata, em que pessoas morreram e outras milhares desenvolveram anomalias em decorrência do descarte de resíduo da produção de acetaldeído nos rios, o qual estava contaminado com mercúrio, estimando-se que a empresa tenha descartado cerca de 200 a 600 toneladas de metilmercúrio na baía da cidade (VAN-BELLEN, 2002; POTT, ESTRELA, 2017). O outro fato foi a publicação do livro *A primavera silenciosa*, da norte-americana Rachel Carson, publicado em 1962, que alertava sobre o uso de pesticidas químicos sintéticos (POTT, ESTRELA, 2017; ROHRICH; TAKAHASHI, 2019).

De acordo com as autoras Pott e Estrela (2017), a despeito da Revolução Industrial datar do século XVIII, somente cerca de três séculos após o evento a questão ambiental ganhou relevância, no final da década de 1960 e início de 1970. Começava-se a vislumbrar o esgotamento, ou até mesmo a inviabilização, do uso de recursos que possibilitam a manutenção da vida na Terra. De modo que, até então, o crescimento populacional desordenado e o comprometimento da saúde e do meio ambiente, eram tidos como “mal necessário” para o progresso (GOLDEMBERG; BARBOSA, 2004).

Da Veiga e Zatz (2008) afirmam que a preocupação com as questões ambientais, datada da década de 1960, está relacionada ao temor nuclear, seja pela possibilidade de ocorrência de uma guerra atômica ou ainda pela ameaça dos testes com armas nucleares. Como resposta a esta inquietação surge a demanda de se pensar formas de lidar com a questão ambiental.

Segundo Sousa e Armada (2017), já na década de 1972, a publicação do estudo intitulado *Os Limites do Crescimento* (Relatório *Meadows*), apontavam para a relação entre aumento populacional e o esgotamento dos recursos naturais. E, enquanto países classificados como desenvolvidos concentravam sua preocupação ambiental na escassez de recursos naturais, os países não desenvolvidos localizavam seus esforços na superação da pobreza e no anseio de se desenvolverem (SANTOS, 2019 *apud* BARBIERI, 1997).

Segundo Dantas (2018), em nível nacional, o termo “meio ambiente” foi mencionado no âmbito jurídico, pela primeira vez, na lei federal que instituiu a PNMA, que ocorreu em 1981. Nela, o termo é definido como “*o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas*” (BRASIL, 1981). No entanto, o meio ambiente engloba para além de aspectos físicos e recursos naturais também as dimensões culturais, resultantes da interação ser humano-ambiente, portanto, pode-se compreender meio ambiente como “*a interação do conjunto de elementos naturais, artificiais e culturais que propiciem o desenvolvimento equilibrado da vida em todas as suas formas*” (SILVA, 1995, p. 2 *apud* LAMIM-GUEDES, 2021, p. 8).

É importante ressaltar, também, que, em termos legislativos a Constituição Federal brasileira – também conhecida como Constituição Cidadã, 1988 (CF88), destaca-se por trazer como competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, no artigo 25 inciso VI, “*proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas*” (BRASIL, 1988).

Além disso, aponta o princípio do poluidor pagador – no artigo 24 e inciso VII, o qual preconiza que o agente da poluição arque com os danos causados – de modo que, compete às diversas instâncias, isto é, União, Estados, Distrito Federal e Municípios, legislar concorrentemente sobre

VI – florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição; [...]

VIII – responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico; [...] (BRASIL, 1988)

Por último, ressalta-se que, o texto da CF 88 institui um capítulo destinado à temática de meio ambiente, destacado a seguir

CAPÍTULO VI –DO MEIO AMBIENTE

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Dessa forma, é possível observar que diversos tem sido os esforços, nacionais e internacionais, para manutenção da vida na Terra, com dignidade, trazendo à tona a questão ambiental e a preocupação com meio ambiente.

Assim como pontuam Sousa e Armada (2017), a crise ambiental está relacionada, também, à uma necessidade de revisão nos meios de produção e consumo. Além disso, “*a insustentabilidade do atual processo de desenvolvimento passa, também, pelas dificuldades conceituais associadas às categorias Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável*” (SOUZA; ARMADA, 2017, p. 19).

2.1.2. Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade

Diante do exposto, é possível afirmar que desde a segunda metade do século XX a questão ambiental e da sustentabilidade tornaram-se uma problemática contemporânea, ocupando um espaço considerável – ou central – nos debates internacionais. Dessa forma, “*o conceito de desenvolvimento sustentável surge para enfrentar a crise ecológica, sendo que, pelo menos, duas correntes alimentaram esse processo*” (JACOBI, 1999, p. 175), os quais são: a disponibilidade limitada de recursos naturais, frente ao crescimento populacional e ao desenvolvimento industrial, e a preocupação com a questão ambiental, colocada em discussão por ambientalistas.

Bursztyn (1993) compreende a crise ambiental como resultante do conflito entre desenvolvimento e meio ambiente, que seria consequência do desencontro das ciências econômica e ecológica, ainda aponta que

A produção do conceito de desenvolvimento sustentável representa, por um lado, uma alentadora tentativa de reconciliar a busca do bem-estar presente com a segurança de condições de vida satisfatórias no futuro. Por outro lado, há uma preocupante tendência a que se torne mais uma panaceia salvacionista, que ilude os alarmados e inibe os alarmistas, sem necessariamente resolver os problemas que geraram o alarme (BURSZTYN, 1993, p.3)

Apesar do crescente o uso dos termos, Sustentabilidade e DS, estes ainda são “mal compreendidos” quanto a sua natureza conceitual (SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014), pois o termo sustentabilidade é amplamente utilizado, porém pouco explicado, o que corrobora para que sejam empregados em diversos contextos, sem que estejam relacionados ao campo ambiental ou ainda podendo ser aplicados de forma equivocada.

Alguns autores pontuam que, apesar de próximos, estes termos são diferentes entre si, “*a sustentabilidade é a capacidade de um processo ou forma de apropriação dos recursos continuar a existir por um longo período. Este conceito é associado ao de DS, mas não são*

sinônimos” (LAMIM-GUEDES; 2021, p. 5).

Segundo Da Veiga e Zatz (2008, p. 36) “*até o final dos anos 70, sustentabilidade era uma noção usada apenas pela biologia*”, os pesquisadores de biologia populacional assim se referiam a fim de identificar o ponto em que as atividades, por exemplo as extrativas, rompem a resiliência de um ecossistema. Os autores Dovers e Handmer (1992, p. 275) definiram sustentabilidade como “*a capacidade de um sistema humano, natural ou misto para resistir ou se adaptar à mudança endógena ou exógena por tempo indeterminado*”.

Em relação ao conceito de DS, sabe-se que seu surgimento data da década de 1980 e é recorrente o relato de sua definição e consolidação pelo *Relatório Brundtland* (1987), elaborado pela Comissão Mundial sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente (CMMAD) – proposto pela ONU –, no qual este termo é definido como “*aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades*” (ONU BRASIL, 2020).

Apesar de consagrar a definição de DS, o *Relatório de Brundtland* é criticado por não explicitar as contradições entre crescimento econômico e preservação ambiental, motivo pelo qual alguns críticos pontuam que o texto traz uma perspectiva antropocentrista, priorizando o desenvolvimento à degradação, de modo que a segunda não limite a primeira (SOUSA e ARMADA, 2017).

Embora o termo DS tenha ganhado destaque na agenda global, o termo sustentabilidade – do qual ele se origina – está enraizado em questões profundas e diversas, “*o que agora chamamos de desenvolvimento sustentável evoluiu como um conceito integrador 'guarda-chuva' sob o qual uma gama complexa de questões inter-relacionadas pode ser reunida*” (DOVERS; HANDMER, 1992, p. 264). E, pontuam que, integrar as categorias de recursos e meio ambiente à questão social e humana foi uma das grandes contribuições do termo sustentabilidade e qualquer outro conceito que não seja integrativo falhará, pois as relações ser humano/natureza e ser humano/ser humano devem ser abarcadas.

De acordo com Sartori, Latrônico e Campos (2014) e Lamim-Guedes (2021), o autor Sachs (2002) propõe oito dimensões para entender a sustentabilidade, os quais são:

- a) Social – dignidade;
- b) Cultural – soberania, equilíbrio entre tradição e inovação;
- c) Ecológico – compreender o limite de extração de recursos a serem utilizados aqui;
- d) Ambiental – Respeito à capacidade de autodepuração dos ecossistemas;

e) Territorial – melhoria urbana e desenvolvimento ambientalmente seguro para áreas ambientalmente frágeis;

f) Econômica;

g) Política Nacional e;

h) Política Internacional.

Dessa forma, a sustentabilidade territorial está relacionada à minimização das desigualdades inter-regionais – em termos de investimento público e conservação de biodiversidade. Em relação à Política Nacional, entende-se que esteja vinculada ao aspectos coesão social, manutenção e respeito aos processos democráticos e implementação de projeto nacional pelo Estado; e, que a Política Internacional, esteja relacionada ao fortalecimento de órgãos como a ONU, cooperação científica e minimização das desigualdades entre os países (SICHE *et al.*, 2007).

A visão de sustentabilidade proposta por Sachs (2002) implica em entender o conceito de uma forma ampla, isto é, holística, interseccionando a questão ambiental e os problemas sociais, tais como: a desigualdade econômica, pobreza³ e acesso à terra (evidenciando, neste caso, a necessidade de reforma agrária), para além do foco na gestão dos recursos naturais. Portanto, o autor nos convida a pensar numa mudança profunda, radical, do modelo civilizatório atual (LAMIM-GUEDES, 2021).

Já na década de 90 pesquisadores se debruçavam sobre o termo DS a fim de compreender como este era utilizado. O trabalho de Lélé (1991), por exemplo, visa uma revisão crítica do termo, apontando fraquezas ou contradições da expressão. A crítica apresentada pelo autor pode dialogar com o termo “lavagem verde” (*greenwashing*)⁴, conceito utilizado para caracterizar atitudes no qual o discurso ambiental pouco ou nada se reverte em uma ação ambiental efetiva, como por exemplo empresas que utilizam-se da causa ambiental como forma

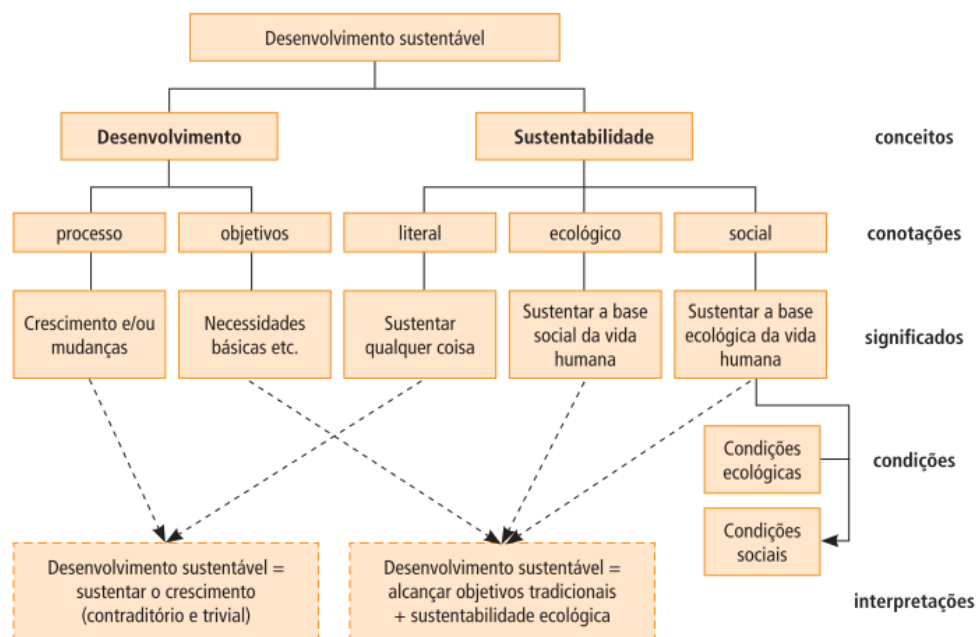
³ Conforme pontua Barbieri e Silva (2011) deve-se evitar cair na relação falaciosa entre pobreza e degradação ambiental, pessoas em situação de vulnerabilidade socioeconômica – na falta de recursos que garantam a dignidade humana – buscam por melhores opções. A degradação ambiental ainda é resultado, em sua maioria, do consumo excessivo.

⁴ “expressão que significa “maquiagem verde” ou “lavagem verde”. Nesses casos, as marcas criam uma falsa aparência de sustentabilidade, sem necessariamente aplicá-la na prática. Em geral, a estratégia é utilizar termos vagos e sem embasamento, que levam o consumidor a acreditar que ao comprar um produto “ecológico” está contribuindo para a sustentabilidade ambiental e animal” (Idec, 2021). “O *greenwashing* pode ser praticado por governos, organizações não governamentais, empresas e corporações, de iniciativas públicas ou privadas ou, ainda, por pessoas que visam obter vantagens a partir de práticas ambientais que não correspondam com a realidade. Para a correta compreensão do termo, por primeiro, devemos ter um cuidado na leitura semântica do termo. Assim, tem-se que *greenwashing* é um neologismo, oriundo da língua inglesa: *green* (verde) + *washing* (lavando), em tradução livre: *lavagem verde*” (SOUZA 2017, p. 150).

de propaganda, a fim de atribuírem valores “ecológicos” a seus produtos, sem de fato efetivarem seu compromisso em práticas de sustentabilidade.

Dessa forma, para Lélé (1991, p. 610), na interpretação dominante do DS, “a sustentabilidade ecológica é um atributo desejável de qualquer padrão de atividades humanas que seja o objetivo do processo de desenvolvimento” reforçando a ideia de DS como uma etapa para atingir a sustentabilidade. O autor ainda define sustentabilidade ecológica como “a existência das condições ecológicas necessárias para sustentar a vida humana em um nível específico de bem-estar por meio das gerações futuras” (LÉLÉ, 1991, p. 609), a fim de distinguir do ele nomeia sustentabilidade literal e sustentabilidade social. A Figura 2 é uma proposta de mapa semântico feita por Lélé (1991, p. 608) e traduzida por Barbieri e Silva (2011, p. 69), a fim de auxiliar a compreensão do DS.

Figura 2 – Mapa semântico para compreender o DS



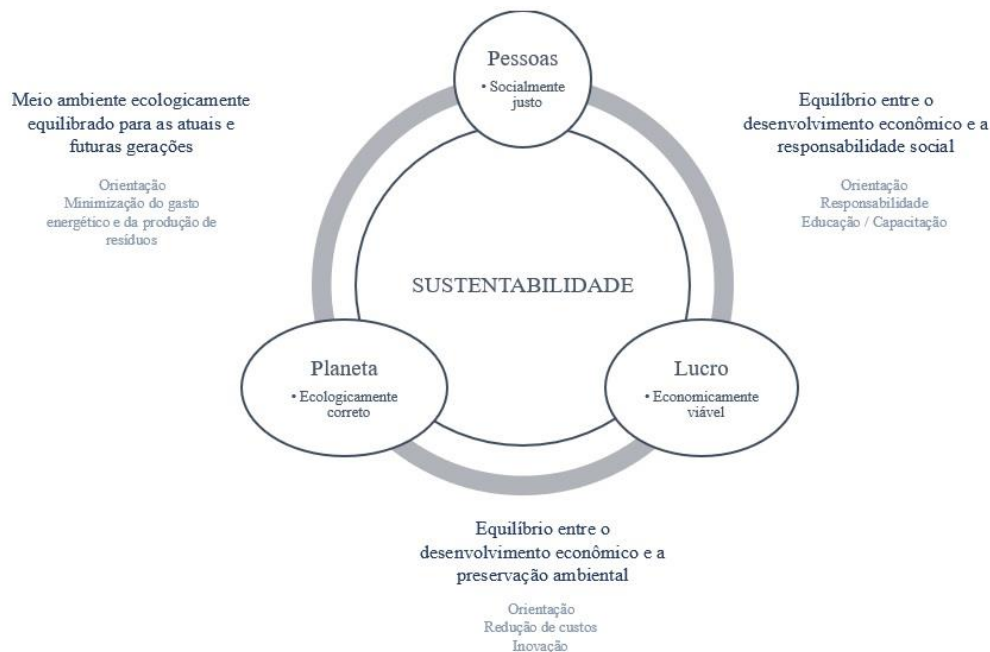
Fonte: Barbieri e Silva (2011, p. 69)

Do ponto de vista empresarial a sustentabilidade é fundamentada no modelo de gestão chamado *Triple Bottom Line* (TBL)⁵ (BARBIERI; SILVA, 2011), criado por Elkington (1994),

⁵ Para saber mais consulte Triple Bottom Line TBL - Encyclopedia of Corporate Social Responsibility. Disponível em: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-642-28036-8_465

o qual define que a sustentabilidade se sustenta no tripé: pessoas (social), lucro (econômico) e planeta (ambiental), ou ainda, economicamente viável, socialmente justo e ecologicamente correto (SARTORI, LATRÔNICO, CAMPOS, 2014; LAMIM-GUEDES, 2021), como mostra a Figura 3. Este modelo propunha que as organizações aglutinassem as questões ambientais e sociais ao desempenho econômico (SOUSA; ARMADA, 2017).

Figura 3 – Tripé da Sustentabilidade proposto pelo *Triple Bottom Line* (TBL)



Fonte: Adaptado de Bajpai (2020). Reproduzido com permissão

Guarnieri (2011) aponta que, o conceito chamado TBL, também conhecido por 3P (*People, Planet e Profit*), na língua portuguesa: PPL (Pessoas, Planeta e Lucro), ganhou destaque em 1997 com a publicação do livro *Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century* (ELKINGTON, 1997).

Barbieri e Silva (2011, p. 70) afirmam que, em relação ao TBL, “em essência apenas atualizam as práticas empresariais para ajustá-las às novas demandas por equidade social e respeito ao meio ambiente, sem questionar seus fundamentos e sem abdicar do crescimento como objetivo permanente das empresas”. Os autores ainda pontuam que, a opção pela expressão “sustentabilidade” desvia do debate em torno da palavra “desenvolvimento” versus crescimento e evita a “natureza política e institucional que o conceito de desenvolvimento sempre trouxe consigo” (BARBIERI; SILVA, 2011, p. 70), ao mesmo tempo, pode-se esvaziar o conceito “sustentabilidade” de todas as suas dimensões, transformando-o num substantivo

abstrato.

Ainda em relação ao ambiente corporativo, o setor privado deve direcionar investimentos para modelos de negócios e para empresas que estejam alinhadas com os princípios da *Environmental, Social and Governance Analysis* (ESG, em português, Análise Ambiental, Social e Governança), esta sigla se refere aos fatores principais de medição da sustentabilidade, critérios que oferecem diretrizes aos investidores em direção aos ODS, isto é, direcionam investimentos para empresas que atuam com reconhecido comprometimento com o desenvolvimento sustentável e com responsabilidade social. De modo que os critérios ambientais estão relacionados aos impactos ambientais provocados pela empresa – poluição dos recursos hídricos, pegada de carbono – e como ela se porta no dia-a-dia; os critérios sociais estão relacionados ao relacionamento desenvolvido pela empresa com a comunidade em que atua – funcionários, clientes, fornecedores e comunidades relacionadas à área de atuação; e, governança está relacionada aos *stakeholders* – transparência, remuneração de executivos e direitos dos acionistas, lideranças, controles internos (SILVA; QUELHAS, 2006; SIQUEIRA; RICHTER; MACHADO, 2022).

Lamim-Guedes (2021) pontua, ainda, dois pactos, nomeados de intrageracional (entre os seres humanos que compartilham a existência neste planeta numa mesma época) e intergeracional (entre as gerações); onde, apesar de dialogar com a ideia de TBL, contrapõe uma visão de longo prazo - mantendo para si e para seus descendentes um ambiente saudável e digno – e uma visão de curto prazo – comum nos ambientes corporativos tradicionais – e, dessa forma, a concepção de Sustentabilidade está vinculada à categoria Solidariedade (SOUSA; ARMADA, 2017).

Sendo assim, podemos compreender a sustentabilidade prevê o equilíbrio daquilo que a natureza nos fornece, mas sem dissociar natureza e sociedade, apreendendo-se que a biodiversidade e a diversidade cultural integram a sustentabilidade. E, o desenvolvimento sustentável tem suas vistas voltadas para a preservação do ecossistema, sem deixar de atender às necessidades socioeconômicas das comunidades. O desenvolvimento sustentável olha para o uso da natureza como forma de promover o desenvolvimento.

Diante do exposto, compreendemos que a preocupação ambiental deve ser traduzida em ações concretas e que integrem os fatores ambientais – manutenção dos recursos naturais, mas também deve ser crítica ao modelo de produção vigente e estar atenta à dignidade humana – fator social. Dessa forma, os termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, quando mencionados, devem ser entendidos contemplando toda essa complexidade que os envolve.

Sendo assim, ações em sustentabilidade podem traduzidas em atividades e iniciativas que promovam a preservação ambiental, por meio da racionalização de recursos e o desenvolvimento de tecnologias, considerando – para além dos fatores econômicos, os fatores ambientais e sociais, integrando assim o DS e seus objetivos, tendo como finalidade (ou meta) a sustentabilidade. E, portanto, caminhando para a possibilidade promoção de um estado de bem-estar social⁶, visando garantir o acesso ao saneamento (água potável, tratamento de efluentes e coleta de resíduos) e à energia, bem como a preservação do meio ambiente, conforme preconizado na CF88, fundamentais para o pleno desenvolvimento humano.

2.1.3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Em 1992 ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente (CNUMAD) – também conhecida como Eco-92, Rio-92 ou Cúpula da Terra) – onde foi aprovado o documento conhecido como *Agenda 21*, composto por 40 capítulos. Nele consta um programa de ação visando direcionar a humanidade para um desenvolvimento que fosse socialmente justo e ambientalmente sustentável (BARBIERI; SILVA, 2011) centrado na implementação de programas e políticas ambientais e objetivou conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a responsabilidade e conservação do meio ambiente (FEIL; SCHREIBER, 2017). Segundo reportagem veiculada na página do Ministério do Meio Ambiente cerca de “179 países consolidaram uma agenda global para minimizar os problemas ambientais mundiais” (BRASIL, Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)).

Em setembro de 2000, os líderes mundiais se reuniram na sede das Nações Unidas, em Nova York, para adotar a Declaração do Milênio da ONU e, com o apoio de 191 nações, se comprometeram em uma série de oito objetivos, que se tornaram conhecidos como os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) – tendo como prazo para o seu alcance o ano de 2015

⁶ “A definição de *welfare state* pode ser compreendida como um conjunto de serviços e benefícios sociais de alcance universal promovidos pelo Estado com a finalidade de garantir uma certa “harmonia” entre o avanço das forças de mercado e uma relativa estabilidade social, suprimindo a sociedade de benefícios sociais que significam segurança aos indivíduos para manterem um mínimo de base material e níveis de padrão de vida, que possam enfrentar os efeitos deletérios de uma estrutura de produção capitalista desenvolvida e excludente” (GOMES, 2006). No entanto, “nos chamados países pobres e dependentes da América Latina, especialmente no Brasil, nunca ocorreu a garantia do bem-estar da população por meio da universalização de direitos e serviços públicos de qualidade” (SILVA, 2011, p. 31). Faleiros (1991) concorda com essa ideia, ao comentar que “nos países pobres periféricos não existe o *Welfare State* nem um pleno keynesianismo em política. Devido à profunda desigualdade de classes, as políticas sociais não são de acesso universal” (Faleiros, 1991, p. 28)” (GURGEL; JUSTEN, 2021, p. 398).

(UNFPA, 2021). Esse compromisso foi acordado por 189 nações e se subdividiam em 21 metas e 60 indicadores (Estratégia ODS, 2021).

Segundo Okado e Quinelli (2016, p. 118) os ODM fazem uma contribuição histórica “*propondo um conjunto de objetivos mundiais a serem alcançados por todos os países e em todos os níveis (internacional, nacional, regional e local), sistematizados em um único documento, com metas e indicadores claros para monitorá-los*”, algo que, até então, não havia ocorrido.

Em setembro de 2015, em Nova York - sede da ONU, a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável (CDS) reuniu representantes dos 193 Estados-membros da ONU, estes definiram os novos ODS como parte de uma nova agenda de desenvolvimento sustentável que deve finalizar o trabalho dos ODM e tem como lema “*não deixar ninguém para trás*”. A agenda é conhecida como a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, é composta por 17 objetivos e 169 metas, apresentados na Figura 4, a serem adotadas nos próximos 15 anos, (Plataforma Agenda 2030, 2021; ONU BRASIL, 2020; CNM, 2021) estes são integrados, interligados e indivisíveis, dessa forma, atingir um objetivo não encerra em si, pois somente é possível cumprir com um acordo, quando todos os outros são atendidos. Acredita-se que os ODS sejam ainda mais abrangentes e detalhados do que os ODM (Estratégia ODS, 2021).

Os ODS visam avançar nos objetivos não alcançados nos ODM e a aperfeiçoar as três dimensões do DS: a ambiental, a econômica e a social (OKADO; QUINELLI, 2016). Estes objetivos orientarão o desenvolvimento para os próximos quinze anos, se apresentam como uma etapa para conciliar desenvolvimento e sustentabilidade e tem como finalidade mensurar a capacidade de regeneração do planeta frente à degradação que o mesmo vem sofrendo (SOUSA; ARMADA, 2017).

O acompanhamento e o progresso em direção à determinada meta ou objetivo sustentável, pode ser feita através do uso de indicadores, que são elementos importantes para auxiliar a sociedade na compreensão do mundo, na tomada de decisões e planejamento de ações (VAN-BELLEN, 2002). Ainda de acordo com Van-Bellen (2002), estes podem assumir funções tais como:

- a) Função analítica – auxilia a interpretação de dados
- b) Função de comunicação – estabelecer metas e direcionar ações
- c) Função de aviso e mobilização – publicação em relatórios
- d) Função de coordenação – participação e controle.

Figura 4 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Nações Unidas Brasil (2021)

O ensejo de formular indicadores para avaliar a sustentabilidade tem início na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente – Rio-92, para concretizar as disposições da Agenda 21 que tratam da relação entre meio ambiente, desenvolvimento sustentável e informações para a tomada de decisões (IBGE, 2015). E, pode-se verificar que constava na agenda o questionamento da aplicabilidade de indicadores já existentes, tais como o Produto Nacional Bruto (PNB), para a mensuração da sustentabilidade (SICHE *et al.*, 2007).

Em 1996, a CDS, da ONU criada na Eco-92, publicou o documento *Indicators of sustainable development: framework and methodologies*, apresentando um conjunto de 134 indicadores, posteriormente reduzido a uma lista de 57, apresentada no ano 2000, consolidada em 2001 como recomendação da CDS; e, os organiza em quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional (IBGE, 2015).

De acordo com IBGE (2015), dada a definição de DS, constitui-se como um desafio a criação de instrumentos de mensuração, tais como indicadores, os quais são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis, que podem ser associadas, e auxiliam compreender os fenômenos a que se referem. Estes devem ser interpretados em seu conjunto, como um meio para se atingir o DS e não como um fim em si mesmos.

Em relação ao DS, “a grande maioria dos indicadores dos sistemas de indicadores existentes e utilizados foi desenvolvida por razões específicas: são indicadores ambientais, econômicos, de saúde e sociais e não podem ser considerados indicadores de sustentabilidade em si mesmos” (VAN-BELLEN, 2002, p. 32), mas cumprem a função de auxiliar a

compreensão do andamento das ações em direção ao objetivo, ou seja, fornecem informações sobre a viabilidade do sistema e indica a contribuição para o objetivo geral que é o desenvolvimento sustentável.

2.2. AGENDA AMBIENTAL NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (A3P) E PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL (PLS)

Após compreender os desafios ambientais que se apresentam, deseja-se entender como as instituições públicas federais estão localizadas nesta discussão, a de que se compreender o papel que se espera que as mesmas exerçam.

No ano de 1999 o MMA criou o programa A3P, com o objetivo de construir de uma nova cultura institucional nos órgãos e entidades públicos, nos âmbitos municipal, estadual e federal; incorporando princípios e critérios de gestão socioambiental nas atividades cotidianas (BRASIL, 2022; GUTIERRES *et al.*, 2019). Atualmente, o Programa A3P integra o Departamento de Educação e Cidadania Ambiental (DEC) que, por sua vez, faz parte da Secretaria de Biodiversidade (SBio) do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2022). Como um sinal de sua importância, em 2002, a A3P foi reconhecida pela UNESCO, na categoria Meio Ambiente, recebendo o prêmio “O melhor dos Exemplos” (BRASIL, 2022).

Em relação à A3P, dado o papel das instituições públicas, espera-se que estas atuem de modo a incorporar princípios de sustentabilidade e ética socioambiental (GUTIERRES *et al.*, 2019). A agenda ainda propõe o Termo de Adesão – criado em 2004, de modo que as instituições que procedem a assinatura do termo demonstram “*o comprometimento da instituição com a agenda socioambiental e com a gestão transparente*” (BRASIL, 2009, p. 86) e ainda podem receber suporte técnico da A3P. Rodrigues (2018) pontua que o programa possui um selo ofertado às instituições que aderem à agenda.

Além de aderir à agenda, a página da A3P informa que, é possível integrar a Rede da A3P: “*A A3P oferece aos parceiros (formais e informais) acesso à Rede A3P – uma plataforma para troca de informações e experiências da qual fazem parte instituições públicas e privadas, além de pessoas física e jurídica*” (BRASIL, 2022).

Os eixos de ação da A3P consistem na adoção dos seguintes tópicos visando a promoção da sustentabilidade nestas instituições (GUTIERRES *et al.*, 2019, p. 1915):

1. Uso racional dos recursos naturais e bens públicos;
2. Gestão de resíduos e efluentes gerados;

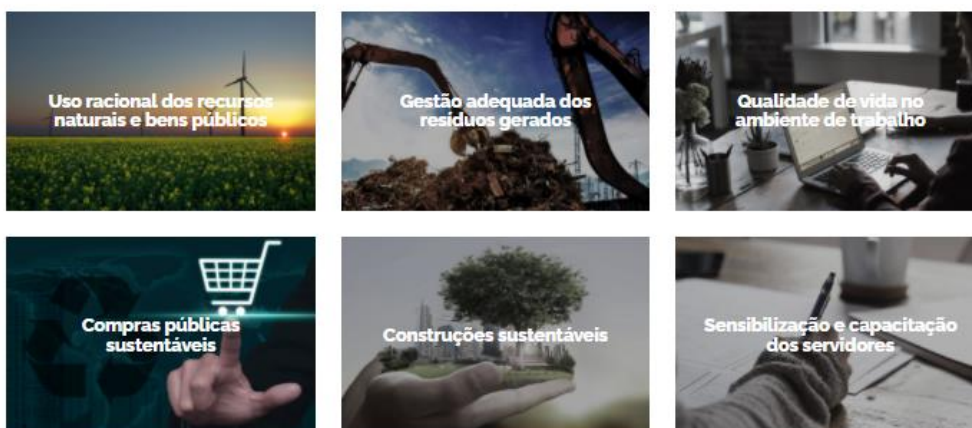
3. Qualidade de vida no ambiente de trabalho e estudo;
4. Sensibilização e capacitação dos servidores;
5. Contratações públicas sustentáveis;
6. Construções, reformas e ampliações sustentáveis.

A Figura 5 (BRASIL, 2022) ilustra os eixos acima citados.

Figura 5 – Eixos temáticos A3P

Eixos Temáticos

A proposta da A3P é criar uma cultura de responsabilidade socioambiental na administração pública e, para tanto, estrutura-se em seis Eixos Temáticos prioritários fundamentados pela política dos 5 R's: Repensar, Reduzir, Reaproveitar, Reciclar e Recusar o consumo de produtos que gerem impactos socioambientais negativos significativos. Saiba mais sobre cada um dos Eixos Temáticos e suas aplicações práticas clicando nos links abaixo:



Fonte: A3P (BRASIL, 2022)

Dantas (2018) e Gutierrez *et al.* (2019), pontuaram que, oito universidades federais formalizaram a parceria com a A3P, por meio da assinatura do termo de adesão – FURG, UFGD, UFPE, UFRN, UFU, UFSC, UNIVASF e UFS. Dantas (2018, p. 66) ainda pontua que, “*mesmo as IES que não formalizaram parceria por meio da assinatura do Termo de Adesão e não se cadastraram na Rede A3P, declaram ter utilizado as diretrizes do programa A3P para elaborarem seus planos de gestão ambiental*”.

Outro instrumento que visa a inserção do DS e sustentabilidade na Administração Pública é o PLS instituído pelo Decreto nº 7.746/2012, no qual é definido como uma ferramenta de planejamento, que insere mecanismos de monitoramento e avaliação de resultados, definindo

ações, metas e prazos de execução e “que permite ao órgão ou entidade estabelecer práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos [...]” (BRASIL, 2012).

Essa ferramenta conta ainda com a Instrução Normativa (IN) 10/2012 do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão⁷, o qual estabelece a necessidade de Instituições Públicas Federais a elaborarem o PLS e define que o mesmo deve ser divulgado no site do órgão, assim como os resultados obtidos devem ser publicados a cada seis meses, e ainda, no final de cada ano um relatório deve ser elaborado, observando-se os objetivos alcançados, as ações desenvolvidas e as modificações para o exercício seguinte (SANTOS, 2019). De acordo com art. 8º da IN 10/2012.

Art. 8º As práticas de sustentabilidade e racionalização do uso de materiais e serviços deverão abranger, no mínimo, os seguintes temas:

I – material de consumo compreendendo, pelo menos, papel para impressão, copos descartáveis e cartuchos para impressão;

II – energia elétrica;

III – água e esgoto;

IV – coleta seletiva;

V – qualidade de vida no ambiente de trabalho;

VI – compras e contratações sustentáveis, compreendendo, pelo menos, obras, equipamentos, serviços de vigilância, de limpeza, de telefonia, de processamento de dados, de apoio administrativo e de manutenção predial; e

VII – deslocamento de pessoal, considerando todos os meios de transporte, com foco na redução de gastos e de emissões de substâncias poluentes.

Parágrafo único. As práticas de sustentabilidade e racionalização do uso de materiais e serviços constantes no Anexo II poderão ser utilizadas como referência na elaboração dos PLS (BRASIL, 2012).

Pode-se observar que é adicionado mais um eixo, quando comparado à A3P, o de deslocamento de pessoal. Além disso, observa-se que a IN 10/2012 apresenta em seu anexo sugestões de boas práticas que podem ser adotadas.

O PLS é um instrumento de médio prazo que orienta as principais ações da Instituição para o alcance gradual de padrões recomendáveis de sustentabilidade (UFRPE, 2020) e racionalização de gastos e processos na Administração Pública (UNB, 2018). A Figura 6 ilustra o processo de elaboração do PLS.

⁷ Este ministério foi incorporado ao Ministério da Economia, de acordo com a Lei nº13.844, de 18 de junho de 2019, disposto no Art. 57 “I – Transforma o Ministério da Fazenda, o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e o Ministério do Trabalho no Ministério da Economia” (BRASIL, 2019).

Figura 6 – Etapas para elaboração PLS



Fonte: Congresso Federal (2015)

Em estudo realizado por Ribeiro *et al.* (2018), “das 63 universidades federais, apenas 22 divulgaram o plano e cinco estão em fase de elaboração”. Islabão (2019) realizou uma busca no site das 63 universidades públicas federais, destas 37 haviam elaborado o PLS.

Sendo assim, o planejamento apresenta-se como uma ferramenta estratégica que pode auxiliar para que o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade nas IES ultrapassem ações pontuais e isoladas; dessa forma, a gestão estratégica auxilia a definir o caminho que a instituição deve percorrer a fim de atingir os objetivos institucionais definidos (SOUZA MARQUES; SANTOS; COURA ARAGÃO, 2020)

Dessa forma, as instituições de caráter público devem também devem atuar como agentes precursores da cultura ecologicamente sustentável, devido em grande parte pelo consumo de recursos naturais e pela produção de resíduos em grande volume e variedade. E assim, espera-se que estas absorvam em seus princípios e atividades cotidianas a responsabilidade socioambiental (GUTIERRES *et al.*, 2019)

2.3. PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS: CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL

No Brasil, em 2018, de acordo com Gama *et al.* (2020), havia 61 universidades públicas federais – sendo que Institutos Federais (IFs) e Centros Federais de Educação (CEFETs) não foram contabilizados – atualmente conta-se com 69 instituições, distribuídas nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país.

De acordo com a Sinopse Estatísticas da Educação Superior 2019 (INEP, 2020), no referido ano, foi possível contar 63 “Universidades Públicas Federais”. No entanto, em 2018 foi sancionada a criação da Universidade Federal de Catalão (UFCat) e Universidade Federal de Jataí (UFJ) por desmembramento da Universidade Federal de Goiás (UFG). Também em 2018 teve sua criação sancionada a Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), devido ao desmembramento da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) através do desmembramento da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG) e a Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr) é criada a partir do desmembramento da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Já em 2019 ocorre a criação Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), por desmembramento de *campus* da Fundação Universidade Federal do Tocantins.

Em uma perspectiva geral, os órgãos públicos desempenham um papel de suma importância na sociedade, um exemplo é a contribuição que instituições públicas deram no combate à pandemia de Covid-19. De acordo com reportagem veiculada no site da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV), unidade técnico-científica da Fiocruz

a emergência trazida pela Covid-19 mostrou que sobram instituições públicas com capacidade para tentar inovar e contribuir com a produção interna. O que falta, de fato, é um investimento do tamanho do desafio que o país enfrenta - e que não se encerra com o controle da pandemia. Foram várias as iniciativas de universidades, institutos federais e outras instituições de pesquisa que criaram soluções e adaptações para minimizar a falta de equipamentos, materiais e insumos para o enfrentamento da pandemia (GUIMARÃES, 2020).

Apontamento similar é encontrado no site Jornal da USP (FERREIRA, 2020) afirmando que mais de 2 mil ações realizadas pelas universidades e institutos federais brasileiros para combater os efeitos da pandemia da Covid-19 em todo o Brasil.

É recorrente na literatura a asserção da importância das IES em relação à questão

ambiental e a educação como um fator indispensável para o alcance do desenvolvimento sustentável, evidenciando que estas instituições desempenham um papel importante na formação de profissionais que estejam atentos a estas questões. O início deste debate data da década de 1960, sendo introduzidos nos esquemas de gestão e, nos anos 1980 as ações se concentravam na gestão de resíduos e eficiência energética (TAUCHEN; BRANDLI, 2006). No Brasil é ainda mais incipiente, datando de 1990 (ROHRICH; TAKAHASHI, 2019), quando se desenvolvem políticas ambientais em âmbito global (TAUCHEN; BRANDLI, 2006).

A temática da sustentabilidade nas IES foi discutida e firmada em diversas declarações internacionais – almejando oferecer suporte para a implementação destas práticas neste ambiente, as quais são amplamente mencionadas e analisadas na literatura (BARBIERI; SILVA, 2011; LOZANO *et al.*, 2013; MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK, 2014; TAUCHEN; BRANDLI, 2006), e são relacionadas a seguir, resumidas brevemente.

- Conferência Intergovernamental de Tbilisi, na Geórgia (1977) – sugerindo a inclusão de uma base interdisciplinar aprofundada na Educação para responder aos dilemas ecossistêmicos;
- Declaração de Talloires, na França (1990) – é um dos mais importantes acordos voluntários específicos para as IES, é constituída por dez macroações para as IES se engajarem ativamente na busca por esse novo modo de pensar o desenvolvimento e exercerem a liderança nesse processo;
- Declaração de Halifax, no Canadá (1991) – contém seis ações endereçadas às universidades. Além dela, foi elaborado um plano de ação que procura fornecer um senso de direção claro para as diversas atividades desenvolvidas pelas universidades, identificando-as como de curto e longo prazos e de abrangência local, nacional e internacional. Inclui também uma longa lista de recomendações nesses três níveis de abrangência;
- Agenda 21, principal contribuição documental da Conferência Rio-92, no Brasil (1992) – gerou pressão nas Instituições de Ensino Superior (IES) para fomentarem um desenvolvimento baseado na sustentabilidade;
- Declaração de Quioto, no Japão (1993) – Nela foi feito um apelo às universidades para estabelecerem uma interpretação mais clara do desenvolvimento sustentável e encorajarem o exercício de princípios e práticas de DS mais apropriados em nível local, nacional e global;

- Declaração de Swansea, no País de Gales (1993) – Criada pela Associação das Universidades do Commonwealth, a Declaração apresenta um conjunto de sete ações;
- Carta *Copernicus*, Genebra (1994) – é um desdobramento do programa europeu de cooperação entre universidades. Define o papel das universidades e instituições de ensino superior na busca pelo desenvolvimento sustentável e apresenta princípios de ação;
- Declaração de Ubuntu, em Johannesburgo, África do Sul (2002) – Reforça o compromisso das Universidades na criação de um espaço de aprendizagem global em educação e sustentabilidade, a se desenvolver com base e redes internacionais e mediante centros de excelência regionais que congreguem todas as instituições formais de ensino, do fundamental ao superior (RODRIGUES, 2018);
- Declaração de Barcelona, Espanha (2004) – Propõe a multidisciplinaridade, orientação sistêmica, pensamento crítico e educação participativa e holística dos engenheiros, pois estes profissionais “*devem considerar seu papel na sociedade e os impactos de suas atividades no meio ambiente. Eles também devem contribuir para melhorar as condições sociais e usar suas habilidades para o desenvolvimento sustentável*” (RAMPASSO *et al.*, 2018, p. 364);
- Declaração de Graz, Áustria (2005) – encoraja os líderes universitários a fomentar a cooperação entre as universidades e as partes interessadas da comunidade; aborda os currículos, pesquisas e divulgação e destaca a necessidade de transdisciplinaridade e colaboração universitária;
- Declaração de Abuja, Nigéria (2009) – A Declaração dá especial atenção à colaboração interinstitucional, especialmente as ligações universidade-indústria-governo. Exige abordagens transdisciplinares na aprendizagem e pesquisa entre as universidades africanas e destaca os papéis centrais da espiritualidade, ética e moralidade nos currículos;
- Declaração de Turim, Itália (2009) – as universidades devem promover o desenvolvimento sustentável e responsável em nível local e global por meio de novas abordagens dentro dos sistemas educacionais e de pesquisa, e devem implementar o seguinte: 1. Novos modelos de desenvolvimento social e econômico consistentes com princípios de sustentabilidade; 2. Abordagens éticas ao desenvolvimento sustentável; 3. Novas abordagens à política energética; e 4. Foco em ecossistemas sustentáveis.

E os tópicos relacionados aos esforços a serem realizados pelas instituições, citados por estes documentos, podem ser relacionados em dez categorias, de acordo com Lozano *et al.*

(2013): currículos, pesquisa, operações, divulgação e colaboração, colaboração entre universidades, avaliação e relatório, transdisciplinaridade, estrutura institucional, DS através de experiências no *campus* e educar os educadores. Dado o caráter normativo das declarações, pode-se compreender que elas orientam o que deve ser feito para se integrar a sustentabilidade nas instituições de ensino superior, mas não se referem a estratégias de implementação, ou seja, “como” deve ser feito, dessa forma, cada IES têm autonomia para propor como irão atuar (COSTA, 2012).

Os autores Tauchen e Brandli (2006) detectam duas correntes de pensamento que destacam o papel das instituições de ensino superior na promoção do desenvolvimento sustentável: a primeira corrente se caracteriza pela questão educacional como um exercício básico para que, através da formação originada pelas instituições de ensino superior, ocorra influência na qualificação dos acadêmicos, futuros tomadores de decisão, de tal forma que inclua em suas profissões a inquietação pelas matérias ambientais; e a outra corrente reside na atitude das instituições de ensino superior em implementar sistemas de gestão sustentáveis em sua estrutura organizacional, para servir de exemplo prático de uma gestão preocupada com a sustentabilidade.

Islabão (2019) afirma que, a conferência Rio+20, convocada pela ONU, dentre os compromissos firmados, propôs encorajar as instituições de ensino a adotarem boas práticas em gestão da sustentabilidade em seus *campi* e comunidades, pressionando-as para assumir seu papel neste cenário.

Leal Filho *et al.* (2021) pontuam que, os ODS têm a pesquisa, inovação e educação para a sustentabilidade como motores, para que sejam alcançados, em nível global, os objetivos propostos. Em termos de IES, os objetivos da Agenda 2030 podem atuar como catalisadores para alcançar a sustentabilidade nestas instituições.

No entanto, o risco de que as metas propostas não sejam atingidas na data estabelecida é real e, dessa forma, devem-se somar esforços a fim de superar este desafio, acelerando, portanto, a implementação dos ODS em diversas áreas acadêmicas (LEAL FILHO *et al.*, 2021). Estes autores reafirmam o papel de abordagens inovadoras para alcançar o DS no âmbito acadêmico e a carência de estruturas robustas que possibilitem favorecer a formação de parcerias dentro das IES e entre estas instituições, de maneira global, com o objetivo de superar os desafios encontrados, fornecendo, por exemplo, base científica para a formulação de políticas, auxiliando na tomada de decisões e na formulação de estruturas para a implementação

dos ODS.

Dentre as vantagens para a adoção dos ODS em IES, no que diz respeito às operações no *campus*, destacam-se: agregar valor e destaque ao competir por financiamento, ganhos em eficiência de recursos que o trabalho colaborativo pode fornecer, o uso eficiente dos recursos leva a menores emissões de CO₂, minimizar os custos relacionados as operações e promover uma cultura de sustentabilidade (LEAL FILHO *et al.*, 2021).

Deste modo, estas instituições devem estar atentas à produção de conhecimento sobre sustentabilidade, proporcionando a formação de profissionais críticos/inquietos, e promovendo práticas sustentáveis, além de fomentar exemplos práticos de gestão atenta à sustentabilidade (MOHAMMADALIZADEHKORDE; WEAVER, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2018), incluindo a redução dos impactos de suas próprias atividades, a promoção da inovação, a formação de líderes, professores e profissionais que influenciam a sociedade, além da sua ação no desenvolvimento regional (BIZERRIL *et al.*, 2018).

O conceito “Universidades Sustentáveis” foi construído a partir de um sistema composto por diversas dimensões, tais como o tripé: Educação (currículo e formação tanto de professores quanto dos profissionais egressos do sistema de ensino), Pesquisa (fomento à pesquisas relacionadas à temática) e Extensão (diálogo com a comunidade, englobando a sociedade civil, empresas, outras universidades, etc.), mas também inclui a dimensão operacional (relacionada à presença da sustentabilidade no dia a dia da universidade, incluindo a eficiência no uso de recursos e a gestão de água, energia, resíduos e gases de efeito estufa, transporte e acessibilidade, bem como o acesso a alimentos de boa qualidade), experiências no *campus* (inclusão da temática entre discentes e docentes, tais como a existência de grupos de trabalho e outras práticas sustentáveis, indicando a presença quotidiana das preocupações com a sustentabilidade na comunidade acadêmica), quadro institucional (inserção do tema em documentos institucionais, bem como nas missões e políticas implementadas) e a avaliação e comunicação (implantação do SGA, metodologias de avaliação e indicadores e a divulgação interna e externa dos resultados deste monitoramento) (BIZERRIL *et al.*, 2018).

A Figura 7 ilustra as dimensões estratégicas para a inserção de desenvolvimento sustentável nas IES. Estas categorias foram elaboradas por Lozano *et al.* (2015) ao avaliar o desempenho de universidades em direção ao desenvolvimento sustentável (BIZERRIL *et al.*, 2018).

Figura 7 – Dimensões para incorporação da sustentabilidade em IES



Fonte: Adaptado de Bizerril *et al.* (2018). Reproduzido com permissão

Os autores Velazquez *et al.* (2006) propõem que cada universidade ajuste o conceito de universidade sustentável, tornando-o específico para sua instituição, mas propõe como base uma IES que, no todo ou em parte,

aborda, envolve e promove, em nível regional ou global, a minimização dos efeitos negativos ambientais, econômicos, sociais e de saúde gerados no uso de seus recursos a fim de cumprir suas funções de ensino, pesquisa, divulgação e parceria e administração de maneiras de ajudar a sociedade a fazer a transição para estilos de vida sustentáveis (VELAZQUEZ *et al.*, 2006, p. 812)

Os autores Marinho, Gonçalves e Kiperstok (2014), enfatizam a função de liderança das IES em relação ao DS e pontuam que as mesmas “*devem incluir boas práticas ambientais em todos os cursos, expandir as questões ambientais na sociedade como um todo e apoiar um movimento geral em direção à sustentabilidade [...]*”.

No entanto, conforme pontua Nascimento (2018), é possível observar que as ações de Gestão Ambiental praticadas em Instituições de Ensino Superior são em sua maioria iniciativas relacionadas à programas de reciclagem e descarte de resíduos, controles no consumo de água

e energia, demonstrando uma abordagem focada no gerenciamento e não na Gestão Ambiental⁸.

2.3.1. Indicadores de sustentabilidade em IES

Diante desses desafios, a fim de avaliar quão próximo o *campus* esta da almejada sustentabilidade, têm se difundido instrumentos visando a elaboração de indicadores e a comparação de universidades em termos de implementação de ações. Dessa forma, a existência de *rankings* acadêmicos da educação superior vem se difundindo e ganhando notoriedade nos cenários global, nacional e local, de modo que estes podem vir a interferir nas ações universitárias em âmbito institucional (THIENGO; BIANCHETTI; DE MARI, 2018)

Amaral, Martins e Gouveia (2015) destacam que, o uso de ferramentas para a avaliação de desempenho pode vir a facilitar a gestão da sustentabilidade em uma universidade, desde que estas e o procedimento utilizado para implementar a sustentabilidade estejam alinhados.

Dentre estas ferramentas têm se destacado o *UI GreenMetric* – um sistema de ranqueamento de universidades sustentáveis organizado pela *Universitas Indonesia* (UI) (2010) – que tem como finalidade medir os esforços de sustentabilidade dos centros universitários através de programas e políticas de sustentabilidade em universidades de todo o mundo (UFF, 2021; UNIFAL – MG, 2021). A plataforma, de acesso gratuito, objetiva medir e divulgar as ações em sustentabilidade de instituições de ensino superior (IES) nas áreas ilustradas na Figura 8. No ano de 2020 a plataforma contou com a participação de 28 universidades brasileiras (MALHEIROS *et al.*, 2020). A ferramenta consiste na seguinte proposta

Para participar do ranking, solicita-se para as universidades interessadas o fornecimento de dados numéricos sobre critérios que mostram seu compromisso com políticas sustentáveis. Os critérios são informações básicas, tais como infraestrutura, energia, transporte, resíduos, água e educação. Após o preenchimento e envio do questionário, calculam-se as pontuações e disponibilizam-se as classificações resultantes. Anualmente é divulgado um ranking com a colocação das universidades que optaram pela submissão, de forma que os resultados possibilitam rápidas comparações entre as instituições em diversos quesitos, atraindo o interesse delas em tomar medidas para melhorar a sustentabilidade, conseqüentemente, conquistar um lugar melhor no ranking (UFTM, 2018).

⁸ Entende-se que a **gestão** trabalha lado a lado dos arranjos institucionais (questões estratégicas das organizações, política e planejamento) e o **gerenciamento** atua com as práticas e atividades empregadas, isto é, a operacionalização (NASCIMENTO, 2018)

Figura 8 - Categorias do ranking UI *GreenMetric*



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Além do UI *GreenMetric* outras ferramentas neste sentido são conhecidas e podem ser verificadas no trabalho de CAEIRO *et al.* (2020). Os autores ainda pontuam que

essas ferramentas podem se basear em indicadores e modelos conceituais que dão suporte às decisões de sustentabilidade, além de facilitar a comunicação de forma eficiente e para um público amplo, sabendo responder a processos complexos capazes de avaliar a transformação para a sustentabilidade (CAEIRO *et al.*, 2020, p. 543)

Observa-se que, diversos são os elementos que devem ser observados para que objetivos abstratos sejam traduzidos em ações mensuráveis, visando atingir o tripé da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) e respeitando o tripé universitário (ensino, pesquisa e extensão).

Diante destes desafios, faz-se necessária a elaboração de um planejamento que contemple o estabelecimento de objetivos estratégicos, metas e indicadores, a fim de assegurar que as dimensões para o alcance do desenvolvimento sustentável no *campus* sejam alcançadas. Dessa forma, a implementação de ações visando a sustentabilidade em IES públicas federais é atravessada por diversas questões, além da particularidade encontrada em cada *campus* e região do país.

2.3.2. Contexto e desafios na implementação de práticas sustentáveis em IES

Dessa forma, embora as universidades sejam reconhecidas por seu importante papel na pesquisa e educação em sustentabilidade, em geral, elas não têm tido sucesso em alcançar práticas operacionais “sustentáveis” em escala institucional (MOHAMMADALIZADEHKORDE; WEAVER, 2020). Apesar de diversas declarações internacionais serem assinadas por Instituições de Ensino Superior (IES), conforme mencionadas – mostrando a amplitude do compromisso que estas instituições têm com o DS, a ratificação destas não garantem a conformidade, de modo que muitas delas encontram barreiras para implementar estas mudanças, acarretando o não cumprimento desses objetivos (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK, 2014).

Dentre os empecilhos para a implementação de práticas, os mais recorrentes são a falta de conhecimento ou interesse da comunidade acadêmica, pouco tempo disponível para acadêmicos; resistência do pessoal a novas atitudes e procedimentos e, falta de pressão da sociedade (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK, 2014). Os autores ainda complementam, pontuando outros fatores que dificultam a implementação de ações, como por exemplo

Existem várias dificuldades em introduzir mudanças em instituições complexas como as IES. As universidades funcionam de forma não hierárquica, dando um alto grau de liberdade individual a seus pesquisadores e professores. Isso dificulta orientar a implementação de novas práticas. (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK, 2014, p. 99)

Nesta direção, Leal Filho *et al.* (2017) elaborou uma tabela relacionando 25 obstáculos à sustentabilidade nas IES, em uma abordagem à diversos países. Dentre estas, o estudo destaca obstáculos mais relevantes e, dentre eles estão a falta de: apoio da administração, tecnologia adequada, conscientização e preocupação, comitê ambiental, construções sustentáveis e também as barreiras governamentais.

Amaral *et al.* (2021) avalia os fatores que levam ao insucesso de ações visando a sustentabilidade do nos eixos de Energia e Construções e pontua que as estruturas organizacionais das instituições, a atribuição inadequada de competências, a falta de habilidades entre os gerentes de instalações e equipe de manutenção, a origem da fonte de recursos financeiros, a disposição das construções, a continuidade das atividades e o

engajamento da comunidade acadêmica podem ser fatores que contribuem para o insucesso de ações, fazendo com que não atinjam objetivo esperado.

Além das dificuldades pontuadas, há também aquelas decorrentes da questão orçamentária, bem como de financiamento de projetos, conforme observado

A Lei de Diretrizes Orçamentárias de 2020, sancionada pelo presidente Jair Bolsonaro, em 18 de janeiro, reduziu o orçamento do Ministério da Educação em R\$ 19,8 bilhões, em comparação com 2019, o que corresponde a um corte de 16,3. Desta forma, a UFRGS, bem como todos os órgãos federais, passa por um momento de limitações e reduções orçamentárias. Uma crise agravada com a Pandemia do Coronavírus COVID-19 que se estende (UFRGS, 2021, p.40).

Dessa forma, restrições orçamentárias podem comprometer a possibilidade de desenvolvimento de projetos e também o funcionamento de serviços básico destas instituições.

Um outro aspecto que deve ser considerado, uma vez que impacta na implementação de ações, é a característica dessas instituições, as quais são similares a pequenos núcleos urbanos quando observa-se o consumo de recursos naturais e geração de resíduos e efluentes, dadas as diversas operações que os *campus* abarcam: restaurantes universitários, moradias estudantis, além das opções de administração, pesquisa e educação, estas instituições podem ainda contar com hospitais universitários; para tanto, possuem infraestrutura básica de abastecimento de água e energia, saneamento e vias de acesso (TAUCHEN; BRANDLI, 2006). Corroborando com a afirmação encontrada na literatura, observou-se na página “UFF sustentável” o seguinte parágrafo:

A função básica da UFF é ensino, pesquisa e extensão, porém sua estrutura é complexa. Assemelha-se a uma cidade, pois possuímos hospital, restaurantes, áreas de esporte e lazer, moradia estudantil, prefeitura, transporte e uma população de mais de 68 mil pessoas circulando pelos campi dentro e fora da sede todos os dias. Os campi fora da sede, estão presentes em 10 municípios do Rio de Janeiro, além de uma unidade avançada em Oriximiná, Pará. É inegável que essa complexidade gere resíduos e cause impactos ambientais (UFF SUSTENTÁVEL, 2021).

Apesar da similaridade com pequenos núcleos urbanos, a gestão de resíduos no ambiente universitário é ainda mais complexa, pois além da estrutura anteriormente mencionada – o qual geram resíduos sólidos domésticos, as IES ainda podem gerar resíduos químicos e biológicos, em quantidade e qualidade variáveis – tendo em vista que o fluxo de resíduos é impactado pelos períodos de atividades (período letivo) e de férias, fazendo com que a minimização e tratamento dos resíduos gerados, implantação de sistemas de gerenciamento e

o desenvolvimento de práticas de educação ambiental sejam desafios que devem ser superados (CARMO, 2020).

Essa complexidade em gerir os resíduos processados em IES exige a elaboração de procedimentos que permitam lidar com as mudanças que perpassam o ambiente acadêmico e sistematizar o conhecimento acumulado para que seja transmitido e efetivamente aplicado. A questão de gestão de resíduos “*não se restringe apenas à adoção de práticas que visem à minimização e tratamento dos resíduos produzidos nas atividades laboratoriais, mas também à conscientização e treinamento de recursos humanos*” (GAUZA, 2018, p. 14).

Em relação ao quesito consumo de energia, Dantas (2018, p. 65) afirma que, “*Para o administrador público, a diminuição dos gastos com energia pode fazer a diferença no orçamento, já que existem outras prioridades de investimentos demandadas pela comunidade*”.

Gutierrez *et al.* (2019, p. 1923) relata que, “*Quando se trata de uma universidade, o consumo de energia elétrica está muito relacionado ao uso de aparelhos de ar condicionado, lâmpadas, equipamentos eletrônicos*”.

Amaral *et al.* (2021), em termos de energia e construções/edifícios em Instituições de Ensino Superior, aponta atividades de malsucedidas desenvolvidas em *campus* universitário visando a sustentabilidade. Dentre as ações analisadas o estudo aponta a estratégia de implementação de painéis fotovoltaicos e, aponta que, dentre os problemas técnicos que os sistemas adotados podem apresentar: a ineficiência do sistema, a pouca ou inexistente manutenção – que pode acarretar a deterioração do equipamento, a incompatibilidade entre a demanda e o fornecimento (no caso de sistemas de energias renováveis), o funcionamento em prédios antigos, dentre outros.

O sucesso deste sistema (painéis fotovoltaicos) está atrelado ao local em que são instalados e parâmetros técnicos, a UFAM, de acordo com seu portal de notícias, aponta que um dos desafios que envolvem os projetos de energia solar no Brasil é medir os recursos disponíveis, dessa forma a Unidade de Pesquisa em Energia, Clima e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Amazonas (UPEC/UFAM), trabalha na elaboração do mapa Solarimétrico do Amazonas e no ano de 2021 recebeu sete estações solarimétricas “*a ideia é mensurar energia solar fotovoltaica (ESF) do estado para mapear o uso potencial de energia solar no Amazonas*” (UFAM, 2021).

Em relação ao consumo de água nas universidades, o fato de abarcar múltiplas atividades – tais como: ensino, pesquisa, alimentação, habitação, esportes e jardinagem,

podendo incluir grandes áreas irrigadas, atividades agrícolas e centros esportivos com grandes campos – de modo que cada uma dessas atividades e, sobretudo, o nível de desperdício e perdas de água afetem o controle desse recurso (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK, 2014), faz com que monitoramento e controle adequados e a extinção de más práticas de manutenção sejam determinantes para a eficiência de programas de redução de consumo de água.

Marinho, Gonçalves e Kiperstok (2014) reafirmam que, em relação às universidades brasileiras, a maioria das publicações registra projetos isolados de economia de água ou energia e gestão de resíduos, assim, poucas universidades expressam uma política ambiental ou executam sistemas de gestão ambiental abrangentes. Os autores ainda ressaltam que as questões ambientais são predominantemente limitadas a pesquisas e cursos ou disciplinas específicas, não sendo uma prioridade dentro destas instituições.

Ribeiro *et al.* (2018, p. 157) verificou a abordagem do tema ações de divulgação, conscientização e capacitação em PLS e obteve que *“o maior número de ações é abrangente, envolvendo todos os temas, na tentativa de inserir a sustentabilidade de forma geral. Em seguida, os maiores esforços se concentram na área da coleta seletiva, material de consumo, energia elétrica e água e esgoto”*.

Dessa forma, uma mudança técnica no *campus* é mais propensa ao sucesso quando ocorre uma mudança cultural simultaneamente na instituição, sendo que a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) pode ser vista como um instrumento persuasivo capaz de fornecer a alunos e professores as habilidades e sensibilidade necessárias para o sucesso de iniciativas participativas (AMARAL *et al.*, 2021). E, portanto, deseja-se que as IES contribuam e apoiem os objetivos propostos pela agenda do ODS seja pela prática de ações propostas pela agenda, pelo compromisso da formação de profissionais atentos à questão ou pela proposição de projetos inovadores (SANTOS, 2019), contribuindo para a superação dos desafios que se apresentam, tais como garantir a segurança energética, evitar o esgotamento dos recursos naturais e reduzir a poluição (KONRAD *et al.*, 2018).

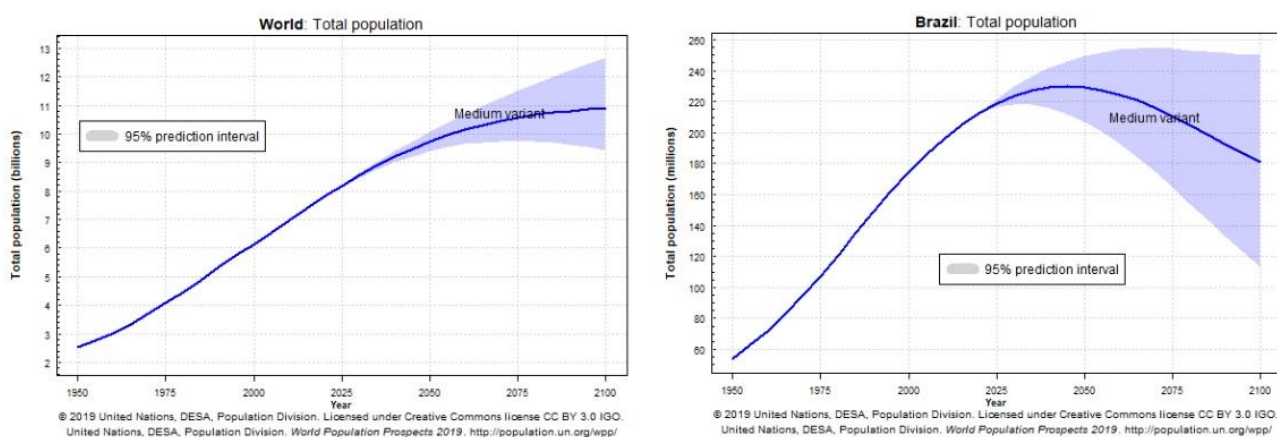
Sendo assim, o desenvolvimento de ações no contexto universitário nos eixos de água, energia e resíduos podem auxiliar: na promoção da sustentabilidade, na resolução de problemas reais demandados pela sociedade – possibilitando o desenvolvimento de tecnologias que possam ser replicadas por núcleos urbanos de pequeno e médio porte, no alcance das metas propostas pela Agenda 2030 e contribuir com a economia de recursos financeiros, possibilitando o investimento em outras áreas.

2.4. ÁGUA, ENERGIA E RESÍDUOS

A preocupação ambiental – atrelada à disponibilidade de recursos e aliada ao modelo de produção vigente – tem ainda como fator agravante o aumento populacional. A ONU, em estudo realizado no ano de 2019, prevê que população mundial pode chegar a 9,7 bilhões em 2050, Figura 9. Esse crescimento populacional acarreta um aumento na demanda energética relacionado à produção (atividade econômica), transporte, moradia, entre outras condições e recursos necessários à vida humana.

E, é importante observar que este implica, também, em uma ampliação da produção de resíduos, sejam eles industriais ou domésticos. A demanda se agrava, por exemplo, quando se fala na crise dos combustíveis fósseis, a falta de água e a poluição dos recursos hídricos, dentre outros problemas ambientais (SNSA, 2018).

Figura 9 – Projeção populacional (à esquerda) mundial e (à direita) do Brasil

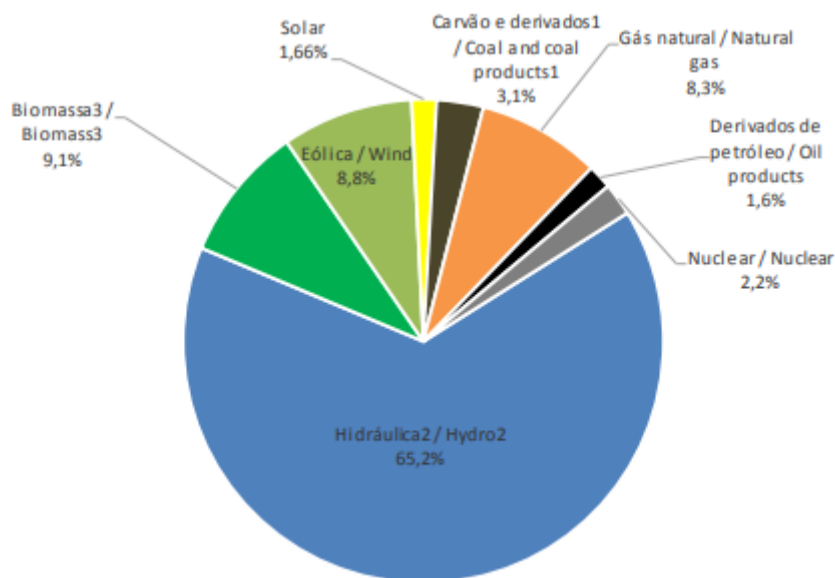


Fonte: World Population Prospects 2019 (ONU, 2022)

Em 2020, a vivência da pandemia de Covid-19 ocasionou impactos na economia mundial e nacional. No setor energético, devido à adoção de teletrabalho, ou *home office*, observou-se um aumento de 4,05% no consumo de energia elétrica nos domicílios (EPE, 2021). Em relação ao consumo de eletricidade, no ano de 2020, o relatório *Balço Energético Nacional* (EPE, 2021) aponta que o setor público respondeu por cerca de 7,9% dos 174.737 MW da capacidade total instalada de geração de energia elétrica disponibilizada naquele ano. Em relação à participação das fontes, o relatório aponta que as hidrelétricas produzem cerca de 65,2% da energia elétrica produzida, seguida pela biomassa – 9,1%, eólica – 8,8%, gás natural – 8,3%, carvão e derivados – 3,1%, nuclear – 2,2%, solar – 1,66% e derivados de petróleo –

1,6%; dessa forma, o país dispõe de uma matriz elétrica predominantemente renovável (EPE, 2021), esses dados são ilustrados na Figura 10 .

Figura 10 – Participação das fontes para produção de Energia Elétrica



Fonte: EPE (2021)

No entanto, apesar de possuir uma matriz energética privilegiada – em relação ao impacto ambiental e em comparação com outros países – ainda se constitui como um desafio para os líderes mundiais a busca por novas fontes de energia, frente a iminente escassez energética. De modo que, as reservas de combustíveis fósseis apresentam questões econômicas e técnicas, relacionadas a dificuldades de acessibilidade e a incertezas políticas, além da emissão de gases de efeito estufa (GEE) decorrentes do seu uso, com impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente (DINCER; ACAR, 2015).

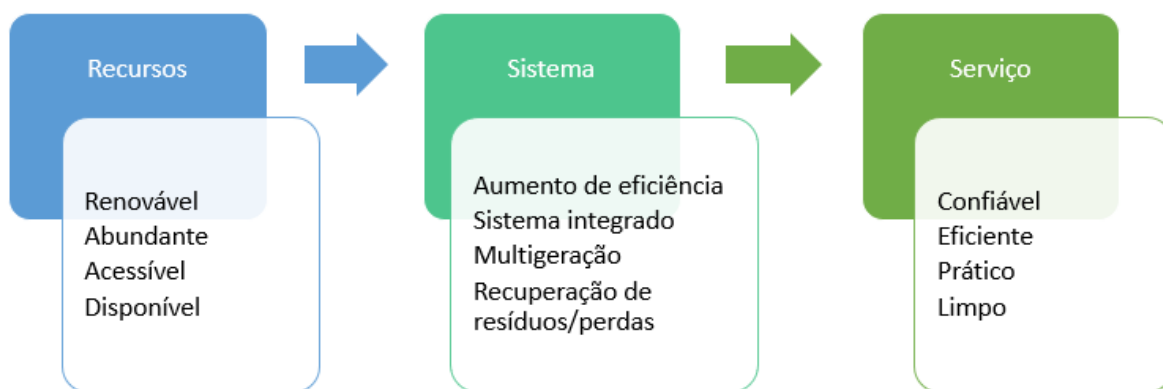
Diante deste cenário, o desenvolvimento e implementação de tecnologias visando energia limpa são cogitados como uma possibilidade de solução. Para Dincer e Acar (2015) a energia limpa é entendida como sistema que pode oferecer benefícios sociais, energéticos, ambientais e econômicos; e deve atender aos seguintes critérios:

1. Mínimo ou nenhum impacto ambiental ou social negativo;
2. Não esgotamento dos recursos naturais;
3. Ser capaz de suprir a demanda energética atual e futura da população;
4. Equitativo e eficiente;

5. Proteção do ar, terra e água;
6. Pouca ou nenhuma emissão líquida de carbono ou outras emissões de GEE.

Dincer e Acar (2015) propõem que as soluções em energias ditas limpas estão atreladas ao conceito 3S (*source-system-service*, traduzido como: fonte/recurso-sistema-serviço), Figura 11. Dessa forma, é desejável que a fonte selecionada considere a abundância, disponibilidade local, custo-benefício, confiabilidade, segurança e respeito ao meio ambiente e ainda que esta seja renovável, como por exemplo, solar, geotérmica, eólica, biomassa, ou ainda, que aproveitem as energias de ondas e marés.

Figura 11 – Sistema 3S – rota para a sustentabilidade



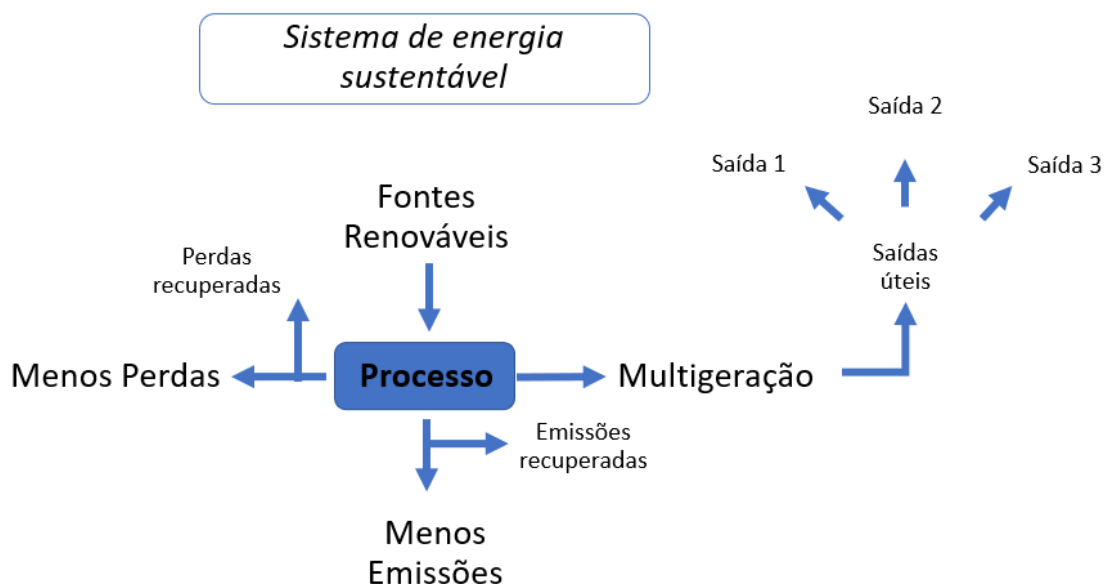
Fonte: Adaptado de Dincer e Acar (2015)

Em relação ao sistema espera-se que esse seja eficiente energeticamente, minimizando o consumo enquanto maximiza a quantidade de saída desejada, além de possuir integrações, ou seja, aproveitamento de correntes de fluxos, por exemplo. Em termos de serviço, é desejável que este tenha as perdas e desperdícios minimizados. A Figura 12 ilustra um possível sistema de energia limpa, de modo que as correntes de saída e entrada são otimizadas.

O *Caderno temático 4 – Eficiência Energética* (2018, p. 3) ainda aponta que “*água e energia são, cada vez mais, insumos caros e escassos*”, exigindo cada vez mais que seu uso seja otimizado. Em relação à água, cabe ainda ressaltar que o acesso a esse recurso ainda ocorre de forma limitada no território nacional.

É importante pontuar que “o acesso à água e ao saneamento importa para todos os aspectos da dignidade humana: da segurança alimentar e energética à saúde humana e ambiental” (UFRPE, 2020). Paiva *et al.* (2020) pontua que a demanda crescente por água é um dos problemas mais desafiadores a ser enfrentados, isso devido à ocupação urbana, que está projetada para aumentar em 170% até 2050, implicando em uma perspectiva de aumentando da demanda de água para uso doméstico em 38%. O Programa Hidrológico Internacional (IHP – em inglês, UNESCO) preconiza que, por meio da ciência e inovação, deve-se buscar alcançar a Segurança Hídrica⁹ – nos níveis local, regional e global – para controlar impactos de fontes naturais e antropogênicas de riscos (JIMENEZ-CISNEROS, 2015).

Figura 12 – Possível sistema de energia sustentável



Fonte: Adaptado de Dincer e Acar (2015)

A Lei nº 11.445/2007 – que versa sobre o saneamento e atualizada pela Lei nº 14.026/2020 – Marco Legal do saneamento, define saneamento básico “como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e

⁹ Embora existam várias definições de segurança hídrica, o IHP concebeu a única que os governos aprovaram após intensas discussões técnicas e políticas. A definição afirma que segurança hídrica é “a capacidade de uma população de salvaguardar o acesso a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para sustentar a saúde humana e do ecossistema em uma bacia hidrográfica, e para garantir a proteção eficiente da vida e da propriedade contra os perigos relacionados à água – inundações, deslizamentos de terra, subsidência de terras e secas” (JIMENEZ-CISNEROS, 2015).

manejo das águas pluviais urbanas” (SNS, 2020, p.7).

Atualmente, cerca de 54,1% da população é atendida com redes de esgoto e, do total de esgoto gerado, somente 49,1% são tratados. Em relação à água o índice de atendimento total com rede de abastecimento de água é de 83,7% (SNS, 2020, p. 62).

Em relação à questão de resíduos, em nível global, a maior parte dos resíduos é depositada em aterros e lixões a céu aberto, enquanto a incineração é observada principalmente em países desenvolvidos; no entanto, é possível mencionar pelo menos três possibilidades para lidar com a gestão de resíduos sólidos, conforme ilustra a Figura 13, o quais são: o descarte, a recuperação de energia e a reciclagem (CAMPOS *et al.*, 2021).

Sendo assim, a transformação de resíduos em energia (*waste-to-energy*) pode se dar por meio de diversos processos, tais como incineração, digestão anaeróbia, gaseificação, pirólise, co-combustão, co-gaseificação, mas para a valorização energética dos resíduos é necessário que exista uma cadeia logística para coleta e pré-tratamento dos mesmos. É importante observar que estas rotas também podem gerar subprodutos tais como lodo, alcatrão, óleo de graxa e cinzas, os quais também devem ser submetidas a tratamento (CAMPOS *et al.*, 2021).

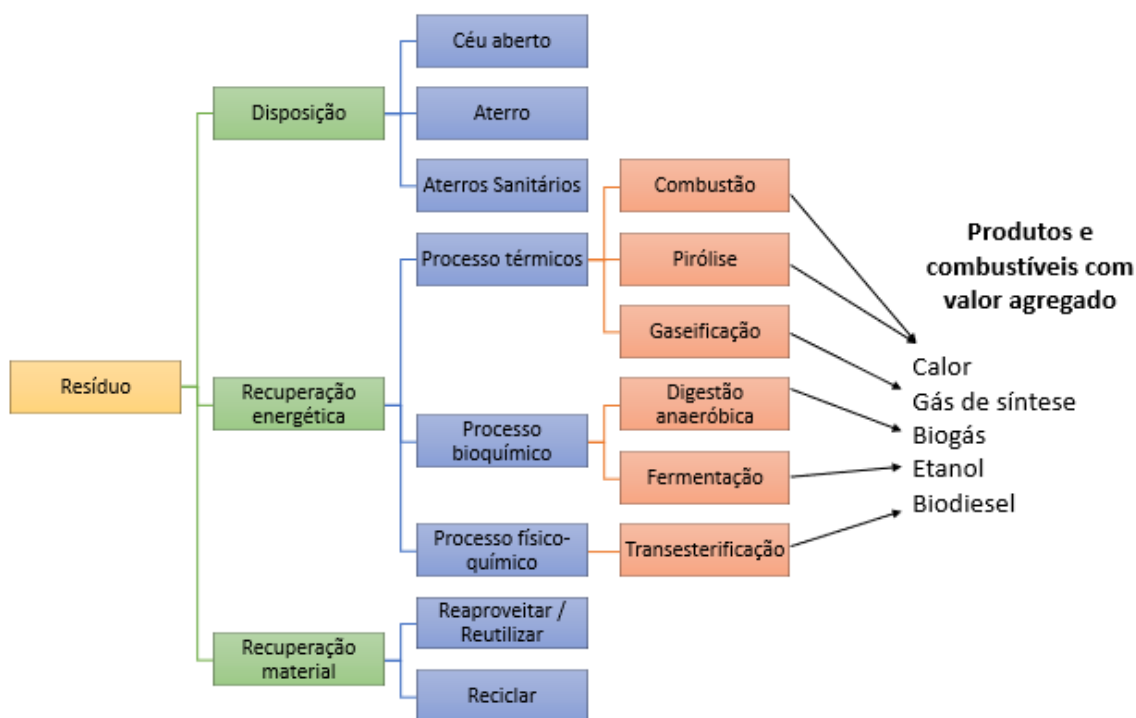
Dessa forma, no que tange esta questão, diversas ações vêm sendo desenvolvidas no Brasil, em termos de legislação ambiental, dentre elas, a Lei nº 9.605/1998 que dispõe sobre crimes ambientais, o qual recai somente sobre geradores de grandes quantidades de resíduos perigosos. É importante pontuar também o Programa Coleta Seletiva Solidária, que instituía que os materiais recicláveis gerados pelos órgãos e entidades da Administração Pública federal direta e indireta, deviam ser devidamente segregados pela fonte geradora e destinados às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2006), conforme é pontuado por Dantas (2018)

O Programa Coleta Seletiva Solidária consiste na doação de resíduos recicláveis conforme o Decreto Federal nº 5.940/2006, que determinou que todas as repartições públicas da administração direta ou indireta devem fazer a coleta seletiva e doar os materiais para cooperativas de catadores (DANTAS, 2018, p. 37).

No entanto, este decreto foi revogado em janeiro de 2022 pelo Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022, que regulamenta a Lei Federal nº 12.305/2010 – o qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que define o gerenciamento de resíduos sólidos “*como um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e*

disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos¹⁰ (BRASIL, 2010).

Figura 13 – Possibilidade de gestão de resíduos



Fonte: Adaptado de Campos *et al.* (2021)

A PNRS também define resíduos sólidos como

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010)

Ainda de acordo com a PNRS, Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é uma classificação quanto à origem e engloba resíduos domiciliares – originários de atividades domésticas em residências urbanas, e resíduos de limpeza urbana – provenientes da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.

De acordo com o *Relatório do Desenvolvimento Humano* (2019) mesmo procedendo o

¹⁰ Definição: resíduos sólidos que não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (PNRS, 2010)

devido tratamento dos resíduos, ainda há impacto ambiental, pois, “*a gestão de resíduos exige transportes e energia*” (PNUD, 2019, p. 187), contribuindo com cerca de 5% da emissão de GEE. O texto aponta ainda que “*quando incinerados a céu aberto, os resíduos contribuem para a poluição atmosférica e para os riscos de saúde; quando depositados em aterros sanitários, ocupam espaço e podem levar à infiltração de toxinas no solo e nas águas subterrâneas*” (PNUD, 2019, p. 187)

Segundo o relatório *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020* (ABRELPE, 2020, p. 14) “*entre 2010 e 2019, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil registrou considerável incremento, passando de 67 milhões para 79 milhões de tonelada por ano*”. Destes, cerca de 45,3% correspondem à fração orgânica – sobras e perdas de alimentos, resíduos verdes e madeira, o qual configura como principal componente dos RSU. O relatório aponta que, a cada ano, cada pessoa descarta 170 kg de matéria orgânica.

Pereira e Sawatani (2019) apontam que, a PNRS tem como objetivo o máximo aproveitamento dos resíduos e sua correta disposição, no entanto, as metas estipuladas ainda não foram alcançadas. Por exemplo, os sistemas de captura e aproveitamento do biogás em aterros sanitários ainda não são uma realidade em todas as unidades e o encerramento das áreas de disposição inadequada é urgente, entretanto, a transição para os aterros sanitários deve ser acompanhada de medidas de mitigação de emissões, combinadas com projetos de valorização prévia dos resíduos sólidos conforme determina a PNRS (ABRELPE, 2020).

De Sousa *et al.* (2022) pontua que, a dificuldade na consolidação das diretrizes propostas pela PNRS, ou seja, aumentar a destinação correta de RSU, decorre do alto custo de aterros e a falta de soluções técnicas e economicamente viáveis. E, é importante observar que “*além de promover mudanças culturais para reduzir a geração de resíduos e melhorar a segregação de resíduos, o Brasil precisa aumentar seus programas de reciclagem, acabar com a abertura de lixões e investir em tecnologias de tratamento de resíduos orgânicos*” (DE SOUSA *et al.*, 2022, p. 828).

Dada a característica de gravimétrica dos RSU, processos como digestão anaeróbia, tratamento mecânico biológico com recuperação da fração orgânica, e a própria compostagem se configuram como opções para o aumento do seu valor agregado e reciclagem de nutrientes (ABRELPE, 2020; HELENAS, 2019).

Dessa forma, a reserva limitada e o preço cada vez maior do combustível fóssil com implicações adversas para a mudança climática motivaram os formuladores de políticas a buscar fontes alternativas de energia, sendo assim recursos não comestíveis, como óleos não

comestíveis, óleos usados, biomassa lignocelulósica, fração orgânica de RSU, que estão disponíveis em abundância, podem ser usados como um recurso de bioenergia (ZAMRI et al., 2021). Portanto, pode-se interseccionar os eixos de energia e resíduos a fim de auxiliar na solução destes dois problemas que se apresentam, conforme exposto anteriormente.

Diante deste cenário, conhecendo-se o volume e a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados e as dificuldades encontradas para que a correta destinação seja realizada, é interessante que estudos sejam realizados no contexto universitário, visualizando a digestão anaeróbia como uma forma de tratamento destes resíduos e como fonte de energia elétrica. Dessa forma, dado o caráter de ensino, pesquisa e extensão das IES, é pertinente o desenvolvimento de tecnologias, ainda que no âmbito da pesquisa, para, futuramente, o sejam replicadas a núcleos urbanos.

2.5. BIOGÁS, BIODIGESTÃO E BIODIGESTORES

Sabe-se da crescente necessidade de energia e alimento decorrente do aumento populacional, diante deste cenário o biogás – combustível renovável originado de processo biológico com potencial de produção e aplicações variadas – *“aparece como uma solução economicamente e tecnicamente viável para a preservação dos recursos existente, reciclagem de nutrientes e geração de energia de alto valor agregado”* (D’AQUINO, 2018, p. 9).

O biogás pode ser obtido a partir da digestão anaeróbia (DA) de distintas biomassas, de fontes residuais ou não que, quando purificado, dá origem ao biometano, uma mistura gasosa – composta principalmente de metano (CH_4), 50 % a 75% em volume, o que confere ao gás poder calorífico maximizado – o qual pode ser comparado ao gás natural (GNV) em características de composição podendo ser utilizado na produção de eletricidade, aquecimento e combustível veicular (KONRAD *et al.*, 2018).

De acordo com Zamri *et al.* (2021) o uso de tecnologias, tais como a DA, pode contribuir para a redução das emissões de GEE, auxiliando no cumprimento do Acordo de Paris de 2016, que visa limitar o aumento da temperatura média global para menos de 2 °C, além de reduzir uso de área de terra e água, bem como eliminando os problemas de gestão de resíduos.

A DA pode ser definida como ação microbiológica e enzimática, composta por um consórcio de diferentes tipos de microrganismos, que converte a matéria orgânica complexa (carboidratos, proteínas e lipídios) em biogás, na ausência de oxigênio molecular (FORESTTI, 1999). Além de metano o efluente pode conter nitrogênio, fósforo e outros minerais, permitindo

que o composto seja aplicado em solos (HELENAS, 2019). A mistura gasosa pode ser composta por dióxido de carbono (25% - 50% em volume), água e pequenas quantidades de hidrogênio, sulfeto de hidrogênio, amônia e outros gases traço (FNR, 2010; D'AQUINO, 2018; HELENAS, 2019). A composição é influenciada pela composição da biomassa – matéria orgânica de origem vegetal ou animal – e a concentração de nutrientes, as condições do meio, tais como teor de umidade, definida como fermentação à seco (ou digestão de sólidos) e digestão úmida – de acordo com teor de matéria seca da mistura de substratos alimentada no biorreator, acima de 15% de matéria ou até 12% de matéria seca, respectivamente (FNR, 2010).

D'Aquino (2018) pontua que, são diversos os resíduos que podem ser tratados pela via anaeróbia, sendo que se destacam os seguintes: efluentes sanitários, fração orgânica dos RSU, vinhaça, dejetos bovinos e suínos, resíduos de alimentos, dentre outros.

Uma interessante opção para aumentar o rendimento da digestão anaeróbia de resíduos sólidos é a co-digestão, que consiste na combinação de diversos resíduos com características complementares, diluindo potenciais compostos tóxicos e melhorado o equilíbrio de nutrientes e o efeito sinérgico de microrganismos (AĞDAĞ; SPONZA, 2007, p. 75). Essa mistura deve ocorrer na proporção adequada e pode ser realizada a partir de diferentes tipos de resíduos, como por exemplo esgoto sanitário e a fração orgânica de resíduos sólidos domiciliares e restos de poda, dejetos animais, entre outros (D'AQUINO, 2018).

2.5.1. Biodigestão

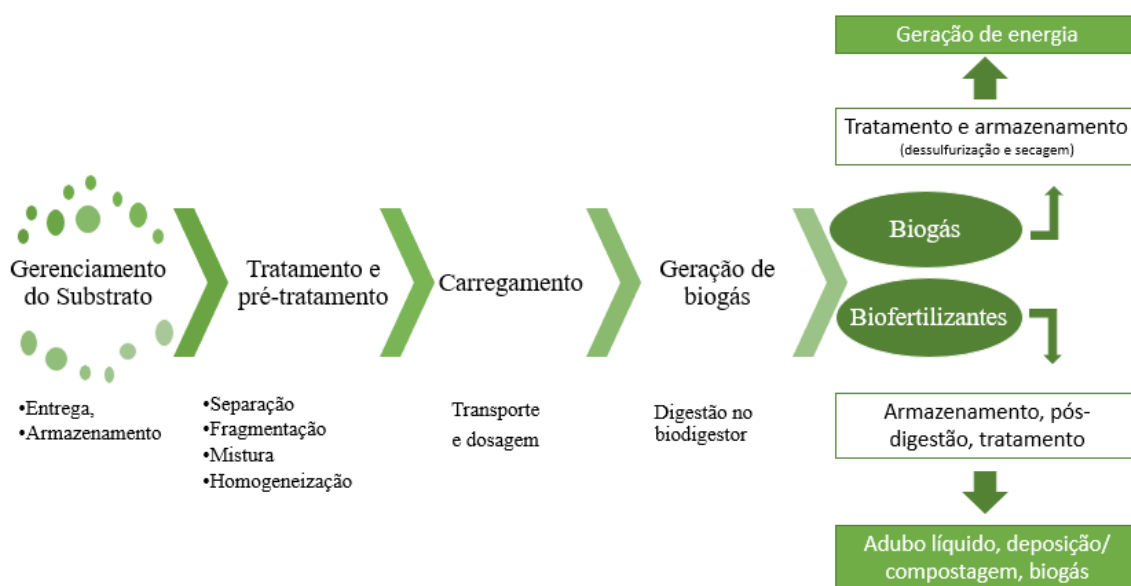
O processo de biodigestão, ilustrado na Figura 14 pode ser compreendido em quatro processos, estágios ou etapas de processamento, de acordo com FNR (2010) e Pereira e Sawatani (2019)

- 1) Gerenciamento da matéria-orgânica, visando obter um material homogêneo (entrega, armazenamento, tratamento, transporte e carregamento);
- 2) Digestão anaeróbia e geração de biogás;
- 3) Recuperação energética do biogás e armazenamento;
- 4) preparação e deposição de biofertilizantes.

Na etapa de recepção da matéria-orgânica, em relação à coleta de frações orgânicas de resíduos sólidos urbanos Zamri *et al.* (2021) cita que, no continente europeu, utiliza-se principalmente o método de separação mecânica, indicado para resíduos não segregados e que possuem grande tamanho de grãos, mas são também processos de separação ao método de

separação e coleta e o método de classificação na fonte. Essa separação visa, principalmente, a retirada da fração inorgânica e aumentando o conteúdo de matéria orgânica disponível para o processo de conversão. Ainda nesta etapa, é importante inserir uma etapa de análise da composição, a fim de que a biomassa possa ser caracterizada, Zamri *et al.* (2021) apresentam diversos parâmetros e os valores desejáveis para a caracterização da biomassa.

Figura 14 – Fluxograma simplificado processo de geração de biogás



Fonte: Adaptado de FRN (2010)

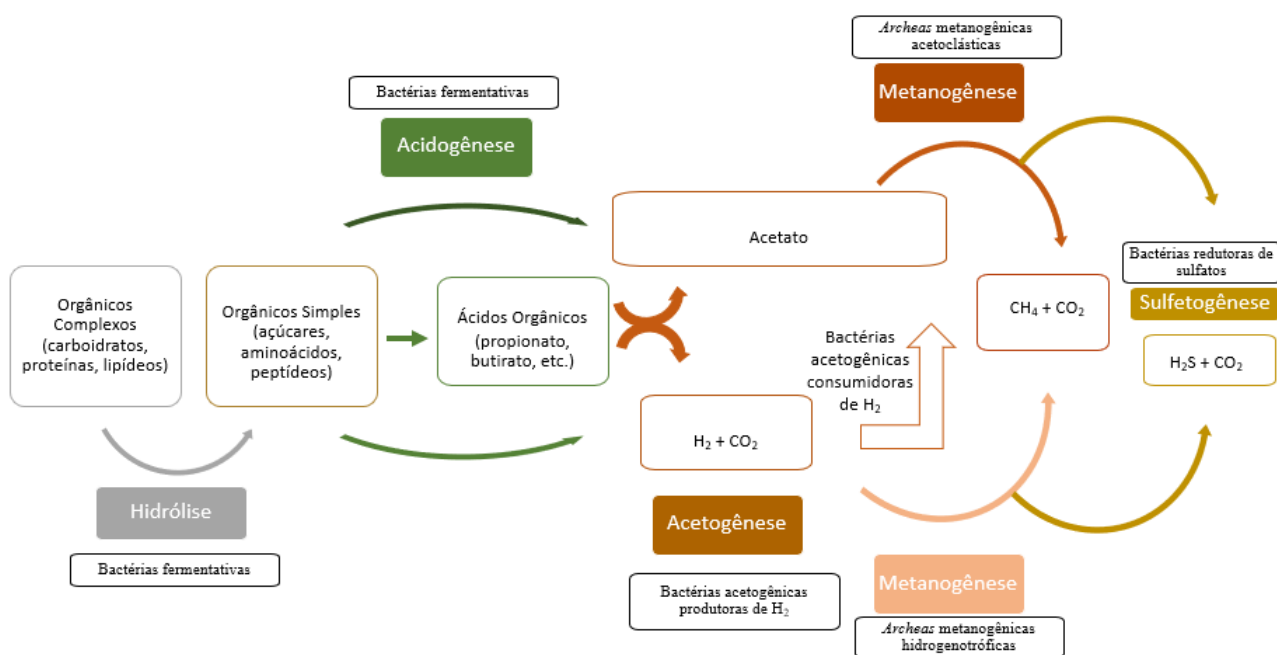
Em relação ao processo de conversão pode-se observar entre quatro e cinco etapas, coordenadas entre si e conhecidas como: hidrólise, acidogênese, acetogênese, metanogênese e uma quinta etapa, que ocorre na presença de sulfetos, conhecida como sulfetogênese, um fluxograma é apresentado na Figura 15. Cada etapa é realizada por diferentes grupos de microrganismos (KUNZ *et al.*, 2019).

Esse processo é sensível a alguns fatores, por exemplo, temperatura, pH, umidade, presença de nitrogênio amoniacal e relação Carbono/Nitrogênio (C/N) (PEREIRA; SAWATANI, 2019). A fase de hidrólise é reconhecida como a etapa limitadora da taxa de conversão do material orgânico complexo. Os principais fatores que afetam a eficiência da digestão incluem a qualidade da matéria-prima, o processo de pré-tratamento, o projeto e a seleção do processo de digestão e as condições do processo, como as citadas há pouco, dentre outros fatores (ZAMRI *et al.*, 2021).

No primeiro estágio, nomeado de hidrólise, compostos orgânicos tais como

carboidratos, proteínas e lipídios são convertidos em aminoácidos, açúcares e ácidos graxos por meio da atuação de enzimas liberadas por bactérias hidrolíticas, e então o material é decomposto por reações bioquímicas. As bactérias fermentativas acidogênicas atuam decompondo os ácidos graxos em ácido acético, propiônico e butírico – ácidos graxos voláteis (AGV), ácidos graxos de cadeia curta. Nesta etapa, em pequenas quantidades, formam-se também, ácido láctico e álcoois. Em seguida, as bactérias acetogênicas convertem os produtos da acidogênese em compostos que formam os substratos para a produção de metano, acetato, hidrogênio e dióxido de carbono, essa etapa pode ser inibida pelo acúmulo de ácidos orgânicos. Por último, as *arqueas* metanogênicas convertem em metano o acetato, o gás carbônico e o hidrogênio (CAMPOS, 1999; FNR, 2010; D’AQUINO, 2018).

Figura 15 – Rota metabólica envolvida na digestão anaeróbia



Fonte: Adaptada de Pereira e Sawatani (2019)

2.5.2. Biodigestores

No processo de DA, um fator de suma importância é modelo do biodigestor utilizado, isto é, o meio onde ocorre a digestão dos resíduos. O projeto deste equipamento deve considerar o tipo de substrato a ser tratado, nível de investimento e condições ambientais, dessa forma, um dimensionamento efetuado corretamente pode proporcionar: “*elevadas taxas de carregamento*

orgânico, curtos tempos de retenção hidráulica, produzir o máximo de metano e, conseqüentemente, menor volume de lodo” (D’AQUINO, 2018, p. 46) .

Quanto ao parâmetro operacional, as dimensões do reator estarão balizadas, comumente, pelo aspecto econômico. Isto porque, o rendimento máximo de biogás ou a degradação completa da matéria orgânica demandam tempos longos de retenção do substrato no digestor (FNR, 2010). Dessa forma, um dos fatores importantes que influem no processo é a configuração do reator, mas também pode-se citar a alcalinidade, o tempo de retenção hidráulica (TRH) e Carga orgânica volumétrica (COV), além de outros parâmetros anteriormente citados.

Chukwuma *et al.* (2021) relatam que para a instalação de usinas de biogás deve-se proceder uma adequada avaliação de viabilidade, pois o potencial de produção geralmente depende da disponibilidade das matérias-primas primárias, bio-resíduos. Os autores ainda pontuam que dejetos de aves e resíduos de matadouros são descartados sem considerar o valor econômico que podem possuir, muitas vezes acarretando impactos ambientais, pois sua disposição final necessita tratamentos a fim de que não comprometam água e solo, os quais, muitas das vezes não é realizado.

A escolha do sistema de biodigestão deve considerar diversos fatores, tais como o regime de alimentação (batelada ou contínuo), a forma de alimentação (ascendente ou laminar), a concentração de sólidos no reator (digestão sólida >20%, semissólida 10 a 15% e úmida <10%) e o sistema de agitação (mistura completa, parcial ou sem mistura). A Figura 16 apresenta os critérios que devem ser considerados na escolha do sistema de biodigestão, relaciona com o tipo de tecnologia que deve ser observada e as opções disponíveis.

Também é possível classificar os equipamentos de digestão considerando-se a retenção de biomassa. Dessa forma, os reatores podem ser ditos convencionais – aqueles que não possuem um sistema de retenção – tais como: reator CSTR (do inglês *Continuous Stirred Tank Reactor*, traduzindo, reator com tanque agitado continuamente), lagoa coberta e fossa séptica. E os reatores de alta taxa, aqueles que apresentam sistema de retenção de biomassa, o quais são: UASB (do inglês *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*, traduzindo, Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo), os reatores de leito fixo, reatores de leito fluidizado, dentre outros (D’AQUINO, 2018).

De acordo com Kunz *et al.* (2019), os modelos de biodigestores comumente encontrados no país são:

- Biodigestor de lagoa coberta (BLC) (modelo como “canadense” ou “biodigestor de

lona”) – amplamente empregado no meio rural no gerenciamento dos efluentes da produção animal. É considerado de baixo nível tecnológico, com facilidade de construção e operação, em geral, não possuem sistemas de aquecimento nem de agitação e necessitam de elevado TRH, o que aumenta o requisito de área para instalação. A falta do sistema de aquecimento implica na variação da temperatura da biomassa do BLC em função da temperatura ambiente, que pode vir a afetar a capacidade de geração de biogás, outro fator é que este equipamento requer que seja realizado o manejo de lodo. O modelo BLC apresenta algumas particularidades que devem ser respeitadas na sua construção: a) relação comprimento x largura mínima de (2x1); b) profundidade (3 a 4,5 m); e c) inclinação do talude (cerca de 45°, podendo variar em função do solo);

- Biodigestor tipo UASB – tem como característica o fluxo ascendente do afluente por uma manta de lodo até o topo do reator, onde há um separador trifásico – onde, de acordo com D’Aquino (2018), o efluente que alcança o topo é composto de: efluente tratado, biogás e poucas partículas de lodo, mais leves; dessa forma o separador trifásico atua direcionando as bolhas de biogás contidas na fase líquida para a cavidade central, de forma que o líquido penetre a cavidade lateral, propícia à decantação, e as partículas de lodo retornam, então, para a manta de lodo. Estes reatores têm como característica a alta capacidade de retenção de biomassa, o que permite trabalhar com baixo tempo de retenção hidráulica (4 a 72 horas), apresentam estabilidade em situações de variações das características do afluente e o suporte à alta carga orgânica; por questões hidrodinâmicas, o afluente do reator UASB deve apresentar baixa concentração de sólidos totais. Esse fato indica que, para o tratamento de efluentes da produção animal, muitas vezes é necessário um pré-tratamento;

- Biodigestor CSTR – suporta elevadas cargas orgânicas volumétricas (1 a 4 $\text{kg}_{\text{sv}} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$); é a configuração de biodigestor mais utilizada em plantas de biogás, sobretudo quando se trata de co-digestão (mistura de substratos) e com concentração de sólido mais elevada (próximo a 10% $\text{m} \cdot \text{v}^{-1}$); o TRH e o tempo de retenção de sólidos (TRS) são iguais, pois parte-se do pressuposto que não há acúmulo de lodo no reator - o TRH mínimo do reator geralmente é entre 15 e 20 dias, podendo variar bastante em função do tipo de substrato a ser digerido. Biodigestores CSTR sem recirculação de lodo são mais adequados para efluentes com altas concentrações de sólidos. A presença de um sistema de agitação acrescenta custos de implantação e manutenção de um CSTR, mas auxilia na transferência de calor e mantém os sólidos em suspensão (melhora o contato entre a matéria orgânica e os microrganismos). A manutenção da temperatura por sistemas de aquecimento garante uma maior capacidade de

produção de biogás, uma vez que colabora com a estabilização do reator e manutenção da população de microrganismos. De acordo com D’Aquino (2018, p. 50) “*esses reatores podem ser empregados no tratamento de resíduos com maior conteúdo de matéria seca, como dejetos de bovinos, RSU, silagem, bagaço de cana-de-açúcar, palha, entre outros*”.

Figura 16 – Critérios para a escolha do sistema de biodigestão

Critério	Pontos-chave	Tipo	Tecnologia	Opções
Teor de matéria seca dos substratos	Matéria-prima seca para alimentação	- digestão úmida - digestão seca	Sistema de agitação	Agitadores mecânicos para alta concentração de sólidos no biodigestor Sistemas de agitação mecânica, hidráulica ou pneumática para baixa concentração de sólidos no biodigestor
Tipo de alimentação	Tipo de biodigestor e de matéria-prima para alimentação	- Descontínua - Semicontínua - contínua	Sistema de alimentação	Alimentação descontínua para biodigestores de batelada Alimentação contínua ou semicontínua para fluxo em pistão/digestores CSTR Sistema de alimentação sólido ou líquido, dependendo do conteúdo da matéria seca do subst.
Nº de fases do processo	Composição de substratos, risco de acidificação	- uma fase - duas fases	Número de fases	Sistemas de uma fase quando não há risco de acidificação Sistema de duas fases para substratos com um elevado teor de açúcar, amido, proteínas ou de difícil degradação
Temperatura do processo	Risco para patógenos* *Uma alternativa pode ser a utilização do processo de tratamento térmico (ex.: pasteurização)	- psicofílico - mesofílico - termofílico	Temperatura do reator	Temperatura mesofílicas quando não há risco de patógenos Temperaturas termofílicas quando houver risco de patógenos (ex.: lixo orgânico doméstico)

Fonte: Adaptado de Kunz *et al.* (2019) e FRN (2010)

Portanto, a DA permite a redução da fração orgânica do RSU, possibilitando obter produtos com maior valor agregado, no entanto existem ainda desafios para que esta se consolide com o uma opção viável, dentre estes a viabilidade econômica, a garantia da eficiência do processo diante de variáveis como composição, localidade, sazonalidade, além de recursos humanos habilitados para operação das plantas (PEREIRA; SAWATANI, 2019). Além disso, o custo de produção, quando comparado ao de combustíveis fósseis, ainda não é atrativo. Dessa forma, para superá-los, deve-se debruçar sobre a otimização destes processos e uma das possibilidades para tal é a combinação de diferentes tecnologias e sistemas de tratamento a fim de melhorar a recuperação de energia de RSU (LEE *et al.*, 2019).

Portanto, visando a manutenção da vida na Terra e diante da urgência ambiental, são diversos os desafios à frente e, para superá-los, espera-se que as IES atuem desenvolvendo tecnologias, formulando embasamento científico e implementando ações visando atingir os

ODS.

Dessa forma, é interessante observar os instrumentos já existentes em âmbito nacional, destinados a auxiliar na adoção de culturas alinhadas com a responsabilidade socioambiental, contribuindo com o planejamento e implementação de ações que visem a sustentabilidade, tais como a A3P e o PLS.

Além disso, observando-se a questão do saneamento e do acesso à energia, em convergência com os objetivos da Agenda 2030, são bem-vindas a adoção de ações que visem o uso racional de recursos e inovações que permitam minimizar: perdas, o uso de recursos naturais e a geração de resíduos; além de favorecer o uso de fontes de energia ditas limpas.

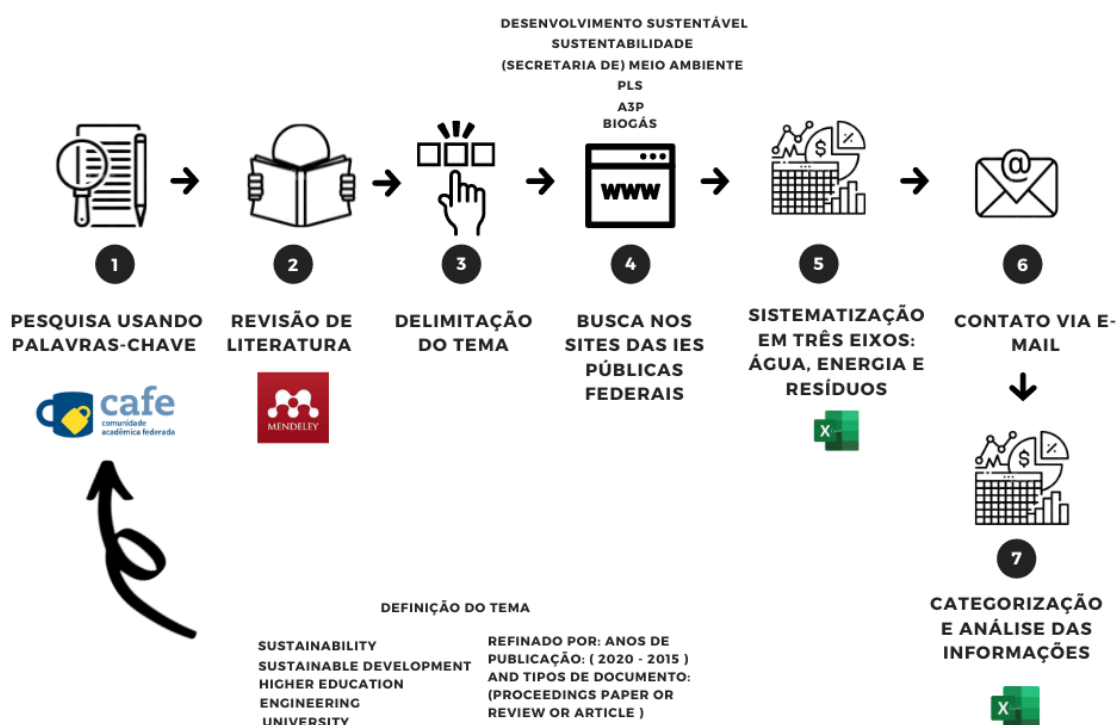
Dessa forma, observando-se a intersecção destes eixos – água, energia e resíduos, é desejável que tecnologias tais como a DA sejam cada vez mais estudadas e implementadas, auxiliando no aproveitamento energético de resíduos, visando atender a perspectiva de aumento da demanda energética e favorecendo o acesso à água potável e ao saneamento, evitando-se a propagação de vetores e a sobrecarga do sistema de saúde com doenças relacionadas à falta de saneamento e ao descarte incorreto de resíduos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. AÇÕES DESENVOLVIDAS EM IES NOS EIXOS ÁGUA, ENERGIA E RESÍDUOS

Visando atender os objetivos estabelecidos percorreu-se o caminho metodológico exposto a seguir. A metodologia se organiza em 7 etapas, ilustradas na Figura 17.

Figura 17 – Etapas do processo metodológico



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

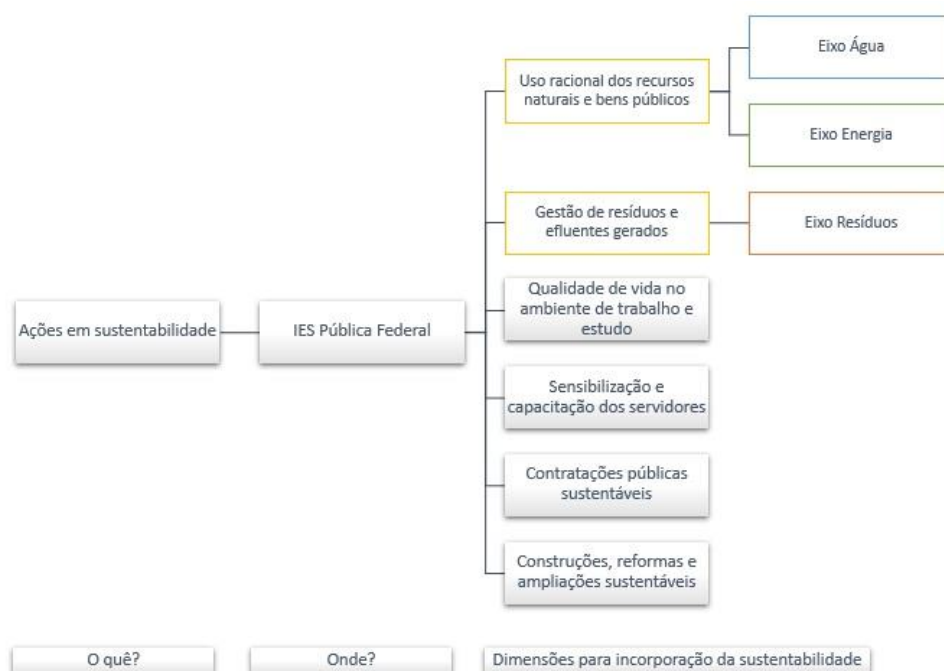
Na etapa 1, procedeu-se o levantamento de literatura, realizando uma busca em publicações científicas, revisadas por pares, no portal de Periódico da Capes e Google Scholar, utilizando-se as palavras-chave: *sustainability*, *sustainable development*, *higher education* e *university*, nos idiomas inglês e português. A busca foi restrita a estudos publicados na última década.

A etapa 2 consistiu na leitura dos estudos obtidos, delimitando-se o tema da pesquisa e procedendo-se a busca das referências que eram mencionadas nestes artigos. Esse primeiro contato com o tema auxiliou na delimitação dos objetivos e compreensão do tema. Para a seleção dos estudos mais adequados ao escopo desta pesquisa, realizou-se a leitura dos seus resumos previamente. Este procedimento auxiliou a percepção de quais eram as lacunas existentes referentes ao tema.

Dessa forma, observando-se a intersecção entre sustentabilidade/desenvolvimento sustentável e as IES, buscou-se compreender quais ações têm sido realizadas nas IES públicas federais. Sendo assim, na etapa 3, optou-se pelo levantamento de dados acerca de ações em sustentabilidade nos sites das IES.

Partindo-se do tema “Ações em sustentabilidade em IES públicas federais”, observou-se que esses eixos se desdobram em pelo menos 7 categorias, observando-se o PLS, por exemplo. Dessa forma, dada a relevância dos temas água, energia e resíduos, e também, considerando a aproximação destes tópicos com a formação do profissional de Engenharia Química, no âmbito do controle ambiental, optou-se por analisar estes três eixos: água e efluentes, energia e resíduos. A Figura 18 ilustra o caminho percorrido.

Figura 18 – Delineamento do tema



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Após a delimitação do tema, procedeu-se “*como técnica de pesquisa, a análise de conteúdo das informações disponibilizadas via internet, destacando-se os sites institucionais das universidades federais brasileiras*” (RIBEIRO *et al.*, 2018, p.154), essa metodologia também foi utilizada por Islabão (2019), ilustrada na etapa 4. Para esta etapa, uma lista prévia das IES pública federais foi obtida na página dos Professores de Educação Básica de São Paulo (PEBSP)¹¹, um outro caminho possível, para obtenção dos dados, relatado por Islabão (2019), é a consulta do site e-MEC.

Isto posto, para contextualizar o cenário atual da gestão ambiental em Universidades Federais, foram consideradas 69 instituições, distribuídas ao redor das cinco regiões do Brasil, conforme mostra a Figura 19.

Figura 19 – Universidades públicas federais, por região, no Brasil



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

E, de janeiro a abril de 2021, por meio da barra de busca nas páginas das universidades,

¹¹ Lista de Universidades Federais do Brasil por Estados e Região – 2020. Disponível em: <https://www.pebsp.com/lista-de-universidade-federais-do-brasil-2020/amp/>. Acesso 10 jan 2021

procedeu-se a pesquisa utilizando-se palavras-chave: desenvolvimento sustentável, sustentabilidade, (secretaria de) meio ambiente, PLS, A3P, gestão ambiental e biogás. Em alguns momentos, devido à escassez de informações, procedeu-se a busca na aba de notícias, de modo que uma leitura dinâmica das manchetes foi realizada, buscando-se informações relacionadas ao tema. Esse procedimento teve como objetivo verificar se as IES possuíam PLS, órgãos destinados ao meio ambiente e sustentabilidade e ações em sustentabilidade, bem como se haviam aderido à A3P.

Os dados obtidos na etapa 4 foram sistematizados com o auxílio da ferramenta Excel – etapa 5.

De outubro de 2021 a janeiro de 2022, com o intuito de consolidar as informações obtidas nas buscas realizadas nos sites institucionais, foram enviados e-mails às Pró-Reitorias de Planejamento e /ou Núcleos/Secretarias de Meio Ambiente e sustentabilidade, obtidas anteriormente, ilustrada na etapa 6.

O corpo do e-mail contava com uma breve apresentação e mencionava a consulta realizada aos sites institucionais – com a finalidade conhecer as ações visando a promoção da sustentabilidade que vêm sendo desenvolvidas – e informava que este contato visava consolidar as informações obtidas, justificando que o site “*pode ter sido atualizado e algumas destas ações podem não ter sido divulgadas*”, por fim era solicitado que o e-mail fosse respondido indicando as ações nos eixos de água, energia e resíduos que vêm sendo desenvolvidas no *campus*.

Conforme indicado, este e-mail teve como objetivo preencher possíveis lacunas relacionadas à divulgação das ações realizadas por parte das instituições, de modo que, foi solicitado que as ações realizadas fossem indicadas, quando possível, relacionadas a *links* para obter mais informações.

Quando necessário, à medida que as interações foram ocorrendo, elencou-se exemplos de ações que poderiam ser realizadas, para tal, adaptou-se àquelas pontuadas na página UTFPR SUSTENTÁVEL¹² – nas dimensões selecionadas neste estudo – juntamente com ações que foram identificadas na etapa de consulta aos sites. Outras perguntas eram realizadas, tais como: “Verifiquei que possuem PLS e Divisão de Gestão Ambiental. Vocês aderiram à A3P?”. Dessa forma, os eixos foram divididos em categorias, apresentadas a seguir:

- Economia de água
- Controle do uso de água

¹² UTFPR Sustentável: Dimensões. Disponível em: < <http://www.utfpr.edu.br/utfpr-sustentavel/dimensoes>>.

- Captação de água de chuva
- Reuso de água de bebedouros
- Substituição de destiladores
- Coleta e tratamento de esgoto - sistema de esgotamento sanitário
- Compostagem de resíduos de poda
- Coleta seletiva
- Redução de copos descartáveis - Programa de canecas
- Coleta de pilhas e baterias
- Resíduos eletroeletrônicos
- Gerenciamento de resíduos químicos / Banco de reagentes
- Reaproveitamento de resíduos sólidos recicláveis
- Reaproveitamento / coleta de óleo usado
- Uso de papéis recicláveis
- Gestão de lâmpadas fluorescentes
- Usinas de energia solar / Painéis fotovoltaicos
- Instalação de postes de iluminação com painéis fotovoltaicos
- Programas de eficiência energética
- Instalação de lâmpadas LED
- Ações de *retrofit* (substituição de equipamentos)
- Usinas de biogás

Por fim, perguntou-se: “Alguma outra que não foi mencionada?” e “Quais dificuldades vocês vêm encontrando na implementação destas ações?”.

Em seguida, realizou-se a documentação das respostas obtidas, juntamente com as informações extraídas das páginas institucionais. Procedeu-se também a leitura dinâmica dos Planos de Logística Sustentável (PLS), quando existente e disponível, buscando mapear as ações realizadas e outras informações acerca do tema.

Finalmente, procedeu-se a consolidação das informações obtidas pelas diferentes vias em uma única tabela – etapa 7, a fim de contabilizar as ações promovidas por cada universidade, a partir dos dados obtidos elaborou-se gráficos que pudessem facilitar a análise, observando-se a mais recorrente em cada eixo e procurou-se listar aquelas mais recorrentes em relação à recorrência nas IES analisadas.

3.2. ANÁLISE DOS ARTIGOS

A fim de compreender como se dá a implementação de usinas de biogás em Instituições de Ensino Superior e/ou as etapas realizadas para a implementação desta tecnologia, selecionou-se artigos de universidades estaduais e federais que implementaram ou projetaram sistemas de biodigestores e usinas de biogás em suas dependências.

Dessa forma, selecionou-se estudos relacionados em universidades visando a produção de biogás a partir da fração orgânica dos resíduos produzidos no *campus* universitário. Os estudos selecionados tiveram como critério o tratamento de resíduos gerados em IES via DA e são apresentados no Quadro 1. Das três instituições escolhidas, todas são públicas, sendo duas são estaduais e uma federal, e estão localizadas nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, as quais são: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Universidade de São Paulo (USP), cujas localizações são representadas na Figura 20.

Quadro 1 – Estudos relacionados ao tratamento de resíduos em IES por meio de DA

IES	AUTOR (A)	TITULO	OBJETIVO
UEL	HELENAS, 2019	Biodigestão anaeróbia de resíduos alimentares visando a produção de metano	Avaliar o desempenho da biodigestão anaeróbia de resíduos alimentares do restaurante universitário - RRU da Universidade Estadual de Londrina - UEL, com foco na produção de metano.
	HELENAS PERIN <i>et al.</i> , 2020	<i>Optimization of methane production parameters during anaerobic co-digestion of food waste and garden waste</i>	
UFPE	DE SOUSA <i>et al.</i> , 2022	<i>Valorizing municipal organic waste to produce biodiesel, biogas, organic fertilizer, and value-added chemicals: an</i>	

		<i>integrated biorefinery approach</i>	
USP	D'AQUINO, 2018	Geração de energia por biogás a partir de resíduos orgânicos: estudo de caso da Cidade Universitária da USP	Estimar o potencial de aproveitamento energético por biogás a partir dos resíduos orgânicos gerados na Cidade Universitária da USP.
	D'AQUINO; SANTOS; SAUER, 2022	<i>Biogas as an alternative source of decentralized bioelectricity for large waste producers: An assessment framework at the University of São Paulo</i>	

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

3.2.1. Universidade Estadual de Londrina (UEL)

De acordo com o PDI 2016-2021, a Universidade Estadual de Londrina (UEL), foi criada pelo Decreto nº 18.110, de 28 de janeiro de 1970 e está localizada na cidade de Londrina, a segunda maior do Paraná. A comunidade interna da UEL é representada por alunos de graduação, pós-graduação, docentes e agentes universitários, que somam aproximadamente 25 mil pessoas. A influência local da Instituição revela sua importância se considerarmos o número da população atendida pelos diversos Órgãos Suplementares e de Apoio e os eventos de extensão.

3.2.2. Universidade de São Paulo (USP)

De acordo com D'AQUINO (2018) a Cidade Universitária Armando Salles Oliveira (CUASO) está localizada na Cidade de São Paulo, com uma circulação de mais de 122 mil pessoas por dia, uma área total de 3.600.000 m² e uma rotina de serviços muito similar à uma pequena cidade.

3.2.3. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

A data de criação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) é referenciada como sendo 11 de agosto de 1946. De acordo com o site da UFPE, a instituição “*reúne mais de 40 mil pessoas, entre professores, servidores técnico-administrativos e alunos de graduação e pós-graduação, distribuídos em três campi: Recife, Caruaru e Vitória de Santo Antão*” (UFPE, 2022).

Figura 20 – Mapa político do Brasil com indicativo da localização da UEL, USP e UFPE



Fonte: Adaptado IBGE (2017)

Para auxiliar na análise dos textos, utilizou-se a ferramenta gratuita de processamento de dados *Wordclouds* – para cada artigo, a fim de tornar visual a recorrência de palavras, conforme pontua Ferreira e Silva (2019). Este site, escolhido devido a simplicidade em seu

manuseio, utiliza as palavras presentes nas produções acadêmicas pesquisadas e possibilita a construção de uma nuvem de palavras. Dessa forma, esta é uma ferramenta bibliométrica que permite “*abordar as principais características e informações relevantes ao assunto pesquisado*” (FERREIRA; SILVA, 2019).

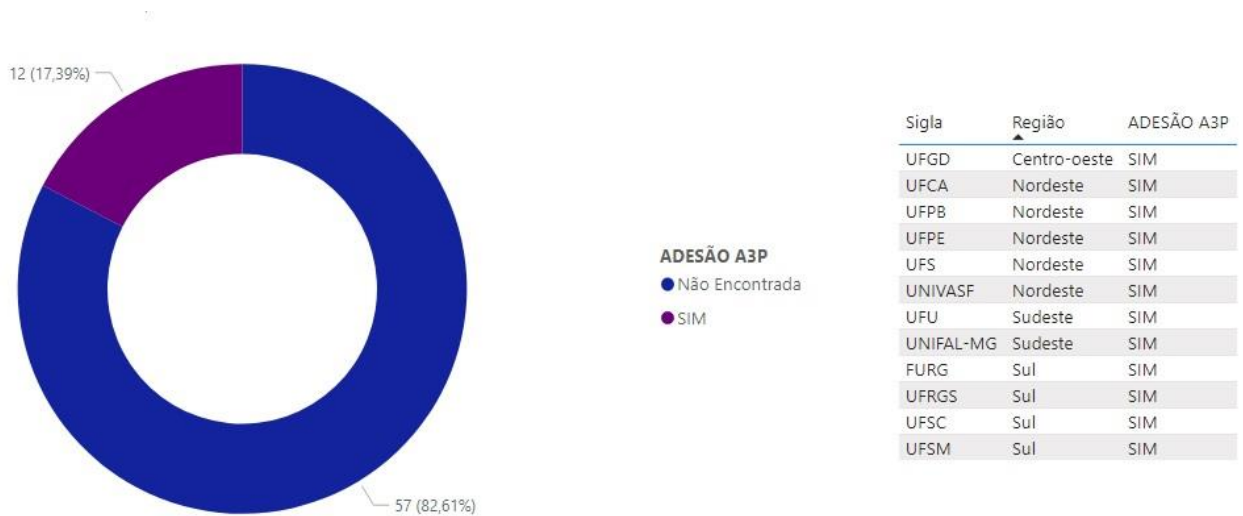
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento de consulta aos sites foi realizado para as 69 universidades escolhidas, que integram o escopo de IES públicas federais, as quais são: UnB, UFGD, UFG, UFCat, UFJ, UFMT, UFR, UFMS, UFAL, UFBA, UFSB, UFRB, UFOB, UNILAB, UFCA, UFC, UFMA, UFPB, UFCG, UFPE, UNIVASF, UFRPE, UFAPE, UFDPAr, UFPI, UFRN, UFERSA, UFS, UFAC, UNIFAP, UFAM, UFOPA, UFPA, UFRA, UNIFESSPA, UNIR, UFRR, UFT, UFNT, UFES, UNIFAL-MG, UNIFEI, UFRJ, UFLA, UFMG, UFOP, UFSJ, UFU, UFV, UFTM, UFVJM, UFSCar, UNIFESP, UFABC, UNIRIO, UFF, UFRRJ, UTFPR, UNILA, UFPR, UFCSPA, UFPel, UFSM, UNIPAMPA, FURG, UFRGS, UFFS, UFSC.

Conforme descrito na metodologia, foram utilizados três procedimentos para obtenção de informações relacionadas à gestão ambiental nas universidades: consulta aos sites institucionais, avaliação dos PLS e envio de e-mails direcionados. Verificou-se que há uma considerável diversidade nas medidas empregadas por cada instituição. Em relação aos e-mails enviados, das 69 universidades, 25 responderam – o que corresponde a 36% da IES contactadas, as quais são: UFGD, UFRGS, UFSB, UFRR, UNIFESSPA, UFFS, UFERSA, UFPI, UFRPE, UFSM, UFTM, UFRN, UFSC, UFSJ, UFCSPA, UNILAB, UFPR, UFCA, UFES, UFPE, UFU, UFBA, UNIPAMPA, FURG e UFAM. As demais, até o momento de conclusão deste trabalho, não retornaram as mensagens.

Dentre os aspectos avaliados, o primeiro diz respeito à Agenda Ambiental na Administração Pública (denominada A3P), que consiste em um mecanismo governamental para a promoção de uma cultura de sustentabilidade nas instituições públicas. A partir do levantamento realizado nos sites das instituições, obteve-se que na maioria das universidades, não consta a adesão à A3P, tendo em vista que tal informação não foi localizada em seus sites institucionais. De modo que, comparando-se o resultado obtido por Gutierrez *et al.* (2019), em 2021, houve a formalização da adesão de quatro universidades a mais do que relatado, dessa forma, atualmente cerca de 17,4% da IES aderiram à A3P, Figura 21.

Figura 21 – Levantamento da adesão das IES à A3P



Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Para fins de comparação e consolidação, procedeu-se a consulta à página da A3P¹³, em março de 2022.

Observou-se que a UFRSA consta como universidade parceira, tendo comunicado via e-mail que havia apresentado o ofício para adesão no ano de 2021.

As IES: UFRGS, UFCA, UFU, UFSM, UFSC, UFPE, UFGD, UNIFAL, UFPB, UNIVASF mencionaram em sua página institucional a Adesão à agenda e são mencionadas na página da A3P como Instituições Parceiras.

Já as instituições: UFRA, UFMS e UFLA constam no site da A3P como Instituições Parceiras, porém em consulta à página destas instituições não foi possível localizar informações sobre este evento, no período em que as consultas aos sites foram realizadas.

Portanto, em março de 2022, verificou-se o site da UFMS e observou-se que o processo de adesão ocorreu em novembro de 2021.

As IES: FURG e UFS não aparecem no site da A3P como parceiros, mas mencionam a adesão em suas páginas institucionais. É importante ressaltar que a notícia localizada informando a adesão da UFS à A3P é do ano de 2015.

Em relação à FURG, foi esclarecido via e-mail que:

¹³ Instituições Parceiras. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/instituicoes-parceiras/>. Acesso 03 mar 2022

[...] A FURG elabora um Relatório de Monitoramento SocioAmbiental (ResSoA) a fim de obter anualmente o selo da A3P. Informações sobre a aderência da FURG à A3P podem ser sanadas pelo e-mail: sga@furg.br e também no site: <https://sga.furg.br/noticias/117-furg-recebe-selo-a3p-pelo-terceiro-ano-consecutivo>.

Sendo assim, de acordo com o site da A3P, 14 IES constam como instituições parceiras da A3P, o que corresponde a 20% das universidades públicas federais, e 6 a mais do que a informada por Gutierrez *et al.* (2019).

O fato observado na análise da adesão à A3P aponta para uma questão sensível neste estudo, pois a atualização dos sites – ou a falta desta –, pode fazer com que as notícias permaneçam disponíveis, tal como no caso da UFS, levando a conclusões errôneas; bem como, programas podem ser descontinuados, mas ainda serem exibidos nos sites. E o inverso também é possível, as IES executarem ações, mas não as divulgarem para a comunidade acadêmica e para a população.

Acessando a Rede A3P¹⁴ – outro recurso disponível, além da adesão –, filtrando por nível “FEDERAL”, obtemos que 40 IES integram a Rede, as quais são: UTFPR, UFRPE, UFRA, UFF, UNIVASF, UFTM, UFT, UFRGS, UFRN, UFRJ, UFPA, UFPR, UNIPAMPA, UFOB, UFMA, UFES, UFC, UFV, UFU, UNIFESP, UFSCar, UFSM, UFSC, UFR, UFPE, UFPel, UFMG, UFMS, UFMT, UFLA, UFJF, UNIFEI, UFGD, UFCG, UNIFAL – MG, UFAL, UFPB (*campus I – João Pessoa*), UFFS, UFBA e UnB.

Do levantamento realizado em 2021, observou-se que em relação à elaboração do PLS, das 69 IES existentes, 38 possuem o documento, o que corresponde a 55% das universidades públicas federais; nove das IES consultadas apontaram que a elaboração do documento está em andamento, o que corresponde a 13% e 22 universidades, 32%, não possuem. A Figura 22 apresenta os resultados obtidos. As universidades recém-criadas ainda não possuem PLS: UFCat, UFJ, UFR, UFAPE, UFDPAr e UFNT.

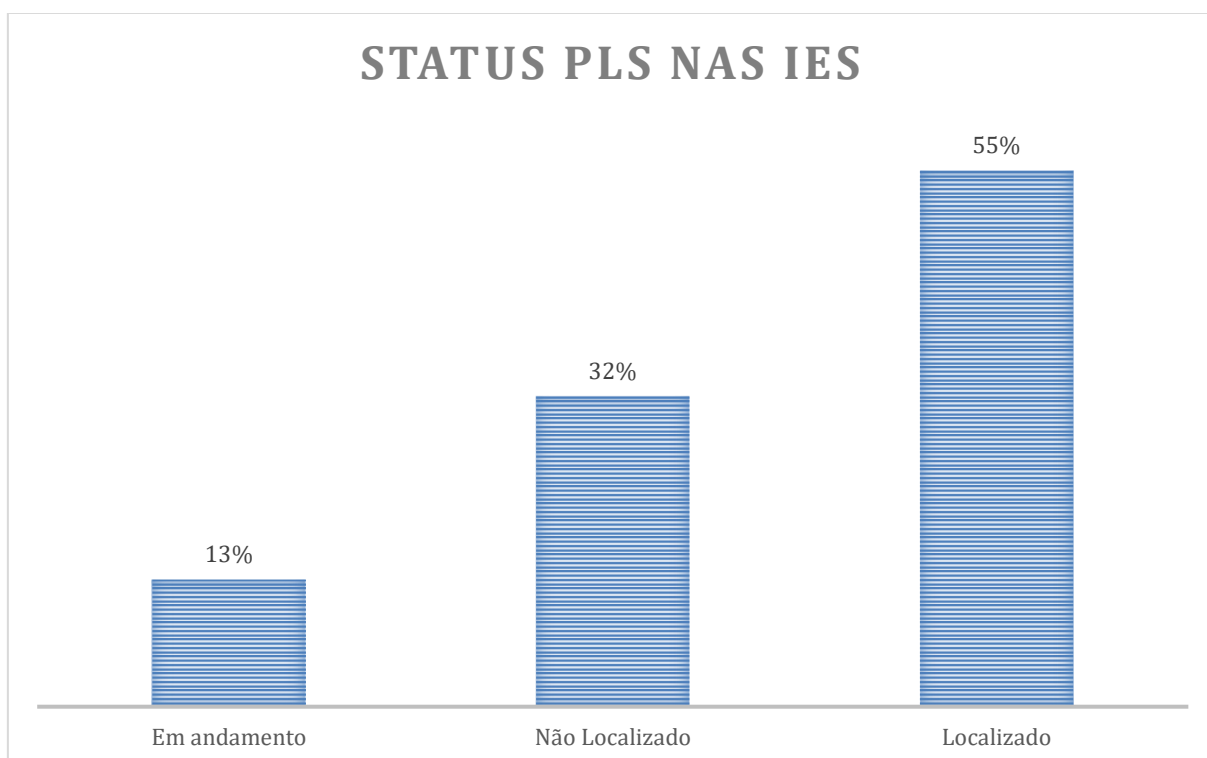
No levantamento realizado, comparando-se ao resultado obtido por Islabão (2019), foi possível observar que algumas instituições elaboraram o PLS, de modo que no estudo mencionado, constatou-se que estas IES não possuíam o documento. Estas universidades são as seguir e as respectivas datas de publicação, ou vigência, do plano:

- UFPE (2019);
- UFPI (2018-2020);

¹⁴ Rede A3P. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/rede-a3p/>. Acesso 05 mar 2022

- UNIFEI (2020);
- UFJF (2020);
- UFU (2019);
- UFV (2021- 2023) e,
- UFPel (2020 -2021).

Figura 22 – Situação do PLS em IES públicas federais no ano de 2021



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Já para a UFG e a UFOPA, constava que possuíam PLS quando comparamos resultado obtido anteriormente, mas estes não foram localizados na consulta realizada.

Em relação a UFMA é possível localizar um PLS de 2014, mas este não está disponível no site da instituição, dessa forma, pode-se sugerir que a universidade atualmente não possui o documento, no trabalho de Islabão (2019) também constou como ausente.

As IES a seguir informaram por e-mail que ainda não possuem o documento, mas que a sua elaboração está em andamento: UFBA, UFSB, UNIFESSPA, UNIPAMPA e FURG.

As universidades: UNIR, UFMG, UFSCar e UTFPR mencionam que o plano está em fase de elaboração. De modo que, no PDI da UNIR, temos que: “*No tocante à responsabilidade*

socioambiental, a Universidade Federal de Rondônia instituiu a Comissão Gestora dos Planos de Gestão de Logística Sustentável (CGPLS). Essa comissão é responsável pela elaboração do Plano de Logística Sustentável (PLS) da Universidade” (UNIR, 2019, p. 129). Na página UFMG Sustentável é possível localizar que “A elaboração do PLS é o próximo passo a ser dado pela UFMG em 2021, como ação a ser implementada no âmbito de seu Planejamento Estratégico” (UFMG, 2022). E, a UFSCar apresenta notícia veiculada no ano de 2017 onde menciona que os grupos de trabalho para a elaboração do PLS foram criados, o fato também é relatado por Rodrigues (2018)

Por meio da Portaria GR nº089 de 03 de fevereiro de 2017 da Universidade Federal de São Carlos foi constituída uma Comissão responsável pela elaboração do PLS, sob a coordenação da Secretaria de Gestão Ambiental e Sustentabilidade da UFSCar, que tem estudado a estruturação do plano durante o ano de 2017 (RODRIGUES, 2018, p. 82).

Já para a UTFPR, na página UTFPR Sustentável é possível localizar os documentos referentes à formação de Comissão Gestora do Plano de Logística Sustentável, no entanto a instituição já possui um Plano de Sustentabilidade do *campus* (2019).

Comparando-se os dados obtidos ao resultado obtido por Islabão (2019), em relação à data de elaboração do PLS, pode-se observar que 17 universidades procederam a atualização dos documentos, Quadro 2.

Quadro 2 – Comparativo de atualização dos PLS das IES públicas federais

<i>Sigla</i>	<i>PLS</i>	<i>Ano</i>	<i>Islabão (2019)</i>
<i>UFGD</i>	<u>Sim</u>	2019	<u>2017</u>
<i>UFMT</i>	<u>Sim</u>	2019 - 2023	2014
<i>UFMS</i>	<u>Sim</u>	2019-2021	2014
<i>UNIVASF</i>	<u>Sim</u>	2019-2021	<u>2016</u>
<i>UFRPE</i>	<u>Sim</u>	2020	2018
<i>UFRN</i>	<u>Sim</u>	2019	2017
<i>UFERSA</i>	<u>Sim</u>	2019-2022	2013
<i>UFT</i>	<u>Sim</u>	2018	2013
<i>UNIFAL-MG</i>	<u>Sim</u>	2020-2024	<u>2013</u>
<i>UFTM</i>	<u>Sim</u>	2021-2023	2015
<i>UNIFESP</i>	<u>Sim</u>	2020	2015
<i>UFABC</i>	<u>Sim</u>	2016-2022	2015
<i>UFCSPA</i>	<u>Sim</u>	2021	2013
<i>UFSCar</i>	<u>Sim</u>	2017	2017
<i>UFES</i>	<u>Sim</u>	2019-2021	2013

UFRGS	<u>Sim</u>	2021-2026	2016
UFFS	<u>Sim</u>	2020-2023	2016
UFSC	<u>Sim</u>	2017	2013

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Sendo assim, o PLS, apesar das dificuldades observadas para sua implementação e atualização, configura-se como um instrumento que auxilia na implementação políticas ambientais mais robustas e, se posiciona, também, como um documento de divulgação e consolidação de ações desenvolvidas na Administração Pública, em especial em IES.

Em seguida, analisou-se de forma quantitativa as informações obtidas nas etapas metodológicas: 4 (consulta aos sites) e 6 (e-mails enviados), em relação às ações que as IES realizavam nos eixos: água, energia e resíduos. Desta forma, os dados obtidos foram categorizados, conforme apresenta o

Quadro 3. E, para cada categoria, correspondente ao respectivo eixo, foram alocadas as ações encontradas – tanto no site institucional quanto mencionado na resposta obtida por e-mail.

Quadro 3 – Categorias de ações de sustentabilidade nas universidades

<i>Eixo</i>	<i>Categoria</i>
<i>Água</i>	Economia de água e controle do uso de água
	Controle da qualidade da água
	Captação de água da chuva
	Reuso de água de bebedouro
	Substituição de destiladores
	Coleta e tratamento de esgoto
<i>Energia</i>	Usinas de energia solar/painéis fotovoltaicos
	Instalação de postes de iluminação com painéis fotovoltaicos
	Programas de eficiência energética
	Instalação de lâmpadas LED
	Ações de <i>retrofit</i>
	Monitoramento e controle
	Outras ações

Resíduo

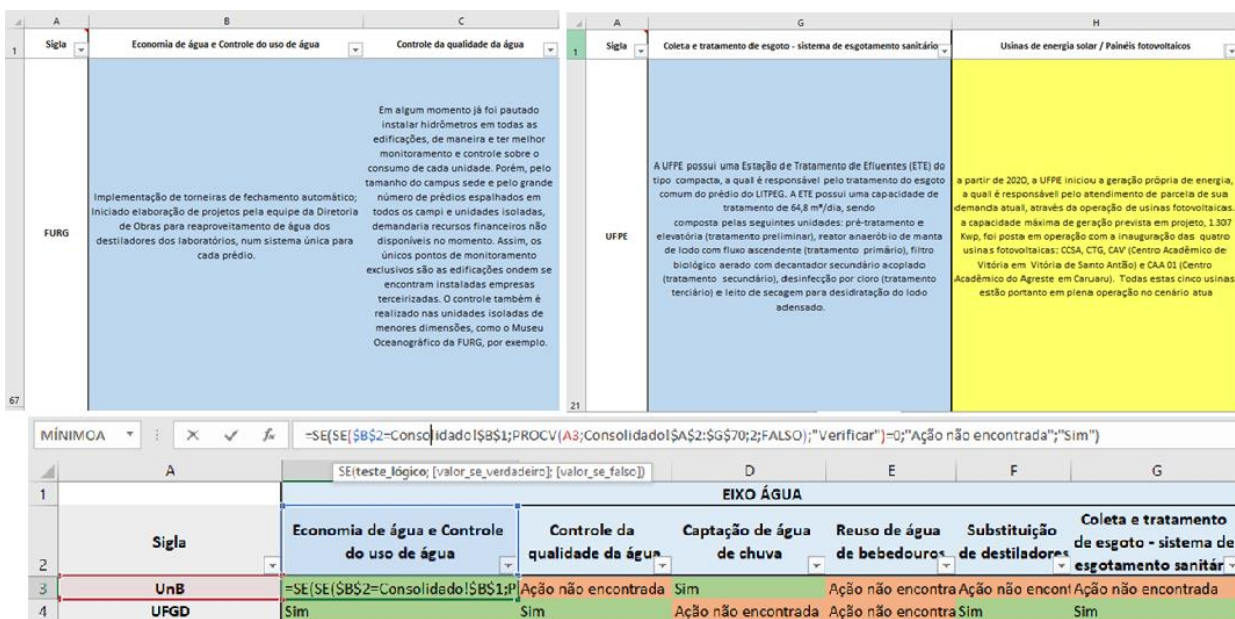
- Compostagem de resíduos
- Coleta seletiva de resíduo sólido
- Redução de copos descartáveis
- Coleta de pilhas e baterias
- Resíduos eletroeletrônicos
- Gerenciamento de resíduos químicos/Banco de reagentes
- Reaproveitamento de resíduos sólidos recicláveis
- Reaproveitamento/coleta de óleo usado
- Uso de papéis recicláveis/consumo de papéis
- Gestão de lâmpadas fluorescentes
- Usinas de biogás
- Outras ações

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Em seguida, em uma outra aba, utilizando-se testes lógicos, consolidou-se as informações, fazendo com que as células que continham ações retornavam “Sim” e as células vazias retornassem “Ação não encontrada” conforme ilustra a Figura 23.

A partir deste conjunto de informações, foi possível analisar quantitativamente os dados, por meio de gráficos e tabelas dinâmicas.

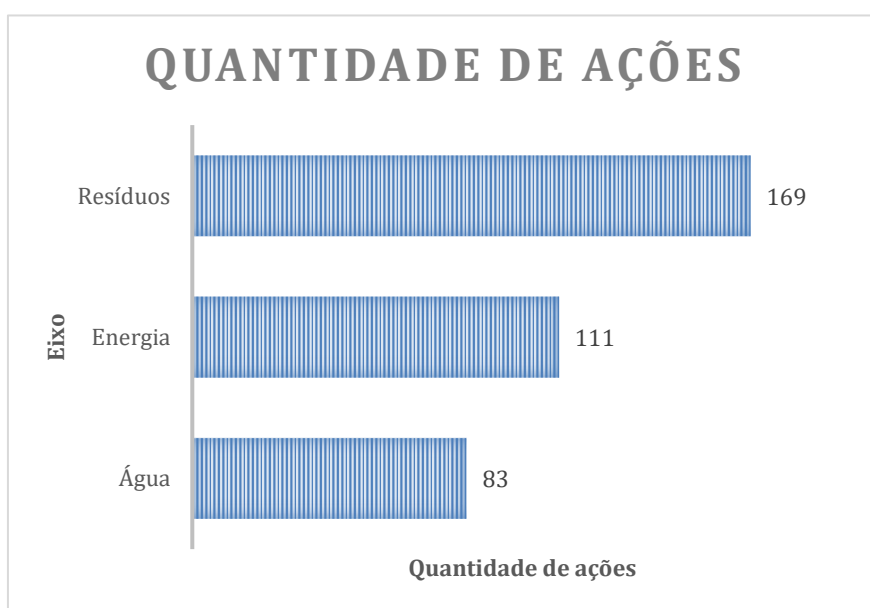
Figura 23 – Análise dos dados: Telas das tabelas elaboradas para análise quantitativa



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Dessa forma, foi possível verificar que, o eixo que apresentou maior recorrência de ações foi o de resíduos, ao todo foram localizadas 169 ações, divididas em 12 categorias. No eixo energia foram contabilizadas 111 ações desenvolvidas, divididas em 7 categorias. No total, foram elencadas 83 ações no eixo água, considerando todas as universidades do conjunto analisado. Este é o eixo em que menos ações foram elencadas ao se considerar todo o conjunto de universidades exploradas, como pode ser verificado na Figura 24, este eixo contou com 6 categorias.

Figura 24 – Total de ações realizadas nas IES agrupadas nos eixos água, energia e resíduos



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Nos tópicos a seguir serão apresentados os resultados obtidos para os eixos analisados, bem como suas respectivas categorias de ações.

4.1. AÇÕES EM SUSTENTABILIDADE NO EIXO ÁGUA

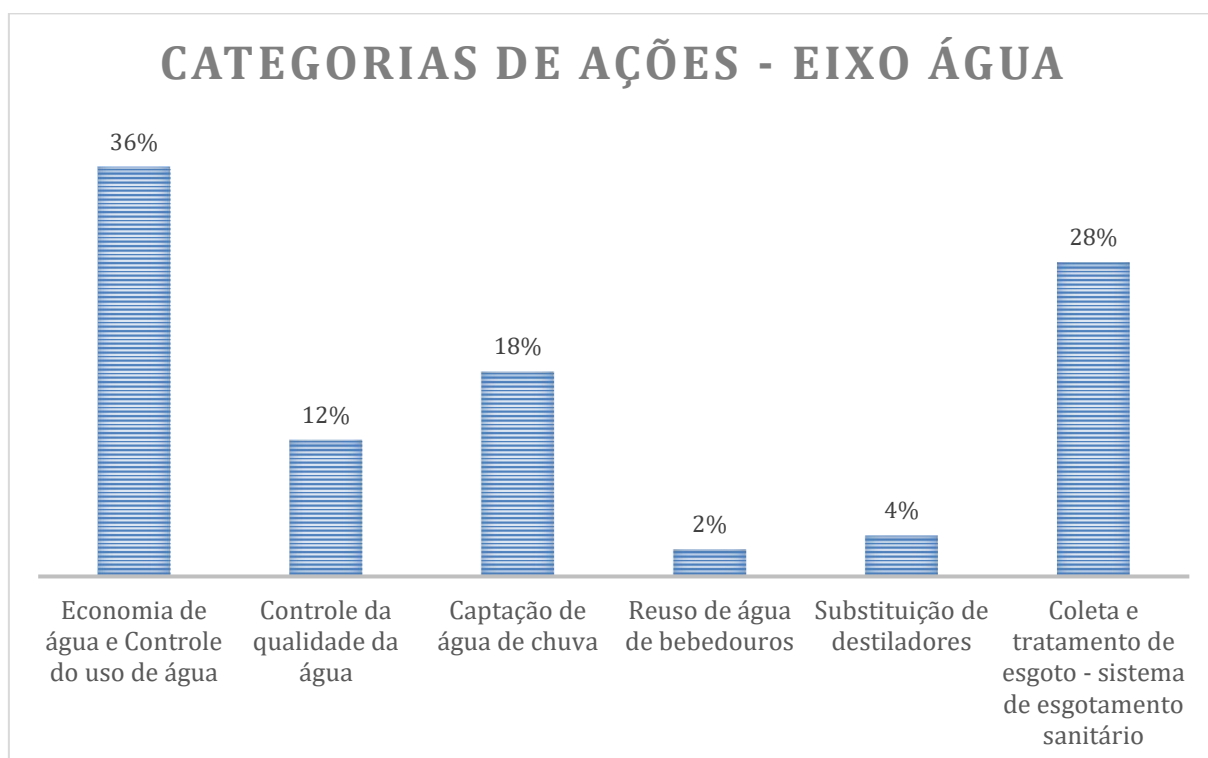
“O conceito de uso racional da água está inserido nos preceitos do desenvolvimento sustentável, uma vez que a busca pelo melhor uso dos recursos naturais é a chave para todo o processo de sustentabilidade” (PLANO DE GESTÃO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DA UFGD, 2019, p. 13).

Para o eixo água foram encontradas 83 ações, divididas em 6 categorias: economia de

água e controle do uso de água, controle da qualidade da água, captação de água de chuva, reuso de água de bebedouros, substituição de destiladores e coleta e tratamento de esgoto – sistema de esgotamento sanitário – conforme ilustra a Figura 25.

Dentre as categorias de ações deste eixo, a que apresentou maior aderência por parte das universidades foi a relacionada à economia e controle do uso de água, sendo listadas 30 ações distribuídas entre as universidades, o que corresponde a aproximadamente 36% das ações do eixo água. Esta categoria conta com medidas tais como substituição de torneiras tradicionais por torneiras com temporizadores (torneiras automáticas de controle de vazão), melhorias nas instalações sanitárias e implantação de descargas com duplo acionamento (*dual-flush*), campanhas contra o vazamento de água e mecanismos para relatar/informar sobre vazamentos, manutenções nas instalações hidráulicas, instalação de medidores (hidrômetros) para monitoramento do consumo de água, irrigação econômica, lavagem de pisos com água de reuso e campanhas de conscientização e sensibilização para uso racional do bem.

Figura 25 – Categorias de ações do eixo água



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A segunda categoria que abarca mais ações dentre as instituições diz respeito às medidas de coleta e tratamento de esgoto, sendo localizadas 23 ações no total, o que corresponde a cerca

28% das ações neste eixo. Esta é uma categoria relevante, uma vez que a disposição inadequada de efluentes líquidos geram danos ao meio ambiente, dentre outros prejuízos socioambientais (GAMA *et al.*, 2020)

Dentre todas as ações encontradas, 15 delas dizem respeito à captação de água da chuva, fazendo dessa a terceira categoria mais relevante do conjunto, respondendo por um quantitativo de 18% das ações.

Medidas de controle de qualidade da água foram observadas em 10 ações – ou 12% das atividades executadas neste eixo –, distribuídas no conjunto de universidades, formando a quarta categoria com mais ações, estas, geralmente relacionadas ao uso de poços para suprimento de água potável, mencionando o tratamento e monitoramento da qualidade da água utilizada pela comunidade acadêmica.

Por fim, as categorias com menos ações localizadas foram a de reuso de água dos bebedouros e substituição de destiladores, com duas e três ações, 2% e 4%, respectivamente.

Ressalta-se que nesta análise, uma mesma universidade pode ter apresentado mais do que uma ação por categoria. Da mesma forma, uma mesma universidade pode ter apresentado ações em apenas uma categoria ou, ainda, haver instituições que não apresentaram ações em nenhuma categoria deste eixo.

Para melhor compreensão deste cenário, apresenta-se a Figura 26, em que são quantificadas as ações do eixo água em cada categoria e em cada uma das instituições avaliadas. Selecionou-se aquelas que apresentaram pelo menos uma ação neste eixo, totalizando 37 universidades.

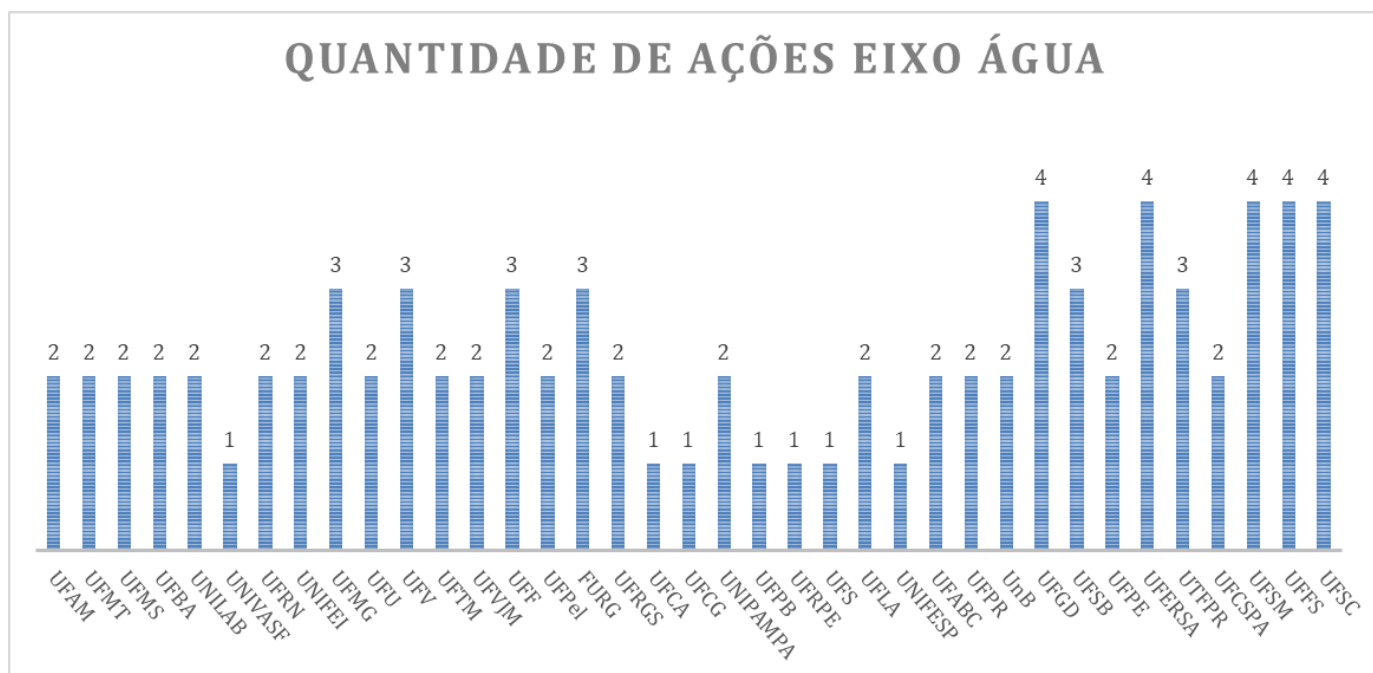
Não foi possível identificar ações para o eixo água nas seguintes universidades: UFG, UFJ, UFMA, UFDPAr, UFPI, UFAC, UNIFAP, UFOPA, UFRA, UFNT, UFOP, UFSJ, UFRJ, UNILA, UFCat, UFR, UFAL, UFRB, UFOB, UFC, UFAPE, UFPA, UNIR, UFRR, UFT, UFES, UNIFAL-MG, UNIRIO, UNIFESSPA, UFJF, UFSCar e UFRRJ.

Já as instituições UFGD, UFERSA, UFSM, UFFS e UFSC apresentaram o número máximo de ações encontradas, estas apresentam ações em Economia de água e Controle do uso de água, Controle da qualidade da água e Coleta e tratamento de esgoto – sistema de esgotamento.

A UFERSA, UFSM e UFFS promovem a captação de água da chuva, a UFGD relata que “*promoveu estudos para diminuição do desperdício de água proveniente dos processos laboratoriais no uso de destiladores*, com estudo de viabilidade de uma estação de destilação para atender todos os laboratórios” (Relatório do Plano de Gestão de Logística Sustentável da

UFGD - 2016-2018, p. 7) e UFSC (2022) relata que “a *Coordenadoria de Gestão Ambiental tem estudado formas de promover o uso racional de água e energia na UFSC [...] foi um estudo sobre a viabilidade ambiental e econômica da substituição de destiladores de água por purificadores de água com osmose reversa*”.

Figura 26 – Distribuição das ações do eixo água por IES, com pelo menos uma ação



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.2. AÇÕES EM SUSTENTABILIDADE NO EIXO ENERGIA

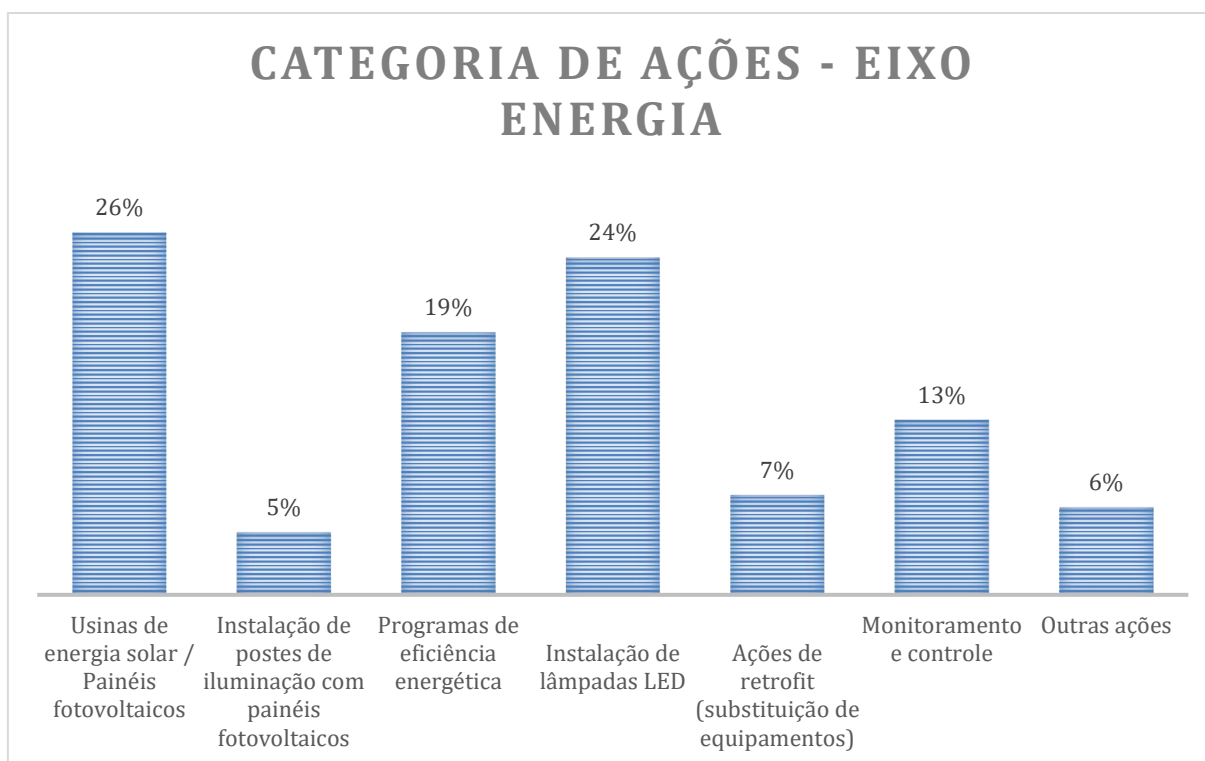
No total, foram elencadas 111 ações em sustentabilidade no eixo energia, considerando todo o conjunto de universidades. A Figura 27 apresenta a distribuição destas ações nas 7 categorias analisadas.

A maior parte das ações desenvolvidas pelas universidades dizem respeito a usinas de energia solar e/ou painéis fotovoltaicos, sendo mencionado por 29 IES – o que corresponde a 26% do total de ações relacionadas ao eixo energia. De acordo com o Relato Integrado 2021 – Comissão PLS (UFERSA, 2021)

O processo de aquisição de usinas solares fotovoltaicas se iniciou em 2015. No total, já há 23 usinas solares fotovoltaicas em operação, sendo quatro usinas instaladas no solo e 19 usinas instaladas em telhados das edificações. As usinas instaladas no solo têm como objetivos principais, além de produzir energia elétrica usando uma fonte renovável e contribuir para a redução das emissões atmosféricas de gases do efeito

estufa, viabilizar aulas práticas e a visitação destas unidades pela comunidade local. (...) A geração fotovoltaica contribui com a sustentabilidade ambiental, uma vez que a geração de energia elétrica na UFERSA permite que esta instituição reduza seu consumo de energia elétrica, junto a concessionária COSERN, o significa dizer que, para o sistema de geração de energia elétrica do Brasil, há uma redução da emissão de CO₂ de cerca de 222 toneladas por ano, ou seja, o sequestro de carbono equivalente a 4,1 hectares de vegetação de caatinga por ano, ou ao plantio de 2.394 árvores deste bioma (UFERSA, 2021, p. 3-5).

Figura 27 – Categorias de ações no eixo energia



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Outra ação bastante recorrente é a instalação de lâmpadas LED, sendo mencionado por 27 IES – o que corresponde a 24% das ações no eixo energia. De acordo com o Informe 2020 do PLS Itajubá (UNIFEI, 2020)

O processo de *retrofit* das luminárias no *campus* sede, desde 2017, totaliza 26.381 lâmpadas substituídas até 2020. Além de não utilizar elementos químicos nocivos, presentes nas fluorescentes, as lâmpadas LED permitem uma maior economia no consumo de energia, de 50% a 70% afora uma vida útil maior (UNIFEI, 2020, p.5).

Observa-se que além do mote ambiental, o uso deste tipo de iluminação é motivado pelo aspecto econômico, conforme pode-se observar neste trecho obtido no PLS (2021 - 2023) da UFV

A UFV teve dois projetos aprovados em editais de chamamento público, cujo objetivo era a execução de projetos com vistas à eficiência energética. O primeiro, em 2016, resultou na troca de 8.836 lâmpadas fluorescentes tubulares por lâmpadas LED na Biblioteca, Pavilhões de Aulas I (PVA) e II (PVB), e no Colégio de Aplicação (Cap-Coluni), com economia de anual de 352,01 MWh e redução de cerca de R\$153 mil em gastos orçamentários. Já o segundo, em 2017, possibilitou a troca de 854 luminárias de vias públicas de vapor de sódio, no *campus* Viçosa, por luminárias LED, resultando em uma economia de energia anual de 584,19 MWh (UFV, 2021, p. 35)

Em terceiro lugar, entre as ações mais recorrentes, consta a categoria Programas de Eficiência Energética, foram localizadas 21 menções, o que corresponde a 19% das ações no eixo de energia. Esta categoria enquadra ações tais como: Campanhas de divulgação e conscientização de uso racional de energia elétrica, aquisição de equipamentos com selo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), construção de prédios e que privilegiam o uso de iluminação natural e instalação de sensores de presença.

Além dessas, há outras ações mencionadas pelas universidades, por exemplo, a UFPel “*conta com programa já estabelecido, que tem por objetivo principal a promoção do uso racional de energia elétrica através da educação do usuário e do uso de tecnologias mais eficientes: o Programa do Bom Uso Energético – PROBEN*” (PLANO DE LOGÍSTICA SUSTNETÁVEL UFPEL, 2019, p. 16) , a UFSM menciona a Sistema de Gestão de Energia (SGE)¹⁵ cujo objetivo principal é fazer uma gestão energética eficiente a partir de indicadores estratégicos, como o consumo de energia por aluno em sala de aula, a UNIPAMPA relatou via e-mail que contratou o curso: “Capacitação na Etiqueta PBE Edifica”, com o objetivo capacitar o corpo técnico de engenheiros e arquitetos nas normativas de etiquetagem de edificações para eficiência energética, requisito para todos os edifícios públicos desde 2014 (IN 02/2014) - curso realizado entre 01/03/2021 a 05/03/2021 no formato online.

As ações de monitoramento e controle foram relatadas por 14 universidades – o que corresponde a 13% das ações - e enquadram a implementação de medidores visando o mapeamento do consumo energético ou o diagnóstico energético e assim, ajustes nos equipamentos de iluminação e climatização, além de rotinas de manutenção preventiva e identificação de possíveis perdas e irregularidades na cobrança por parte da empresa fornecedora de energia. A UNIFESP apresenta em seu site um “*Manual para análise de faturas de energia elétrica (média/alta tensão)*”¹⁶.

¹⁵ Sistema de Gestão de Energia – UFSM. Disponível em: <https://www.ufsm.br/projetos/pesquisa/sg/>

¹⁶ Manual para análise de faturas de energia elétrica (média/alta tensão) – UNIFESP . Disponível em: <https://www.unifesp.br/reitoria/dga/principal/93-documentos/192-faturas-de-energia-eletrica-media-alta-tensao>

Dentro da categoria de *retrofit* foram verificadas 8 ações, respondendo por 7% das ações neste eixo. Enquadrou-se nesta categoria aquelas relacionadas à substituição de equipamentos, principalmente aparelhos de ar condicionado, por outros mais eficientes, de acordo com o selo PROCEL. Mencionou-se também a substituição de impressoras individuais por uma central em cada unidade (FURG).

Na categoria “Outros” foram elencadas 7 ações – o que corresponde a 6% das atividades desenvolvidas neste eixo. Observou-se: atualização de plantas arquitetônicas e elétricas dos edifícios da universidade, inclusão de critérios de sustentabilidade ambiental em contratos de compra de equipamentos – exigência de produtos com consumo eficiente, especificação e aquisição equipamento de proteção individual (EPI) para procedimentos de manutenção da rede elétrica; a UFMG conta com o “*Projeto Oásis: um Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento Institucional que concentra as iniciativas de aprimoramento de gestão energética do campus Pampulha (...) ele tem como meta implementação de novas tecnologias conjugadas com produção científica, redução de custos e sustentabilidade energética do campus.*” (UFMG, 2022)

E por último, a categoria Instalação de Postes com iluminação fotovoltaica foi observada em quatro universidades: UFSB – disponível no *campus* Jorge Amado (Itabuna), UNIR, UFSCPA e UFRGS – se destina ao abastecimento de celulares e notebooks, além de ser uma demonstração de como funciona este tipo geradores. A UFMS informa que em parceria com a Energisa, de acordo com o Pró-reitor Augusto Malheiros

por meio do Programa de Eficiência Energética possibilitou, em um primeiro edital, a troca de 299 luminárias dos postes instalados nas ruas e avenidas da Cidade Universitária (...) futuramente também teremos o eletroposto, fruto de um projeto de pesquisa no qual será possível abastecer carros e bicicletas elétricas com energia fotovoltaica (AMIN, 2021).

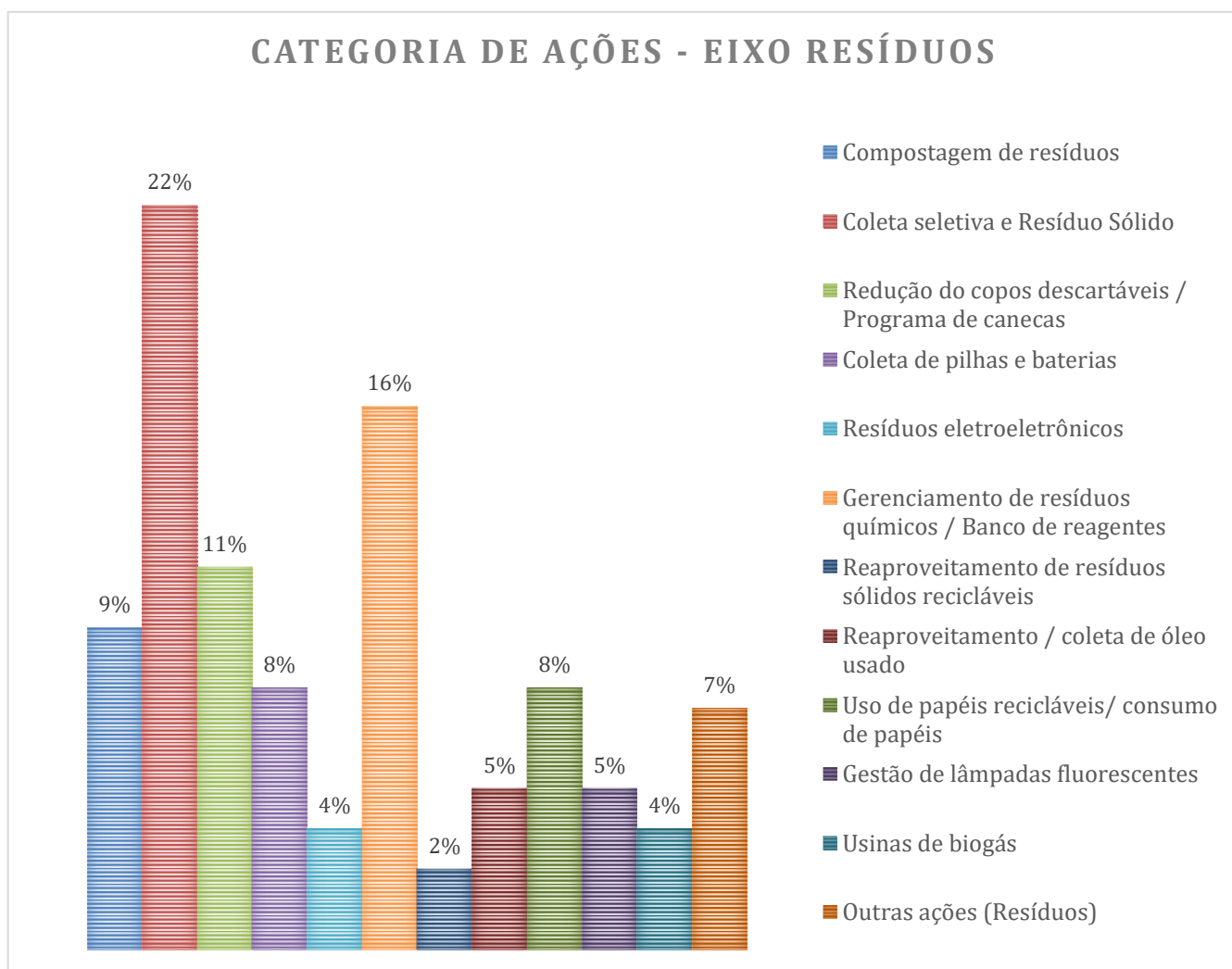
Estas 5 ações correspondem a 5% das atividades desenvolvidas neste eixo.

4.3. AÇÕES EM SUSTENTABILIDADE NO EIXO RESÍDUOS

Dentre os três eixos avaliados, observou-se que o de resíduos é o que concentra o maior número de ações, chegando a apresentar 169 ações, divididas em 12 categorias, sendo elas: compostagem de resíduos; coleta seletiva e resíduo sólido; redução do copos descartáveis/programa de canecas; coleta de pilhas e baterias; resíduos eletroeletrônicos;

gerenciamento de resíduos químicos/banco de reagentes; reaproveitamento de resíduos sólidos recicláveis; reaproveitamento/coleta de óleo usado; uso de papéis recicláveis/ consumo de papéis; gestão de lâmpadas fluorescente; usinas de biogás e outras ações (Figura 28).

Figura 28 – Categorias de ações no eixo resíduos



Fonte: Elaborado pela autoria (2022)

Neste eixo, a categoria que obteve maior registro de ações foi coleta seletiva/resíduo sólido, onde foi possível identificar que 37 universidades desenvolvem atividades neste tópico, visando atender a PNRS e a o Programa de Coleta Seletiva Solidária.

Esta categoria respondeu por 22% das ações desenvolvidas neste eixo, contando com atividades de instalação de ecopontos, instalação de contêineres para a separação de resíduos ou contentores flexíveis (*big bags*) e instalação de lixeiras seletivas; padronização da comunicação dos coletores e padronização dos coletores de resíduos; monitoramento e

mapeamento da geração de resíduos; medidas para redução de geração de resíduos; elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e implementação do Programa de Coleta Seletiva Solidária – segregação e destinação de materiais recicláveis para cooperativas de reciclagem e associação de catadores; treinamento e educação ambiental.

É interessante pontuar neste tópico o apontamento realizado por Campos *et al.* (2021) em relação à tecnologia *waste-to-energy* (WtE) e a devida segregação dos materiais na fonte – este procedimento permite a geração de renda por meio da coleta seletiva solidária e a reciclagem dos resíduos gerados, minimizando a presença de vetores e contribuindo para um ambiente de trabalho seguro para os catadores e catadoras de materiais recicláveis – mas também, uma cadeia consistente para a coleta, pré-tratamento e, por fim, a valorização energética dos resíduos, é fundamental para que seja possível a WtE. “A primeira etapa, ou seja, a coleta de resíduos, representa uma parte importante dos custos totais de gestão de resíduos e a organização adequada da coleta de resíduos possibilita a otimização de rotas, construindo cidades mais saudáveis e sustentáveis ao mesmo tempo em que facilita tarefas para os cidadãos” (CAMPOS *et al.*, 2021).

Dessa forma, a prática de segregação dos resíduos pode favorecer um comportamento desejável para ações relacionadas à compostagem, usinas de biogás e retorno de resíduos à cadeia produtiva por meio da logística reversa, pautada na economia circular.

Em seguida, respondendo por 16% das ações desenvolvidas neste eixo, com 27 atividades mapeadas, tem-se a categoria gerenciamento de resíduos químicos/banco de reagentes. Essa categoria compreende o gerenciamento de resíduos químicos e abarca atividades tais como: segregação, identificação, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento temporário, coleta, tratamento e destinação final de resíduos perigosos^{17,18}.

Além disso, foi possível observar a menção de atividades, como por exemplo: minimização, não geração de resíduos e, quando possível, a neutralização para descarte na pia; foram encontradas propostas de Banco de reagentes ou Troca solidária de reagentes químicos - mencionadas pela UFPE, UFGD, UFC, UFPel (Re.partilhar¹⁹), UFSM (Bolsa de Resíduos) e FURG; elaboração e divulgação de Manual para Gerenciamento de Resíduos Perigosos; uso de produtos de limpeza e conservação que obedeçam às classificações e especificações

¹⁷ Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica (BRASIL, 2010)

¹⁸ NBR 10.004/2004

¹⁹ Re.partilhar. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/npa/re-partilhar/>.

determinadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária e; a construção de abrigo de resíduos. Foram citadas também a criação de Coordenações, Comissões ou Divisões para a gestão de resíduos químicos.

Em terceiro lugar, a categoria redução de copos descartáveis/programa de canecas aparece com 19 menções, respondendo por 11% do eixo. Adotando ações de redução de compra e oferta de copos descartáveis e, paralelamente, desenvolvendo ações de distribuição de canecas (ou copos reutilizáveis) para a comunidade acadêmica. Além disso, observa-se a realização de campanhas de educação ambiental, visando a redução do consumo de copos (e outros utensílios) descartáveis.

Vale pontuar que os eixos elencados pela A3P e PLS se interseccionam, pois a redução de consumo de papeis e copos descartáveis é também pontuada no eixo Materiais de consumo, por exemplo.

A compostagem de resíduos figura em quarto lugar, sendo realizada por 16 universidades. A UnB²⁰ informa que realiza a compostagem de resíduos provenientes da poda de árvores desde 2018 e o resultado do processo é usado para produção de substrato para mudas florestais e de jardins, assim como na melhoria do solo de áreas específicas dos *campi*. A UFC, UFJF, UFMG, UFVJM, UFRRJ (Projeto Composta Rural, 2019), UTFPR, UFSM (Figura 29), FURG e a UFRN também mencionam a compostagem de resíduos de poda.

Já a UFPE menciona que

os resíduos alimentares, gerados no preparo e pós consumo das unidades alimentares do *campus* (incluindo o restaurante universitário), são coletados duas vezes ao dia pelos serventes de limpeza externa, também separando o material inorgânico presente. Parte dos resíduos alimentares é encaminhado para o pátio de compostagem, onde, juntamente com os resíduos vegetais, é transformado em adubo orgânico por meio do sistema de leiras revolvidas (AÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NO ÂMBITO DA SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DA UFPE, 2021, p. 6).

A UFFS destina parte dos seus resíduos orgânicos para a alimentação de animais e parte para a compostagem (UFFS, 2020, p. 18).

²⁰ Secretaria de Meio Ambiente da UnB. Compostagem. Disponível em <http://sema.unb.br/compostagem>.

Figura 29 – Usina de compostagem UFSC – Colégio Politécnico



Fonte: Relatório PLS 2018 (UFSC, 2019)

A UFSC²¹ contrata uma empresa terceirizada para as atividades de poda e capina, esta, por sua vez, destina os resíduos para uma empresa responsável pela compostagem do material.

A UFV reutiliza os restos de poda para os seguintes fins

destinação dos resíduos é realizada das seguintes formas: a) os resíduos de poda de gramados, limpeza de folhas e varrição de vias têm sido destinados, ainda de forma experimental, para a Unidade de Pesquisa, Ensino e Extensão (Uepe), em Caprinocultura, onde são utilizados para condicionamento de solo, cama de animais e compostagem junto às dejetos do plantel; b) os resíduos de manutenção de jardins são recolhidos e armazenados temporariamente no Viveiro de Mudanças na Vila Giannetti, onde são triturados e utilizados para adubação e recobrimento de canteiros para retenção de umidade; c) os galhos e troncos de árvores são triturados por meio de equipamento, adquirido em março de 2020, e destinados para setores diversos da UFV, principalmente para setores de produção animal do Departamento de Zootecnia, onde são utilizados como cama para animais ou na compostagem de carcaças, restos de partos ou abates (PLS UFV 2021-2023, p. 52) .

A UFERSA menciona usinas de compostagem termofílica, Figura 30. Essa usina tem como substrato os resíduos orgânicos do restaurante universitário e visa a produção de adubo e biofertilizante líquido²², sua operação teve início de 2020.

²¹ Resíduos de poda e capina. Disponível em: <https://gestaoderesiduos.ufsc.br/residuos-de-poda-e-capina/>. Acesso 14 mar 2022

²² Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Disponível em: https://reitoria.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/19/2020/05/Gesta%CC%83o-de-Resi%CC%81duos-so%CC%81lidos_PLS1.pdf. Acesso 14 mar 2022

Figura 30 – Usina de compostagem termofílica, *campus* Mossoró



Fonte: Plano de Gestão de Logística Sustentável 2019 – 2022 (UFERSA, 2019)

A UFTM, no PLS 2021 -2023, pontua que parte dos seus resíduos orgânicos é destinada ao aterro sanitário e parte destes, gerados no Restaurante Universitário da Unidade Univerdecidade, “*é encaminhada para a compostagem realizada na própria unidade via projeto de extensão “Recicla UFTM”*”. O húmus gerado no processo de decomposição dos alimentos é utilizado no projeto de arborização da Univerdecidade” (UFTM, 2021, p. 43). E, no relatório do PLS, de 2019, pontua os resultados desta ação

Por meio do acompanhamento dos resultados do projeto de compostagem, verificou-se que 900 quilogramas de resíduo orgânico gerado no Restaurante Universitário da Unidade Univerdecidade foram compostados em 2019. Em 2020, foram mantidas apenas as atividades de manutenção das composteiras, devido ao não funcionamento do RU em decorrência da pandemia da Covid-19 (RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DO PLS 2019 - UFTM, 2021, p. 27-28).

Em seguida, têm-se a coleta de pilhas e baterias e o uso de papeis recicláveis/consumo de papel, cada um contribui com 8% do total de ações desenvolvidas no eixo resíduos e, apresentam 13 ações cada.

A primeira categoria aglutina ações destinadas à coleta de pilhas e baterias em ecopontos

ou procedem a coleta por meio de parcerias com instituições para a devida destinação destes resíduos. Há também o relato de IES que procedem a contratação de empresas para que essas realizem a destinação dos itens.

A UFJF menciona que “*outros materiais, tais como, pilhas, baterias, isopor e cartuchos para impressoras são encaminhados para empresas que reciclam esses materiais e, também, emitem certificado de destinação ambientalmente correta*” (PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA – UFJF, 2020, p. 8).

A UFPel e FURG mencionam a logística reversa nos processos licitatórios que envolvem estes itens. A primeira menciona que o

O NPA trabalha em uma Cartilha de Gestão de Resíduos, orientando quanto aos procedimentos técnico e administrativos para o manejo de todos os resíduos gerados nas atividades universitárias, englobando os resíduos da logística reversa, como pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e equipamentos eletroeletrônicos e seus periféricos, até os resíduos da construção civil. Dessa forma, busca padronizar os procedimentos internos para a gestão total e o manejo dos resíduos produzidos (PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DA UFPel, p. 19).

E, a segunda ainda acrescenta que o descarte pode também acontecer pelo Programa Descarte *Green*^{23,24}.

Na categoria uso de papéis recicláveis/consumo de papéis, foram localizadas ações, tais como: realização de campanhas visando a redução de consumo de papéis A4, bem como campanhas para a redução de impressões; controle do uso de papéis; incentivo da comunicação digital e implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) procedendo a digitalização de processos - que se destacou durante a pandemia; direcionamento dos papéis usados para reciclagem e confecção de blocos de anotações com papéis usados.

A categoria “outro” aglutinou ações diferentes das categorias trabalhadas, foram contabilizadas 12 atividades, o que correspondeu a 7% das ações na categoria resíduos. Desta forma, pode-se mapear as seguintes ações: práticas de redução de volume de resíduos por destilação solar (destilação passiva) de modo que a UnB e UFSCar promovem esta ação; gerenciamento dos resíduos de construção civil; a UPFE apresenta o projeto de Biorrefinaria Experimental de Resíduos Sólidos Orgânicos (BERSO)

²³ Coordenação de Gestão Ambiental Pilhas e baterias Disponível em: <https://proinfra.furg.br/cgaresiduos/45-cgaresiduos/79-cgampilhasebaterias.html>. Acesso 13 mar 2022

²⁴ Green Eletron – Gestora de Resíduos Eletroeletrônicos Nacional. Disponível em: <https://www.greeneletron.org.br/>. Acesso 13 mar 2022

A BERSO (Biorrefinaria Experimental de Resíduos Sólidos Orgânicos) é um projeto coordenado pelo Departamento de Energia Nuclear (DEN) em parceria com a Diretoria de Gestão Ambiental (DGA) que tem como objetivo o tratamento e reutilização de resíduos orgânicos gerados na universidade. Originado a partir da preocupação em transformar a UFPE em um ambiente mais sustentável, o projeto visa coletar uma parte da expressiva produção de resíduos na universidade (cerca de 10 toneladas de biomassa por dia, uma tonelada de restos de consumo e preparação de alimento por dia e aproximadamente 500 litros de óleo de fritura por mês) e utilizá-los como fontes de energia renovável. Desde o óleo de fritura, que pode ser reciclado e transformado em biodiesel para veículos diversos até a compostagem de biomassa, que pode ser convertida em compostos fertilizantes, a BERSO atualmente representa a solução para os lixos orgânicos e restos de óleos gerados pela universidade (UFPE, 2022).

Outras atividades localizadas foram: coleta de medicamentos; Trote solidário sustentável – que tem como finalidade “*sensibilizar a comunidade universitária, especialmente os novos alunos, sobre a importância da prática da Coleta Seletiva Solidária, programa socioambiental da Universidade Federal do Pará (UFPA)*” (UFPA, 2020); Logística Reversa de cartuchos e *tonners*; contrato para que empresas terceirizadas – contratadas para os serviços de troca de óleo lubrificante, de pneus e de baterias de chumbo de veículos automotores – promovam a destinação adequada destes resíduos (UFTM); capacitação e realização de campanhas de sensibilização para a comunidade acadêmica, servidores e terceirizados; logística reversa e responsabilidade pós-consumo, bem como atenção às questões de sustentabilidade em processos licitatórios; utilização de materiais locais e regionais; uso de *pallets* para a valorização do espaço urbano e promovendo espaços de convívio (*Parklets*), conforme a Figura 31 ilustra, e; aquisição de móveis com madeira certificada.

Figura 31 – *Parklet* Vale – espaço de convivência da UFRGS



Fonte: *Parklet* no *campus* do Vale (UFRGS, 2017)

Em seguida, contabilizando 8 ações cada, as categorias Gestão de lâmpadas fluorescentes e reaproveitamento/coleta de óleo usado, cada uma respondendo por 5% das ações desenvolvidas na categoria resíduos.

Na primeira, destacam-se ações de coleta e reciclagem de lâmpadas fluorescentes, por

meio da contratação de empresas terceirizadas para realização do devido tratamento e disposição. “O óleo de fritura não pode ter como destino pia, bueiro, ralo ou guia da calçada porque impacta negativamente o encanamento da sua casa e também polui a água, além de contribuir para a morte de plantas e animais” (Manual Óleo de fritura – UFPE), além destes fatores o descarte incorreto pode onerar o sistema de tratamento de efluentes, encarecendo o processo. Este resíduo pode, dentre as possibilidades, ser convertido em sabão ou biodiesel, por exemplo.

Em relação o reaproveitamento e coleta de óleo usado, foi mencionado assinatura de termo de cooperação com empresa que procede a destinação adequada deste resíduo (UFGD); tido como um resíduo reciclável especial, a UFSB realiza a coleta e destinação nos seus três campi, vide Figura 32, disponibilizando Ecopontos para a realização da coleta.

A UFPE destina o óleo coletado à BERSO, conforme elucidada a Figura 33,

onde é transformado em biodiesel, o qual é utilizado para geração de energia elétrica e nos tratores da equipe de limpeza. Além disso, foi firmada uma parceria com a ASA visando a coleta do excedente de óleo, acionada quando a capacidade de processamento da BERSO é atingida. A parceria se deu através da adesão ao programa de responsabilidade socioambiental da ASA, denominado “Mundo limpo vida melhor”, o qual tem como objetivo a redução do impacto ambiental do descarte inadequado do óleo de fritura através da sua coleta seletiva, reciclagem e reutilização. O óleo coletado pela ASA é reciclado e reutilizado no processo de produção de sabão em barra (AÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NO ÂMBITO DA SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DA UFPE, 2021).

A UFSM pontua em seu *Relatório de Avaliação do Plano de Gestão de Logística Sustentável UFSM – 2018* (2019, p. 33) que “até o final do ano de 2018 não houve empresas responsáveis pela coleta de óleo usado, dessa forma manteve-se armazenado nas dependências da UFSM. Como alternativa de descarte correto, realizou-se a doação deste resíduo para a empresa Faros”.

Figura 32 – Fluxograma da Gestão do resíduo – óleo residual de cozinha na UFSB|



Fonte: UFSB, 2022

As IES: UFRB, UNIVASF, FURG e UFSC também mencionam a realização de coleta de óleo usado.

Figura 33 – Unidade de reciclagem de óleo visando a obtenção de biodiesel a partir de óleo usado - BERSO / UFPE



Fonte: Ações de sustentabilidade no âmbito da Superintendência de Infraestrutura da UFPE (2021)

A categoria usinas de biogás foi inserida com a finalidade de mapear se esta ação vem sendo executada no espaço acadêmico. De modo geral, buscou-se identificar atividades perenes, no entanto, para esta categoria, buscou-se caracterizar/mapear os diversos projetos relacionados a biogás desenvolvidos nas IES. Dessa forma, observou-se seis menções desta ação, o que corresponde a 4% das atividades realizadas no eixo resíduos, os quais são apresentadas no Quadro 4:

Quadro 4 – Referências a biogás localizadas nas IES públicas federais

<i>IES</i>	<i>Projeto</i>	<i>Detalhamento</i>	<i>Link</i>
<i>UFMS</i>	Dimensionamento de um Biodigestor para geração	O intuito da ZooPlus com o projeto é a produção de energia elétrica a partir da biodigestão de dejetos, para abastecimento parcial da	Projetos Sustentáveis desenvolvidos por EJ ²⁵ s

²⁵ Empresas Juniores

	de energia Elétrica	unidade de pesquisa e extensão de suínos da Fazenda Escola da UFMS.	https://www.ufms.br/resultado-final-da-selecao-de-projetos-sustentaveis-desenvolvidos-por-ejs/
UFAL	Biodigestor residencial a baixo custo	O protótipo do biodigestor residencial de baixo custo será apresentado na disciplina de Seminário Integrador 2, da professora Aline Maria Nogueira Pereira, orientadora do projeto. Toda mão de obra para criação foi dos integrantes da equipe. Para isso, foi usado um galão de 20 litros de água e o protótipo finalizado custa em média R\$ 140. [...] A ideia do projeto do biodigestor surgiu durante a disciplina Seminário Integrador 1, no primeiro semestre, com o professor Ricardo Leão. Na ementa, a matéria tratava de um projeto de pesquisa voltado para a área da engenharia.	Alunos premiados do Sertão apresentam biodigestor residencial a baixo custo https://ufal.br/ufal/noticias/2017/11/alunos-premiados-do-sertao-apresentam-biodigestor-residencial-a-baixo-custo
UNILAB	Biogestores com integração entre a Unilab e a comunidade dos municípios de Barreira, Acarape e Redenção	Pesquisa desenvolvida pela estudante Maria Luciene da Silva, do Mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (Masts) a partir de uma demanda apresentada pelo agricultor Edilson Santiago, que possui uma criação de suínos e enfrentava dificuldades quanto à destinação dos dejetos. Assim como esse produtor, outros produtores da região possuem expressivo potencial de produção de biomassa.	Panfleto do Seminário “Produção e tecnologia no campo” https://unilab.edu.br/wp-content/uploads/2016/06/Panfleto-MASTS-sobre-Biogestores.pdf
UFPE	Biorrefinaria Experimental de Resíduos Sólidos Orgânicos	O restante dos resíduos alimentares é utilizado para alimentar o biodigestor anaeróbio, onde a matéria orgânica é decomposta na ausência de oxigênio, gerando biogás e biofertilizante. O biogás é uma fonte de energia renovável e de	DE SOUSA <i>et al.</i> , 2022 UFPE e Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade se tornam parceiras na

		baixo custo e o biofertilizante pode ser aproveitado na adubação de cultivos vegetais	área de resíduos sólidos
			https://www.ufpe.br/agencia/noticias/-/asset_publisher/dlhi8nsrz4hK/content/ufpe-e-secretaria-de-meio-ambiente-e-sustentabilidade-se-tornam-parceiras-na-area-de-residuos-solidos/40615
UNIFESSPA	BioFertiGás	<p>O projeto para construção do Biodigestor foi desenvolvido pelo Grupo de Estudos em Máquinas e Mecanização Agrícola (GEMMA) e coordenado pelo Prof. Dr. David Cardoso Dourado, do curso de Agronomia da Unifesspa.</p> <p>BioFertiGás possui 2,5m de largura, 2,20m de profundidade e uma caixa d'água ou campânula de 3 mil litros, saindo a um custo bem acessível, cerca de R\$ 3 mil reais, tornando-o R\$ 5 mil reais mais barato em relação aos tradicionais biodigestores encontrados no mercado. Substrato: dejetos</p>	<p>Sustentabilidade: Unifesspa entrega à comunidade o primeiro BioFertiGás amazônico; economia de gás chega a 72 mil reais por ano</p> <p>https://unifesspa.edu.br/noticias/4315-sustentabilidade-unifesspa-entrega-a-comunidade-o-primeiro-biofertigas-amazonico-economia-de-gas-chega-a-72-mil-reais-por-ano</p>
UFFS	Projeto de usina de biogás	Projeto de usina de biogás no <i>campus</i> de Chapecó visando o aproveitamento do excedente da produção pecuária e resíduos urbanos do município (aproximadamente 19 mil toneladas a cama de aviários; 70 mil toneladas de dejetos de suínos; mil toneladas de carcaças; e mil toneladas de orgânicos urbanos), livre de custos. Em contrapartida, o biofertilizante (biomassa processada na usina) será devolvido pela UFFS ao município, também sem custos.	<p>Instituições regionais do oeste catarinense conhecem projeto de usina de biogás da UFFS</p> <p>https://www.uffs.edu.br/institucional/reitoria/diretoria-de-comunicacao-social/noticias/instituicoes-regionais-do-oeste-catarinense-conhecem-projeto-de-usina-de-biogas-</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Juntamente com a categoria “usinas de biogás”, também com 6 ações e respondendo por 4% do eixo resíduos, observa-se a categoria “Resíduos eletroeletrônicos”, o qual busca compreender como estes resíduos são destinados, tendo em vista são compostos por metais, os quais podem ser recuperados ou que podem provocar a contaminação do solo, por exemplo.

Dessa forma, a UFMS tem como meta a coleta anual de lixo eletrônico em todos os câmpus e, de acordo com Relatório de avaliação ano 2020 do PLS 2019-2021 a meta foi parcialmente alcançada

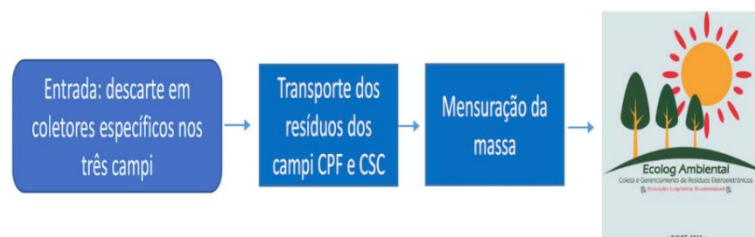
A primeira meta, “promover em 2020 a coleta anual de -lixo eletrônico em todos os câmpus”, foi atendida parcialmente, considerando a pandemia da Covid-19, com a redução do fluxo de pessoas na Cidade Universidade e principalmente nos câmpus, sendo adotado o trabalho remoto e o ensino remoto de emergência.

A meta foi parcialmente atendida tendo em vista a realização da segunda edição da Semana do Lixo Zero entre os dias 26 a 30 de outubro de 2020, desta vez totalmente virtual. O evento contou com lançamento do canal do Youtube Semana Lixo Zero Campo Grande, palestras, *webinários*, oficinas gravadas, ação de serigrafia do Art. 225 da Constituição Federal, desafio sustentabilidade de produção audiovisual caseira, arrecadação de materiais para SOS Pantanal, como também, distribuição de 800 mudas de árvores frutíferas. Também foi realizado um *drive-thru* para coleta de resíduos para reciclagem e lixo eletrônico nos altos da Avenida Afonso Pena em Campo Grande (RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO ANO 2020 - UFMS, 2021, p. 30).

Em resposta ao contato realizado por e-mail, a UFSB informou que dispõe de ECOPONTOS para a coleta de resíduos eletrônicos (baterias, celulares, desktops, fornos elétricos, furadeira, impressoras, notebooks, monitores) e promove a destinação para empresa responsável pelo procedimento de descarte, conforme a Figura 34. Os equipamentos eletrônicos da instituição seguem um protocolo diferente por ser considerado patrimônio público e, portanto, devem ser encaminhados para processos de desfazimento com regulamento próprio da administração pública federal. Procedimento similar ocorre com a UFSM e com a FURG, onde possui um programa nomeado SUSTENTARE, de modo que os equipamentos podem ser redirecionados (ociosos), recuperados – aliado a responsabilidade social e aqueles irre recuperáveis são destinados para separação e posterior reciclagem, também aliado a responsabilidade social. A UFSC também executa um procedimento de destinação aliado a responsabilidade social, dessa forma, os resíduos coletados no Ponto de Entrega Voluntária (PEV) são destinados ao programa de reciclagem de eletroeletrônicos do Comitê para Democratização da Informática – CDI, organização social que reaproveita parte das peças

recolhidas para promover inclusão digital em comunidades carentes; e a fração não reaproveitável é encaminhada à reciclagem em processo devidamente licenciado e certificado UFSC, 2022).

Figura 34 – Fluxograma da gestão de resíduos eletrônicos da UFSB



Fonte: UFSB (2022)

Já a UFV, em seu PLS 2021 – 2023, pontua que vêm fazendo um procedimento de recuperação de equipamentos eletrônicos

Por meio de uma parceria entre as Diretorias de Tecnologia da Informação (DTI) e DMT foi criado o Programa Triagem de Equipamentos. Esse programa tem contribuído para o aumento da vida útil de computadores com consequente diminuição da geração de lixo eletrônico. Os equipamentos que lograram sucesso no processo de recuperação, além do laudo, recebem um selo, [...] identificando-o como equipamento recuperado. De julho/2019 a fevereiro/2020, foram avaliados 159 equipamentos, dos quais 140 foram recuperados (PLS UFV 2021-2023, 2021, p. 56).

Por fim, com menor quantidade de ações tem-se a categoria reaproveitamento de resíduos sólidos recicláveis, respondendo por 2% das ações mapeadas no eixo resíduos e tendo localizado 4 atividades desenvolvidas. Sendo assim, a UFAM menciona que busca reaproveitar os resíduos de construção civil. A FURG menciona que possui oficinas para promover o reaproveitamento de materiais e promove atividades com foco na promoção social. A UFFS menciona a destinação de embalagens Tetra Pak para projeto social e a UFRGS elaborou uma cartilha para reaproveitamento de resíduos.

Dessa forma, em um panorama geral, procedendo-se a comparação de recorrência de ações por categoria e em relação ao total de universidades analisadas, obtém-se que as cinco ações mais mencionadas e suas respectivas porcentagens, são: coleta seletiva e resíduo sólido (54%), economia e controle de água (43%), usinas de energia solar/painéis fotovoltaicos (42%), instalação de lâmpadas LED (39%) e gerenciamento de resíduos químicos/banco de reagentes

(39%). O gráfico de árvore, apresentado na Figura 35, apresenta essa informação de forma visual, de modo que as áreas correspondem a porcentagem representada pela categoria.

Figura 35 – Recorrência das ações nas IES públicas federais



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.4. ANÁLISE DOS ARTIGOS

Observando-se a análise realizada anteriormente é possível perceber que há uma preocupação da maioria das IES analisadas em promover ações em sustentabilidade. Ainda que incipiente, observou-se também ações relacionadas à compostagem e ao uso da tecnologia de digestão anaeróbia para o tratamento de resíduos ou efluentes.

De acordo com notícia veiculada no site da UEL

Assim como a UEL, a USP foi contemplada em chamada pública dentro do Programa de Eficiência Energética da ANEEL, para projetos de Eficiência Energética Prioritário (PEE) e de Pesquisa e Desenvolvimento Estratégico (P&D). No caso da Universidade paulista, por meio da Eletropaulo foram investidos R\$ 6 milhões para o desenvolvimento e construção de Usina Fotovoltaica e de Biogás. Os recursos também contemplam troca de equipamentos (UEL, 2020).

4.4.1. Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Helenas (2019) realizou sua pesquisa nas dependências do Laboratório de Hidráulica e Saneamento (Centro de Tecnologia e Urbanismo – CTU) da Universidade Estadual de Londrina – UEL, localizada na cidade de Londrina – PR.

Objetivando “*Avaliar o desempenho da biodigestão anaeróbia de resíduos alimentares do restaurante universitário - RRU da Universidade Estadual de Londrina - UEL, com foco na produção de metano*” (HELENAS, 2019, p. 18). Segundo a autora, no ano de 2017, foram gerados 470 kg d^{-1} de resíduos alimentares provenientes do RU, o qual é composto de cascas de legumes, ditas sobras limpas, e sobras sujas – restos de alimentos, aqueles oferecidos no balcão de distribuição e os restos de alimentos deixados nas bandejas dos consumidores.

O estudo foi dividido em duas etapas, de modo que a primeira visava a obtenção da melhor condição experimental e, a segunda, a aplicação desta condição, obtida anteriormente, em um reator em escala piloto, esta fase, por sua vez, foi dividida em três fases: Fase II – A (aclimação), Fase II – B (desequilíbrio) e Fase II – C (estabilização). Os ensaios realizados em reator piloto tiveram “*como foco a análise quali-quantitativa do biogás e do efluente gerados*” (HELENAS, 2019, p. 42), dessa forma, foi realizada a caracterização físico-química dos inóculos, substratos e misturas antes e após os experimentos para as duas etapas e suas fases. A temperatura utilizada no estudo foi 36°C , para as duas etapas, condição conhecida como mesofílica.

Para os ensaios em escala de bancada foram utilizados frascos de borossilicato com capacidade volumétrica total de 250 mL e volume útil de 120 mL, com tampas de nylon tecnil adaptadas com duas saídas – uma para o manômetro, visando a medição da produção volumétrica de biogás e a outra, adaptada com uma válvula agulha, para expurga e coleta de biogás para análise qualitativa (composição do biogás). Já o protótipo foi projetado e montado pela empresa ER-BR Energias Renováveis, situada na cidade de Londrina, e apresentou as características mostradas na Figura 36: A alimentação do reator ocorreu três vezes por semana e, antes de cada alimentação, o mesmo volume que seria adicionado, era retirado.

Figura 36 – Características do Reator anaeróbio em escala piloto

Volume total	500 L
Volume útil	400 L
Processo	Semi-contínuo
TDH	40 d
Temperatura	36°C
Agitação	30 rpm por 30 min. a cada 2h30

Fonte: HELENAS (2019)

O substrato utilizado trata-se dos resíduos alimentares provenientes do pós-consumo das refeições servidas no RU do *campus* da UEL, retirados das bandejas por meio de jateamento de água em bombonas de 200 L. O Quadro 5 apresenta os volumes de substrato coletados para a Etapa I e II.

Quadro 5 – Volume de Substrato e acondicionamento para o ensaio em escala de bancada e piloto

	<i>Volume</i>	<i>Tratamento</i>	<i>Observação</i>
<i>Etapa I</i>	Coletou-se 10 L contendo os resíduos alimentares e a água de jateamento - RRU,	No laboratório, o substrato foi triturado em liquidificador doméstico com intuito de promover a uniformização do tamanho dos resíduos particulados. Em seguida, este foi armazenado em galões plásticos de 5 L e conservado a -18°C até sua utilização.	Quantidade suficiente para realização dos ensaios de BMP
<i>Etapa II</i>	Uma coleta de 200 L de substrato foi realizada	O cardápio escolhido para o período de monitoramento do reator consistiu em: arroz, feijão, lasanha, polenta, bife, banana à milanesa, tomate, acelga e laranja. O material foi triturado em liquidificador doméstico, armazenado em	Ao definir a data de partida do reator, foi estabelecido um cronograma para que as coletas de lodo de esgoto e de resíduos alimentares fossem realizadas 24 h e 36 h antes do startup, respectivamente, tempo necessário para

galões de 5 L e congelado a - 18°C, de modo a preservar suas características. preparo do inóculo e substrato.

Um dia antes da alimentação, o resíduo congelado era retirado do freezer e mantido em temperatura ambiente, com o intuito de descongelar gradualmente

Fonte: Adaptado de Helenas (2019)

Por sua vez, o inóculo utilizado refere-se ao lodo de esgoto coletado de um dos Reatores Anaeróbico de Leito Fluidificado - RALF da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Sul da Sanepar de Londrina (PR). O Quadro 6 apresenta os volumes de inóculo e o procedimento para armazenamento, nas etapas I e II

Quadro 6 – Volume coletado de inóculo para a etapa I e II

Etapa I	Galões de 5L armazenados por 24h em ambiente anaeróbico
Etapa II	Coletou-se 150 L de inóculo e, em bombonas de 80 L, foi mantido por 24 h em ambiente anaeróbico para desgaseificação

Fonte: Adaptado de Helenas (2019)

Na Figura 37 são apresentados os parâmetros físico-químicos de controle operacional (temperatura, pH, alcalinidade, AGV, relação AGV/AT), de desempenho (DQO, série de sólidos, produção de biogás, além de proteínas, lipídios totais, carboidratos e sódio) e a

frequência de monitoramento utilizados no estudo de Helenas (2019).

Figura 37 – Parâmetros físico-químicos e métodos utilizados para medição

Parâmetro	Método	Referência *	Frequência
pH	Potenciométrico	4500 H*	3x/semana
Temperatura	Termômetro digital	-	Diária
AGV	Titulométrico	5560 C (adaptado)*	3x/semana
Alcalinidade	Titulométrico	2320 B*	3x/semana
DQO	Método do refluxo fechado	5220 C*	Semanal
ST	Gravimétrico	2540 B*	Semanal
STV	Gravimétrico	2540 E*	Semanal
Gases (CH ₄ , CO ₂ , H ₂ S)	Sensores catalíticos infravermelhos e detectores eletroquímicos	-	Em função da produção
Proteínas	Kjeldhal * 6,25	FAO (2002)	1x para caracterização
Lipídeos	Extração direta em Soxhlet	Instituto Adolfo Lutz (2008)	1x para caracterização
Carboidratos	Diferença entre 100 e a soma das percentagens de proteínas, lipídeos, lignina, água e cinzas	FAO (2002)	1x para caracterização
Sódio	Digestão seguida de espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente	FAO (2002)	1x para caracterização

Fonte: Helenas (2019)

No trabalho elaborado por Helenas (2019) destacam-se as palavras: biogás, resíduos, sólidos, produção, metano, reator, anaeróbio e alcalinidade, por exemplo. Nesta análise foram removidas as palavras “que”, “l-1”, “entre”, “valores”, “and”, “the”, “figura”, “vez”, “for”, sua” e numerais, pois são palavras sem relevância para análise e que apareciam com frequência. Para Helenas Perin *et al.* (2020) observa-se o mesmo conjunto de palavras, porém com foco em produção, reator, anaeróbio, alimento e biogás, a nuvem de palavras obtida para cada um dos estudos é apresentada na Figura 38.

É interessante observar que, mesmo em menor frequência a palavra “alcalinidade” se destaca, nas duas publicações, pois a autora relata que, apesar de proceder o aumento gradual da COV, o sistema entrou em desequilíbrio, sendo necessária a suspensão da operação do reator, mantendo-se a adição de tampão “*visando promover a alcalinidade do sistema*” (HELENAS, 2019, p. 54).

A autora menciona que neste período de suspensão observou-se a formação de uma camada e gordura no interior do reator e, visando sanar o problema, isto é, a quebra da camada de gordura promoveu-se a recirculação da mistura no reator, no entanto esta media não refletiu

em um aumento da produção de metano.

Figura 38 – Nuvem de palavras Helenas (2019) (à esquerda) e Helenas Perin *et al.*, 2020 (à direita)



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A autora ainda pontua que, conforme a literatura aponta, o valor do pH do substrato de resíduo a alimentar é ácido, de modo que a faixa esperada está entre 4,10 e 5,98 e, obteve-se neste estudo pH igual a 4,37, na Etapa I, e 4,12 na Etapa II. A acidez do substrato implica no processo de escolha do inóculo – optando por aquele que eleve o pH do meio, próximo a 7 –, de modo que as bactérias produtoras de metano são sensíveis a pH ácido

Como condição ótima, na Etapa I obteve-se a proporção de inóculo/substrato de 1:1 STV_{mist}. A em termos de % STV, para o aumento de escala definiu-se que o percentual de inóculo a ser aplicado no reator de 500 L seria de 30% do volume útil do mesmo (abaixo dos 50% estabelecidos na condição 1:1).

Devido a característica dos resíduos alimentares, utilizando-se em seu preparo temperos e condimentos, a autora indica a necessidade de avaliação das concentrações de micronutrientes.

No trabalho publicado por Helenas *et al.* (2020), os autores procedem uma co-digestão, por meio da adição de resíduos de poda. É interessante observar que, em comparação com o reator que foi alimentado somente com resíduo de alimentação, este apresentou melhor

desempenho.

O fato aponta para o que tem sido foco de estudos, a co-digestão ou por meio e o uso de aditivos, visando melhorar o desempenho da DA. Conforme pontuam Romero-Güiza *et al.* (2016), diferentes abordagens têm sido aplicadas para melhorar a produção de biogás dos biodigestores como:

- (i) co-digestão para aumentar a taxa de carregamento orgânico do digestor;
- (ii) pré-tratamentos para aumentar a biodegradabilidade dos resíduos;
- (iii) melhoria do reator em termos de configuração e operação; e
- (iv) uso de aditivos para estimular a atividade microbiana e/ou reduzir a concentração de agentes inibitórios.

Em relação aos resíduos de alimentos, há um interesse significativo devido à sua alta biodegradabilidade e teor de nutrientes, no entanto, estes apresentam um caráter ácido que pode provocar desestabilização no biodigestor, sendo assim uma grande desvantagem da monodigestão de resíduos alimentares é a rápida taxa de hidrólise, resultando em queda de pH abaixo de 5,5 devido ao acúmulo de AGV (KARKI *et al.*, 2021), algo semelhante ao ocorrido com HELENAS (2019).

4.4.2. Universidade de São Paulo (USP)

D'Aquino (2018, p. 9) objetivou em sua pesquisa obter o “*potencial de aproveitamento energético por biogás a partir dos resíduos orgânicos gerados na Cidade Universitária da USP*”, sendo que, 35 restaurantes existem dentro da CUASO.

Em relação a quantidade de resíduos gerados, sob responsabilidade da USP, tem-se, “*em média, 184,81 toneladas mensais, com um pico de geração no mês de março – 226,24 toneladas – e o menor volume em janeiro – 139,49 toneladas*” (D'AQUINO, 2018, p. 79).

A autora menciona a sazonalidade ao qual o ambiente universitário está sujeito, tendo em vista que possui períodos de atividades e de férias, no qual a circulação de pessoas reduz consideravelmente. Dessa forma, “*foram realizadas coletas de dados quantitativos da geração de restos de alimentos, podas e efluente sanitários, junto à prefeitura do campus Capital da Universidade de São Paulo e à Superintendência de Assistência Social (SAS), em regime mensal*” (D'AQUINO, 2018, p. 57).

A primeira etapa do trabalho, com a finalidade de compreender quais resíduos seriam alimentados no biodigestor e visando a concepção da planta de biogás, consistiu no

levantamento de quais os tipos de resíduos e efluentes orgânicos gerados, seus volumes e localização.

A coleta composta de substrato consistiu em um conjunto de coletas simples, de um litro para alimentos e dois para efluente sanitário, realizadas no período de uma semana, mantendo-se o ponto de amostragem. Já as podas, foram coletadas somente uma vez, sendo que, ao final de cada semana as amostras foram trituradas, homogeneizadas e encaminhadas para análise. Dessa forma, o volume de resíduos e efluentes coletados está ilustrado na Figura 39.

Figura 39 – Meses em que ocorreu a coleta e os respectivos volumes

	Nov/16	Dez/16	Fev/17	Mar/17	Mai/17	Jun/17
Resíduos de alimentos (L)	5	5	5	5	5	5
Podas (g)	0	0	0	0	0	300
Efluente sanitário (L)	0	0	10	10	0	10

Fonte: D'AQUINO (2018)

Para caracterização dos resíduos, foram realizadas as análises constantes na Figura 40.

Figura 40 – Metodologias utilizadas para análise dos parâmetros físico-químicos

PARÂMETRO	METODOLOGIA
Sólidos totais e voláteis	APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 th ed. Washington, 2005 (Method 2540 – B e 2540 – C).
DQO solúvel	APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 th ed. Washington, 2005 (Method 5220 – D).
Análise elementar	Equipamento Perkin Elmer, modelo 2400

Fonte: D'AQUINO (2018)

Para os ensaios, em escala de bancada, foram utilizados frascos com capacidade volumétrica total de 1000 mL, com 15 unidades, os quais eram agitados e possuíam saída de gás, este foi quantificado por meio de um aparato de deslocamento. Aos medidores eram acoplados sistemas eletrônicos de medição.

“O ensaio de potencial técnico de produção de biogás, foi realizado utilizando como inóculo o lodo coletado em digestor anaeróbio na Estação de Tratamento de Baureri, da SABESP” (D’AQUINO, 2018, p. 93).

O estudo em questão menciona a necessidade de existir uma infraestrutura de desenvolvimento de dados primários, auxiliando no desenvolvimento de pesquisas teóricas. Em consonância com um dos objetivos, sendo ele, iniciar uma estrutura de geração de dados primários na área de produção de biogás. Dessa forma, *“foram levantados os possíveis laboratórios que poderiam trabalhar em sinergia com o Laboratório de Desenvolvimento de Biocombustíveis, especialmente na realização de análises físico-químicas” (D’AQUINO, 2018, p. 69)* e os equipamentos necessários.

No ano de 2015, através de uma Reserva FAPESP, foi possível a aquisição de equipamentos e infraestrutura de suporte laboratorial, devido ao recebimento de uma verba no montante de R\$94.371,00.

Ao mencionar o esgoto sanitário, um dos três resíduos produzidos no *campus* – sendo os outros dois resíduos de alimentação e poda – torna-se importante ressaltar o apontamento feito pela autora em relação ao biodigestor UASB, instalado no Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH), que atualmente encontra-se desativado, e ao *“Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas (PUREFA), instaurado em 2005, como complementar ao Programa Permanente para Uso Eficiente de Energia Elétrica na USP (PUREUSP)” (D’AQUINO, 2018, p. 82)*, de modo que, apesar dos esforços, os programas apresentaram poucos resultados efetivos

Ambos programas possuem grande relevância no âmbito da Universidade, como esforço não apenas para incentivo de utilização de fontes alternativas de energia dentro do *campus*, mas também da eficientização do consumo de energia. [...]. No entanto, poucas ações em termos de eficiência energética, normatização e sistematização foram efetivamente implementadas (D’AQUINO, 2018, p. 82).

Após a caracterização elementar e física dos resíduos orgânicos do CUASO obteve-se que *“os restos de alimentos e esgoto sanitário são altamente biodegradáveis, enquanto que restos de poda são considerados no limiar entre moderadamente e lentamente biodegradáveis” (D’AQUINO, 2018, p. 91)*, sugerindo que a co-digestão do resíduo de poda com elevado conteúdo de água possa ser vantajosa.

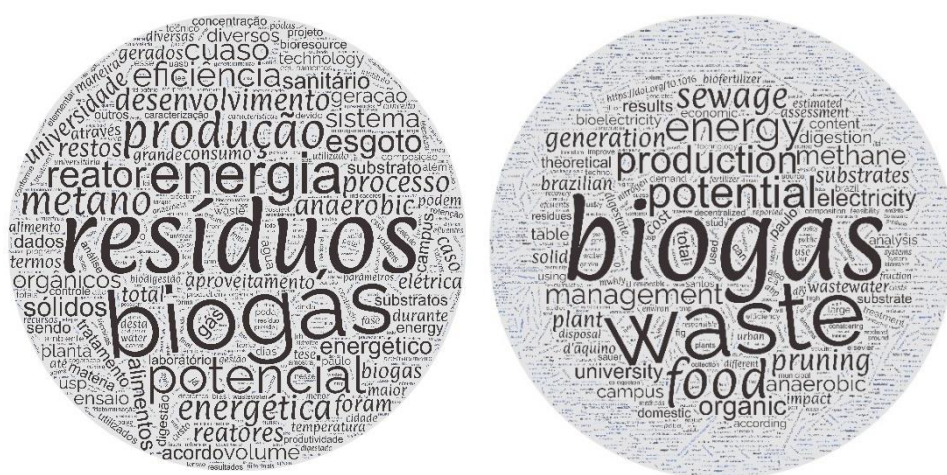
Dessa forma, o estudo, em sua conclusão, aponta que *“as iniciativas relacionadas ao uso mais sustentável de energia e o desenvolvimento de técnicas e procedimentos que auxiliem*

a comunidade como um todo ainda carecem de continuidade e maior efetividade, uma vez que grande parte já foram abandonadas, ou tiveram poucas ações finalizadas [...]” (D’AQUINO, 2018, p. 109).

A autora ainda sugere o dimensionamento de uma planta de biogás, dada a possibilidade de aproveitamento, na forma de biogás, de geração de energia elétrica, estimando-se que que o desperdício – devido ao não aproveitamento deste potencial – seria ordem de 4.949,36 MWh no ano, ou 1.313.295,74 m³ de biometano.

Para a formação da nuvem de palavras do estudo realizado em 2018 foram removidas as seguintes palavras: que, figura, and, tabela, entre, the, partir, vez, sua que não apresentam relevância nesta análise. Dessa forma, observa-se que: resíduos, biogás, energia, produção, potencial, desenvolvimento, reator, CUASO, eficiência, universidade são algumas das palavras mencionadas com recorrência. No artigo de D’Aquino, Santos e Sauer (2022) observa-se que as palavras mais relevantes são: *biogas* (biogás), *waste* (resíduo), *food* (alimento), *energy* (energia), *potential* (potencial), *production* (produção), *sewage* (esgoto), *pruning* (poda), *management* (gerenciamento). Dessa forma, os resultados obtidos são apresentados na Figura 41, observa-se que as palavras mais relevantes, em destaque, estão em consonância com os objetivos apresentados nos estudos avaliados.

Figura 41 – Nuvem de palavras geradas a partir dos artigos de D’AQUINO (2018) e D’AQUINO; SANTOS; SAUER (2022)



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Migliati (2021), em seu estudo de caso sobre a planta desenvolvida na USP, menciona que os trabalhos desenvolvidos por D'Aquino – e o grupo de estudo ao qual a autora integra – culminaram na implementação da planta de biogás localizada no Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo (USP), que entrou em operação em 2021, e tem como substrato os resíduos de alimentos e podas como co-substrato, estes configuram como os principais resíduos da cidade universitária.

O objetivo da unidade é estudar a viabilidade técnica e econômica do biogás como fonte de energia de valor agregado, produzir o biogás e tratar os resíduos orgânicos do *campus*. A planta de biogás foi construída pela empresa ER-BREnergias renováveis com sede no Paraná, em Londrina – esta empresa também é responsável pela construção do biodigestor da UEL, anteriormente mencionado –, em conjunto com a USP. A planta é composta por dois biorreatores de 420 m³ e um tanque digestado, que é onde se armazena o efluente estabilizado, também com um volume de 420 m³, estes podem trabalhar em série, em paralelo ou de maneira independente. (MIGLIATI, 2021).

De acordo com o autor, em termos de unidades operacionais a planta conta com:

- recepção e o prepare - na qual se selecionam os substratos e realizam-se os pré-tratamentos;
- área de equalização - onde podem acontecer adições de algum reagente e têm-se as misturas dos substratos
- biodigestão - na qual estão os reatores.
- unidade de pós-tratamento efluente - para tratamento do digestato,
- a unidade de pós-tratamento de gás, para remoção de vapor de água e H₂S
- unidade de uso energético

Desse modo, o autor conclui que, a planta de biogás do IEE demonstrou o potencial da produção de biogás a partir de resíduos alimentares. O reator opera em condição mesofílica e, com baixa vazão de alimentação dos biodigestores, a planta não apresentou problemas de acúmulos de ácidos e baixos pH.

4.4.3. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

De Sousa *et al.* (2022) realizou sua pesquisa no *campus* principal da UFPE, em Recife. De acordo com os autores “*Mais de 45 mil pessoas circulam todos os dias neste campus, número semelhante ou superior ao da maioria das cidades brasileiras. Portanto, qualquer*

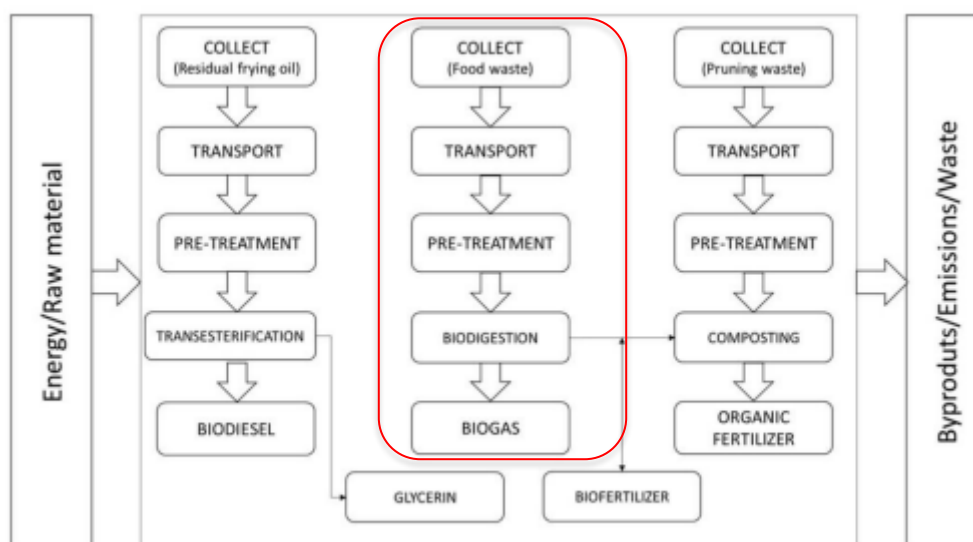
modelo de tratamento de resíduos estabelecido no campus poderia ser adaptado para essas pequenas cidades” (DE SOUSA *et al.*, 2022, p.828).

O estudo objetivou avaliar uma estrutura da Biorrefinaria Experimental de Resíduos Sólidos Orgânicos (BERSO), Figura 42, criada em 2019, “para o tratamento de óleo de cozinha usado, biomassa de poda e resíduos orgânicos e de alimentos para produção de biodiesel, biogás, composto orgânico, 1,3-propanodiol e energia elétrica no campus da Universidade Federal de Pernambuco” (DE SOUSA *et al.*, 2022, p.827). Neste estudo o foco será dado à usina de biogás.

Em relação ao resíduo produzido no *campus*, o estudo aponta que, é produzido em maior quantidade o lixo orgânico, gerado pela poda de árvores e arbustos, corte de grama e limpeza de folhas em parques e quintais

[...] principalmente provenientes dos 13 restaurantes e cantinas, mas principalmente do Restaurante Universitário, que serve mais de 3.000 refeições por dia. Nesta e em outras unidades alimentares, os resíduos são separados em “recicláveis”, “não recicláveis” e “orgânicos”. Atualmente, a primeira fração é transferida para cooperativas de reciclagem, e os não recicláveis são encaminhados para aterros sanitários, enquanto os resíduos sólidos orgânicos são tratados na própria universidade. (DE SOUSA *et al.*, 2022, p. 830)

Figura 42 – Fluxograma referente aos processos desenvolvidos na BERSO para o tratamento de efluentes



Fonte: Adaptado de DE SOUSA *et al.* (2022)

De acordo com os autores, para a caracterização físico-química e quantificação dos resíduos, durante 60 dias, os resíduos orgânicos foram pesados e uma amostra foi retirada para quantificar: umidade, pH, valor calorífico, massa molar, sólidos voláteis e totais, índice de saponificação, relação carbono/hidrogênio insaturado, celulose, hemicelulose, lignina, teores de carbono, nitrogênio, potássio e fósforo. Essas análises tiveram como finalidade identificar cada etapa das rotinas diárias no entorno do *campus*.

Em relação à digestão anaeróbia e produção de biogás, foi construída uma planta piloto composta por: um triturador de resíduos (TR-201); um digestor anaeróbico (RT-201); tanques de alimentação (TQ-201) e armazenamento (TQ-202); uma unidade de processamento de biogás; medidores de fluxo de gás, pressão e temperatura; um compressor; e um queimador (FL-201).

Em linhas gerais, o fluxo do processo, ilustrado na Figura 43, é apresentado da seguinte forma, no estudo em análise:

Os resíduos alimentares do restaurante da universidade eram coletados diariamente, pesados e a seguir triturados (TR 201). Uma vez processado, uma alíquota do resíduo foi coletada para determinar o pH e os sólidos voláteis totais. Os resíduos triturados foram enviados para o tanque de alimentação (TQ 201) onde água não clorada foi adicionada para fornecer uma taxa de carregamento orgânico (OLR) de $0,2 \text{ kgVSm}^{-3}\text{dia}^{-1}$ e um tempo de retenção hidráulica (TRH) de 45 dias. O biodigestor foi operado à temperatura mesofílica. O substrato passou ao longo de toda a extensão do biodigestor, e o digerido foi coletado no tanque de armazenamento de efluente (TQ 202) (DE SOUSA *et al.*, 2022, p. 831).

Em termos de projeto, o biodigestor dimensionado é do tipo “*lagoa coberta, em alvenaria construída com cobertura de PVC de baixo custo, volume de $9,6 \text{ m}^3$, e trabalhado de forma semicontínua com alimentação diária. A tampa de PVC funciona como um gasômetro com capacidade de 4 m^3 e capacidade de pressão interna de até $30 \text{ mmH}_2\text{O}$* ” (DE SOUSA *et al.*, 2022, p. 832).

A partida do reator foi realizada utilizando-se esterco bovino fresco, 1.500 kg, diluído em água até atingir o volume de trabalho ($9,6 \text{ m}^3$). A mistura de esterco e água foi deixada para estabilizar por 35 dias antes do início das adições de resíduos alimentares.

O biogás armazenado no gasômetro era enviado por uma única saída na tampa de PVC para um compressor e depois para um gerador elétrico ou simplesmente para ser queimado. Para fins de geração de eletricidade, o gás passou por um processo de purificação de três estágios em que a água (EF 201), o sulfeto de hidrogênio (EF 202) e o dióxido de carbono (EF 203) foram sucessivamente removidos. Pontos de amostragem de gás e sensores de pressão (PI-201, PI-202, PI-203, PI-204) foram instalados antes e depois de cada unidade de estágio de purificação. Amostras de gás

impurificado foram coletadas periodicamente para determinar a concentração de metano. No duto após o compressor e antes do queimador (FL 201) 201) e pressão (PI 205) foram instalados para quantificar o volume de gás produzido.

O efluente armazenado no tanque de saída (TQ 202) pode ser recirculado para o tanque de alimentação (TQ 201), diminuindo o consumo de água e aumentando o pH inicial do substrato, ou ser utilizado como biofertilizante. Amostras foram coletadas do tanque de saída para determinar a qualidade do efluente (DE SOUSA *et al.*, 2022, p. 832).

A digestão de resíduos alimentares ainda apresenta grandes desafios técnicos, econômicos e sociais para aplicação em biorrefinarias. Do ponto de vista técnico, os principais desafios são a ausência de controle preciso e sua otimização, a produção de substâncias intermediárias, prejudiciais e de fácil formação que afetam a estabilidade do sistema e causam reduções na produção de metano. Um tipo comum de instabilidade é causado pela rápida conversão dos resíduos alimentares facilmente digeridos em ácidos graxos voláteis (AGV) no início do processo, o que pode resultar em uma diminuição drástica do pH se capacidade tampão suficiente não estiver presente.

Figura 43 – Planta piloto de baixo custo desenvolvida para produção de biogás e biofertilizante a partir de resíduos de alimentos (BERSO)



Onde: SV-210: válvula de segurança;

EF-201: filtro 1;

EF-202: filtro 2 e

EF-203: filtro 3

Fonte: DE SOUSA *et al.* (2022)

ROCHA, CAMILA MARÇAL DA	Proposta de implantação de um Biodigestor anaeróbio de resíduos alimentares	2016	Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade – UFJF)	<u>UFJF</u>
FERREIRA, BERNARDO ORNELAS	Avaliação de um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás	2015	Dissertação (Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos UFMG)	<u>UFMG</u>

Em contato com os trabalhos apresentados observou-se que, ao optar pela inserção da tecnologia de biogás no *campus*, alguns estudos devem ser realizados. Dentre eles, é importante realizar um levantamento da quantidade e da qualidade dos resíduos gerados, bem como análises visando compreender o potencial de biogás e energia que podem ser gerados, bem como a remoção da carga orgânica. Deve-se atentar para a rotina no *campus* e incorporar na análise a flutuação dos valores de geração de resíduos, que devem ser considerados na escolha e dimensionamento do equipamento, de modo a otimizá-lo.

A realização de estudos em escala de bancada, para posterior *scale up*, também é importante para conhecer as melhores condições de operação e ter ciência dos desafios que podem ser encontrados. A análise econômica é importante, a fim de captação de recursos e a realização de parcerias. Outro fator que deve ser considerado é a localização e a disponibilidade de área para a instalação do equipamento, de modo que a logística seja favorecida.

Outro aspecto relevante para a implementação desta tecnologia é a operação, atenção ao projeto de equipamentos com procedimentos operacionais simplificados e o desenvolvimento de treinamento para os operadores. Favorecer com que a segregação ocorra na fonte é também uma etapa importante a ser considerada no planejamento, favorecendo a etapa de pré-tratamento (FERREIRA, 2015). Bem como, avaliar a padronização da partícula, de acordo com Migliati (2021, p. 71) “*os substratos são apenas separados das impurezas e em seguida triturados para padronizar o tamanho das partículas em 50 mm, facilitando a transferência de massa*”.

Em relação à alimentação no reator observa-se que a diluição do resíduo alimentar, visando a minimização dos riscos de choque de carga orgânica e maior solubilização dos nutrientes, pode ser um fator interessante a ser observado, bem como o aumento gradual da COV a ser alimentada.

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Foi possível constatar que a observância da questão ambiental tem avançado no contexto universitário, de modo que, diversas ações vêm sendo executadas, objetivando tornar o ambiente universitário sustentável, tais como medidas para redução do consumo, minimização do desperdício de água e energia e o controle e monitoramento destes recursos, o que possibilita a identificação de possíveis vazamentos. Ainda que diversos sejam os desafios para a consolidação da consciência ambiental e da efetividade de políticas e ações ambientais.

Um desafio no desenvolvimento deste trabalho foi o fato dos sites institucionais não serem atualizados periodicamente, e essa defasagem de informações prejudicar a interpretação do conjunto de universidades como um todo, o que ressalta a importância de buscar outros meios para a confirmação das informações. Dessa forma, o PLS, apesar das dificuldades em elaborá-lo e atualizá-lo, se configura como uma ferramenta de consulta e divulgação das ações desenvolvidas no ambiente universitário.

Na análise realizada comparando-se as categorias por eixo, pôde-se verificar que no eixo água a categoria mais recorrente foi economia de água e controle de uso da água – respondendo por 36% das ações observados neste eixo, relacionada à substituição de equipamentos visando o controle de vazão. Em relação ao eixo energia, a categoria que mais se destacou foi a instalação de painéis fotovoltaicos, respondendo por 26% do eixo, e visando a produção de energia por meio de fonte alternativa e mais limpa. No eixo resíduo a categoria que se destacou foi a coleta seletiva, respondendo por 22% do eixo.

Observou-se que as cinco ações mais recorrentes, em âmbito universitário público federal, e suas respectivas porcentagens, foram: coleta seletiva e resíduo sólido (54%), economia e controle de água (43%), usinas de energia solar/painéis fotovoltaicos (42%), instalação de lâmpadas LED (39%) e gerenciamento de resíduos químicos/banco de reagentes (39%). Pode-se observar que, apesar de o eixo com maior recorrência de ações, a destinação adequada de resíduos ainda se configura como um desafio, e neste âmbito deve-se difundir cada vez mais a ideia de que o aproveitamento energético destes se configura como uma opção vantajosa, no entanto ainda possui destes desafios que devem ser superados.

Como sugestão para os trabalhos futuros propõe-se que seja realizado um estudo de caso na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), no *campus* de São Carlos, a fim de conhecer os desafios enfrentados para a implementação de políticas ambientais, bem como mapear a geração de resíduos e propor um plano de ação.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso 12 fev 2021

AĞDAĞ, Osman Nuri; SPONZA, Delia Teresa. Co-digestion of mixed industrial sludge with municipal solid wastes in anaerobic simulated landfilling bioreactors. **Journal of Hazardous Materials**, [s.l.], v. 140, n. 1–2, p. 75–85, 2007. Disponível em: [h\https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304389406006984](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304389406006984). Acesso em: 30 dez. 2021.

AMARAL, Ana Rita; RODRIGUES, Eugénio; GASPAR, Adélio Rodrigues; GOMES, Álvaro. Lessons from unsuccessful energy and buildings sustainability actions in university campus operations. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 297, p. 126665, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621008854>. Acesso em: 15 nov. 2021.

AMARAL, Luís P.; MARTINS, Nelson; GOUVEIA, Joaquim B. Quest for a sustainable university: a review. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 155–172, 2015. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJSHE-02-2013-0017/full/html>. Acesso em: 04 out. 2021.

AMIN, Vanessa. Universidade investe em fonte de energia limpa. **UFMS**, Mato Grosso do Sul, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ufms.br/universidade-investe-em-fonte-de-energia-limpa/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

ARAÚJO, Ana Paula Caixeta. **Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico**. 2017. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/20292>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BAJPAI, Pratima. Industrial sustainability and biotechnology. *In*: BAJPAI, Pratima. **Biotechnology in the Chemical Industry**. [s.l.] : Elsevier, 2020. p. 15–21.

BARBIERI, José Carlos; SILVA, Dirceu Da. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **Revista de Administração Mackenzie**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 51–82, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712011000300004&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 15 fev. 2021.

BIZERRIL, Marcelo; ROSA, Maria João; CARVALHO, Teresa; PEDROSA, Júlio. Sustainability in higher education: A review of contributions from Portuguese Speaking Countries. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 171, p. 600–612, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652617323405>. Acesso em: 15 abr. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Brasília, DF: Presidência da República, [1981]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 23 out. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF:

Presidência da República, [1988]. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 21 abr. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1998]. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 07 mar. 2022.

BRASIL. Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2006]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm. Acesso em: 5 mar. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 23 out. 2021.

BRASIL. Instrução Normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012. Estabelece regras para a elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2012]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/logistica-sustentavel/plano-de-gestao-logistica-sustentavel/InstruoNormativa102012.pdf>. Acesso em: 24 out. 2021.

BRASIL. Lei Nº 13.844, de 18 de junho de 2019. Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios; altera as Leis nos 13.334, de 13 de setembro de 2016, 9.069, de 29 de junho de 1995, 11.457, de 16 de março de 2007, 9.984, de 17 de julho de 2000, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, 8.001, de 13 de março de 1990, 11.952, de 25 de junho de 2009, 10.559, de 13 de novembro de 2002, 11.440, de 29 de dezembro de 2006, 9.613, de 3 de março de 1998, 11.473, de 10 de maio de 2007, e 13.346, de 10 de outubro de 2016; e revoga dispositivos das Leis nos 10.233, de 5 de junho de 2001, e 11.284, de 2 de março de 2006, e a Lei nº 13.502, de 1º de novembro de 2017. Brasília, DF: Presidência da República, [2019]. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13844.htm. Acesso 24 out. 2021.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm. Acesso em: 15 fev. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Do SNIS ao SINISA: informações para planejar o esgotamento sanitário. Diagnóstico SNIS – AE 2019. Cadernos temáticos: Do SNIS ao SINISA, Brasília, 2020. Disponível em:

<http://www.snis.gov.br/cardernos-tematicos>. Acesso em: 24 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Eficiência Energética. Projeto COM+ÁGUA.2. **Caderno temático 4**, vol. 5, 2018. Disponível em:

https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/interaguas/commaisagua/at4-gestao_de_energia.pdf. Acesso em: 27 mai. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. **Cadernos temáticos: Do SNIS ao SINISA**, Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/cardernos-tematicos>. Acesso em: 24 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **A3P – Agenda Ambiental na Administração Pública**. 5. ed. **rev. atual**. Brasília, DF. Disponível em:

https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilha_a3p_36.pdf. Acesso em: 05 fev. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P)**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, [s.d.]. Disponível em:

<https://antigo.mma.gov.br/mma-em-numeros/a3p.html>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, [s.d.].

Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas.html>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Aderir ao Programa Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P (A3P)**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, [s.d.].

Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/agenda-ambiental-na-administracao-publica-a3p>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portal A3P: O que é?** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, [s.d.]. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/o-que-e/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portal A3P: Eixos Temáticos**. Brasília, DF:

Ministério do Meio Ambiente, [s.d.]. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/eixos-tematicos/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BURSZTYN, M (Org.). **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

CAEIRO, Sandra; HAMÓN, Leyla Angélica Sandoval; MARTINS, Rute; ALDAZ, Cecilia Elizabeth Bayas. Sustainability assessment and benchmarking in higher education institutions-a critical reflection. **Sustainability (Switzerland)**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 543, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/2/543>. Acesso em: 28 abr. 2021.

CAMPOS, José Roberto (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 464 p.: il. Projeto PROSAB.

CAMPOS, Victor Arruda Ferraz; SILVA, Valter Bruno; CARDOSO, João Sousa; BRITO, Paulo; TUNA, Carlos Eduardo; SILVEIRA, José Luz. A review of waste management in Brazil and Portugal: Waste-to-energy as pathway for sustainable development. **Renewable Energy**, v. 178, p. 802–820, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148121009733/>. Acesso em: 13 jul. 2021.

CARMO, Samantha Santos. **Uma análise do Plano de Logística Sustentável a partir dos eixos temáticos na Universidade de Brasília**. 2020. 85 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

CHIZIANE, Paulina. **O canto dos Escravos**. Maputo: Matiko e Arte, 2017.

CHUKWUMA, Emmanuel Chibundo; OKEY-ONYESOLU, Faith Chinenye; ANI, Kingsley Amaechi; NWANNA, Emmanuel Chukwudi. GIS bio-waste assessment and suitability analysis for biogas power plant: A case study of Anambra state of Nigeria. **Renewable Energy**, [s.l.], v. 163, p. 1182–1194, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096014812031466X>. Acesso em: 14 mai. 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. [Brasília: CNM], c2022. Disponível em: <http://www.ods.cnm.org.br/agenda-2030>. Acesso em: 23 out. 2021.

COSTA, Andrea Viviane de Oliveira. **Indicadores de sustentabilidade para Instituições de Ensino Superior: contribuições para a agenda ambiental PUC-RIO**. 2012. 126 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=20393@1. Acesso em: 27 out. 2021.

DA VEIGA, José Eli; ZATZ, Lia. **Desenvolvimento Sustentável, que bicho é esse?** Campinas, SP: Editora Autores Associados, 2008.

D'AQUINO, Camila A.; SANTOS, Samantha C.; SAUER, Ildo L. Biogas as an alternative source of decentralized bioelectricity for large waste producers: An assessment framework at the University of São Paulo. **Energy**, [s.l.], v. 239, p. 122326, 2022. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360544221025743>. Acesso em: 10 mar. 2021.

D'AQUINO, Camila Agner. **Geração de energia por biogás a partir de resíduos orgânicos: estudo de caso da Cidade Universitária da USP**. 2018. 133f. Tese (Doutorado em Ciência) – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-12122019-231643/publico/Final.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2022.

DANTAS, Cleide Vasconcelos. **A Institucionalização da Gestão Ambiental nas Universidades Federais Brasileiras**. 2018. 119f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública) – Faculdade de Economia e Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/3730>. Acesso em: 28 dez. 2021.

DE SOUSA, Maria Helena *et al.* Valorizing municipal organic waste to produce biodiesel, biogas, organic fertilizer, and value-added chemicals: an integrated biorefinery approach.

Biomass Conversion and Biorefinery, [s.l.], v. 12, n. 3, p. 827–841, 2022. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s13399-020-01252-5>. Acesso em: 13 mai. 2021.

DINCER, Ibrahim; ACAR, Canan. A review on clean energy solutions for better sustainability. **International Journal of Energy Research**, [s.l.], v. 39, n. 5, p. 585–606, 2015. DOI: 10.1002/er.3329. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/er.3329>. Acesso em: 18 fev. 2022.

DOVERS, Stephen R.; HANDMER, John W. Uncertainty, sustainability and change. **Global Environmental Change**, [s.l.], v. 2, n. 4, p. 262–276, 1992. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0959378092900448>. Acesso em: 29 dez. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2021**: Ano base 2020. [Rio de Janeiro: EPE], 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>. Acesso em: 14 out. 2021.

ESTRATÉGIA ODS. **O que são os objetivos de desenvolvimento sustentável**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.estrategiaods.org.br/conheca-os-ods/>. Acesso em: 23 out. 2021.

FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, [s.l.], v. 15, n. 3, p. 667–681, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512017000300667&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 14 nov. 2021.

FERREIRA, Bernardo Ornelas. **Avaliação de um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás**. 2015. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: https://www.smarh.eng.ufmg.br/diss_defesas_detalhes.php?aluno=1132. Acesso em: 20 dez. 2021.

FERREIRA, Ivanir. Ações de universidades públicas evidenciam a importância da ciência no combate à covid. **Jornal da USP**, 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/acoes-de-universidades-publicas-evidenciam-importancia-da-ciencia-no-combate-a-covid/>. Acesso em: 24 out. 2021.

FERREIRA, João Batista; SILVA, Luciana de Araújo Mendes. O uso da bibliometria e sociometria como diferencial em pesquisas de revisão. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 15, n. 2, maio/ago. 2019. Disponível em: <https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/1251>. Acesso em: 22 fev. 2022.

FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. **Guia Prático do Biogás: geração e utilização**. 5ª edição, Gülzow: FNR, 2010.

FORESTI, Eugenio; FLORÊNCIO, Lourdinha; HAANDEL, Adrianus Van; ZAIAT, Marcelo; CAVALCANTI, Paula Frassinetti Feitosa. Fundamentos do Tratamento Anaeróbio. *In* CAMPOS, José Roberto (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 464 p.:il.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA. **Plano de Desenvolvimento**

Institucional – PDI: 2019-2024. [Rondônia: FUDR], 2019. Disponível em: <https://www.unir.br/index.php?pag=noticias&id=27834>. Acesso em: 22 dez. 2021.

FUNDO DE POPULAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Quem somos.** UNFPA. 2021. Disponível em <https://brazil.unfpa.org/pt-br/quem-somos>. Acesso em: 23 out. 2021.

GAMA, Kerlia Roberta Aquino; RÊGO, Alana Ticiane Alves Do; COSTA, Joseane Dunga Da; VALONES, Gabriela; RÊGO, Alana Ticiane Alves Do; COSTA, Joseane Dunga Da. Gestão do tratamento de esgotos sanitários produzidos em universidades públicas federais no Nordeste do Brasil. **Revista GEAMA**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 4–14, 2020. Disponível em: <http://ead.codai.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/2865>. Acesso em: 02 dez. 2021.

GAUZA, Olga Regina. **Gerenciamento de resíduos sólidos em laboratórios de química: caso de uma Instituição de Ensino Superior.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4228>. Acesso em: 21 jan. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDEMBERG, J.; BARBOSA, L. M. A legislação ambiental no Brasil e em São Paulo. **Revista Eco 21**, Rio de Janeiro, n.96, nov. 2004. Disponível em: <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=954>. Acesso em: 04 mai. 2021.

GOMES, Fábio Guedes. Conflito social e *welfare state*: Estado e desenvolvimento social no Brasil. **Revista de Administração Pública** [online]. v. 40, n. 2, p. 201-234, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122006000200003>. Acesso em: 21 abr. 2022

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo. **Ciência e Saúde Coletiva**, [s.l.], v.17, n. 6, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/y5kTpqkqyY9Dq8VhGs7NWwG/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 dez. 2021.

GUIMARÃES, Cátia. Instituições públicas a serviço da inovação, da produção e do combate à pandemia. **Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio**, 2020. Disponível em <https://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/reportagem/instituicoes-publicas-a-servico-da-inovacao-da-producao-e-do-combate-a-pandemia> Acesso 24 out. 2021.

GURGEL, Claudio; JUSTEN, Agatha. Estado de bem-estar social no Brasil: uma revisão ou a crise e o fim do “espírito de Dunquerque”. **Cad. EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 19, nº 3, Jul./Set. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/6pbKwvgDChJrJgdB98yFkny/?format=pdf&lang=pt>. Acesso 21 abr. 2022.

GUTIERRES, Henrique Elias Pessoa; CABRAL, Iran Araújo; DA SILVA, Rafaella Rodrigues; SILVA, Rafaella Rodrigues Da. A implementação de ações sustentáveis baseadas na Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P): uma experiência extensionista no ambiente universitário. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s.l.], v. 12, n. 5, p. 1913, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/239401>. Acesso em: 25 fev. 2022.

HELENAS, Jessica Klarosk. **Biodigestão anaeróbia de resíduos alimentares visando a**

produção de metano. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, 2019. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000229164>. Acesso em: 28 abr. 2021.

HELENAS PERIN, Jessica Klarosk; BIESDORF BORTH, Priscila Liane; TORRECILHAS, Arthur Ribeiro; SANTANA DA CUNHA, Lucas; KURODA, Emília Kiyomi; FERNANDES, Fernando. Optimization of methane production parameters during anaerobic co-digestion of food waste and garden waste. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 272, p. 123130, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652620331759>. Acesso em: 28 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **Mentira Verde** – Um guia para o consumidor não se deixar enganar pelas práticas de greenwashing das empresas. [BRASIL: IDEC], [s.d.]. Disponível em: <https://idec.org.br/greenwashing>. Acesso em: 23 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Indicadores de desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 352p. ISSN 1517-1450; n. 10.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Mapa político do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, [s.d.]. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa97>. Acesso em: 3 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

ISLABÃO, Júlia de Oliveira. **O plano de gestão de logística sustentável nas universidades públicas federais do Rio Grande do Sul:** uma proposta para a Universidade Federal de Pelotas. 2019. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/profiap/files/2019/09/Júlia-TCF-final.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2022.

JACOBI, Pedro. **Meio Ambiente e Sustentabilidade.** São Paulo: CEPAM, 1999.

JIMENEZ-CISNEROS, B. Responding to the challenges of water security: the Eighth Phase of the International Hydrological Programme, 2014–2021. **Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences**, [s.l.], v. 366, p. 10–19, 2015. Disponível em: <https://piahs.copernicus.org/articles/366/10/2015/>. Acesso em: 22 out. 2021.

KARKI, Renisha; CHUENHART, Wachiranon; SURENDRA, K.C.; SHRESTHA, Shilva; RASKIN, Lutgarde; SUNG, Shihwu; HASHIMOTO, Andrew; KHANAL, Samir Kumar. Anaerobic co-digestion: Current status and perspectives. **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 330, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852421003400>. Acesso em: 15 abr. 2022

KONRAD, Odorico; HASAN, Camila; HICKMANN, Eugênia Vargas; MARDER, Munique; FILHO, Marildo Guerini; SILVA, Maria Cristina de Almeida. **Produção de biogás a partir de biomassas residuais provenientes do setor agroindustrial.** Lajeado: Editora

UNIVATES, 2018. Disponível em: https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/265/pdf_265.pdf. Acesso em: 20 out. 2021.

KUNZ, Airton *et al.* **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2019. 209 p.

LAMIM-GUEDES, Valdir. **Educação para a sustentabilidade: O que é sustentabilidade?** Revista EA, [s.l.], v. xx, n. 52, 2018. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2047>. Acesso 20 jan 2021.

LEAL FILHO, Walter; WU, Yen-Chun Jim; BRANDLI, Luciana Londero; AVILA, Lucas Veiga; AZEITEIRO, Ulisses Miranda; CAEIRO, Sandra; MADRUGA, Lucia Rejane da Rosa Gama. Identifying and overcoming obstacles to the implementation of sustainable development at universities. **Journal of Integrative Environmental Sciences**, vol. 14, n. 1, p. 93-108, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1943815X.2017.1362007?src=getftr>. Acesso 22 abr. 2022.

LEAL FILHO, Walter; FRANKENBERGER, Fernanda; SALVIA, Amanda Lange; AZEITEIRO, Ulisses; ALVES, Fatima; CASTRO, Paula; WILL, Markus; PLATJE, Joost; LOVREN, Violeta Orlovic; BRANDLI, Luciana; PRICE, Elizabeth; DONI, Federica; MIFSUD, Mark; ÁVILA, Lucas Veiga. A framework for the implementation of the Sustainable Development Goals in university programmes. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 299, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621011343?via%3Dihub>. Acesso 22 abr. 2022.

LEE, Sze Ying; SANKARAN, Revathy; CHEW, Kit Wayne; TAN, Chung Hong; KRISHNAMOORTHY, Rambabu; CHU, Dinh-Toi; SHOW, Pau-Loke. Waste to bioenergy: a review on the recent conversion technologies. **BMC Energy**, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 4, 2019. Disponível em: <https://bmcenergy.biomedcentral.com/articles/10.1186/s42500-019-0004-7>. Acesso em: 23 jul. 2021.

LÉLÉ, Sharachchandra M. Sustainable development: A critical review. **World Development**, [s.l.], v. 19, n. 6, p. 607–621, 1991. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0305750X9190197P>. Acesso em: 18 fev. 2022.

LOZANO, Rodrigo; CEULEMANS, Kim; ALONSO-ALMEIDA, Mar; HUISINGH, Donald; LOZANO, Francisco J.; WAAS, Tom; LAMBRECHTS, Wim; LUKMAN, Rebeka; HUGÉ, Jean. A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: results from a worldwide survey. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 108, p. 1–18, 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652614009780>. Acesso em: 07 fev. 2022.

LOZANO, Rodrigo; LUKMAN, Rebeka; LOZANO, Francisco J.; HUISINGH, Donald; LAMBRECHTS, Wim. Declarations for sustainability in higher education: Becoming better leaders, through addressing the university system. *In: J. CLEAN. PROD.: 2013*, [s.l.], **Anais [...]**. : Elsevier, 2013. p. 10–19. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652611003775>. Acesso em: 09 ago. 2021.

MALHEIROS, Tadeu Fabrício *et al.* **Universidades & Sustentabilidade** : práticas e indicadores. São Paulo: USP Sustentabilidade, 2020. 344 p.

MARINHO, Maerbal; GONÇALVES, Maria Do Socorro; KIPERSTOK, Asher. Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 62, p. 98–106, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259138424_Water_conservation_as_a_tool_to_support_sustainable_practices_in_a_Brazilian_public_university. Acesso em: 18 dez. 2021.

MIGLIATI, Caio Lobo. **Valorização de resíduos alimentares para a produção de biogás: desafios e oportunidades**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/15298/TCC%20-%20Final%20Corrigido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso 20 mar 2022.

MOHAMMADALIZADEHKORDE, Milad; WEAVER, Russell. Quantifying potential savings from sustainable energy projects at a large public university: An energy efficiency assessment for texas state university. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, [s.l.], v. 37, n. May 2019, p. 100570, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.100570>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ODS BRASIL. Objetivo 4 - Educação de qualidade. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=4>. Acesso em: 25 ago. 2021.

OKADO, Giovanni Hideki Chinaglia; QUINELLI, Larissa. Megatendências Mundiais 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): uma reflexão preliminar sobre a “Nova Agenda” das Nações Unidas. **Baru**, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 111, 2016. Disponível em: <http://seer.pucgoias.edu.br/index.php/baru/article/view/5266>. Acesso em: 10 fev. 2022.

OLIVEIRA, Amanda Caroline Rodrigues De; BRAGA, Ana Maria Cheble Bahia; VILLARDI, Juliana Rulli Wotzasek; KRAUSS, Thomas Manfred; OLIVEIRA, Amanda Caroline Rodrigues De; BRAGA, Ana Maria Cheble Bahia; VILLARDI, Juliana Rulli Wotzasek; KRAUSS, Thomas Manfred. Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira: um desafio para a saúde ambiental e a saúde do trabalhador. **Saúde em Debate**, [s.l.], v. 43, n. spe3, p. 63–77, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042019000700063&tlng=pt. Acesso em: 7 fev. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World Population Prospects 2019**. [s.l.], ONU. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 5 fev. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **A ONU e o meio ambiente**, [Brasil: ONU], 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso: 23 out. 2021.

OZDEMIR, Yasal; KAYA, Sema Kayapinar; TURHAN, Erkan. A scale to measure sustainable campus services in higher education: “Sustainable Service Quality”. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 245, p. 118839, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619337096>. Acesso 6 fev.

2021. Acesso em: 28 nov. 2021.

PAIVA, Ana Carolina da Encarnação; NASCIMENTO, Nathália; RODRIGUEZ, Daniel Andres; TOMASELLA, Javier; CARRIELLO, Felix; REZENDE, Fernanda Silva. Urban expansion and its impact on water security: The case of the Paraíba do Sul River Basin, São Paulo, Brazil. **Sci. Total Environ.**, [s.l.], v. 720, p. 137509, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969720310202>. Acesso em: 14 jan. 2022.

PEREIRA, Bruno Alves; SAWATANI, Túlio Ferreira. **Tratamento via trituração in situ da fração orgânica de resíduos sólidos de cozinha com digestão anaeróbia e recuperação energética do biogás**. 2019. USP, [s.l.], 2019.

PLATAFORMA AGENDA 2030. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>. Acesso em: 23 out. 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2019** – Além do rendimento, além das médias, além do presente: Desigualdades no desenvolvimento humano no século XXI. [Brasil: PNUD], 2019. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/relatorio-do-desenvolvimento-humano-2019.html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

POTT, Crisla Maciel; ESTRELA, Carina Costa. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 31, n. 89, p. 271–283, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000100271&lng=pt&tln=pt. Acesso em: 25 ago. 2021.

RAMPASSO, Izabela Simon; ANHOLON, Rosley; SILVA, D.; COOPER ORDÓÑEZ, Robert Eduardo; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves; LEAL FILHO, Walter; SANTA-EULALIA, Luis Antonio. An analysis of the difficulties associated to sustainability insertion in engineering education: Examples from HEIs in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 193, p. 363–371, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618314100?via%3Dihub#>. Acesso em: 05 fev 2022.

RIBEIRO, Milena Missiano Comeron; MOURA-LEITE, Rosamaria; FRANCO, Samyra Cordeiro; MAX, Claudio Zarate. Práticas de Divulgação, Conscientização e Capacitação para a Sustentabilidade uma Proposta para as Universidades Federais Brasileiras. **Revista de Administração IMED**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 146, 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/233172677.pdf>. Acesso: 19 ago. 2021.

ROCHA, Camila Marçal da. **Proposta de implantação de um biodigestor anaeróbio de resíduos alimentares**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TCC-camila-final-pdf.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

RODRIGUES, Suelen Cristiane. **Análise dos parâmetros de sustentabilidade em dois campi de universidades federais: UNIFESP e UFSCAR**. 2018. 149f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/9830>. Acesso em: 02 dez.

2021.

ROHRICH, Sandra Simm; TAKAHASHI, Adriana Roseli Wünsch. Sustentabilidade ambiental em Instituições de Ensino Superior, um estudo bibliométrico sobre as publicações nacionais. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 26, n. 2, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2019000200208&script=sci_arttext. Acesso em: 25 jan. 2022.

ROMERO-GÜIZA, M.S.; VILA, J.; MATA-ALVAREZ, J.; CHIMENOS, J.M.; ASTALS, S. The role of additives on anaerobic digestion: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 58, p. 1486-1499, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211501477X>. Acesso em 15 abr. 2022

ROSA-SILVA, Patrícia de Oliveira; FERREIRA, Luiz Cláudio dos Santos. Crise socioambiental: perspectiva histórica e crítica da racionalidade moderna e dos meios de produção capitalista. **Organizações e Sustentabilidade**, [s.l.], v. 5, p. 3–28, 2017. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/ros/article/view/29991/21739>. Acesso em: 01 fev. 2022.

SANTOS, Angela Veras. **Planejamento e sustentabilidade em instituições de ensino superior**: um estudo à luz dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS/ONU). Dissertação (Mestrado profissional em Administração Pública em Rede Nacional) – Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, PB, p. 105. 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/17420/1/ANGELA%20VERAS%20SANTOS%20-%20DISSERTA%C3%87%C3%83O%20PROFIAP%202019.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.

SARTORI, Simone; LATRÔNICO, FERNANDA; CAMPOS, Lucila M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. *Ambiente & Sociedade*, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 01–22, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 6 fev. 2021.

SICHE, Raúl; AGOSTINHO, Feni; ORTEGA, Enrique; ROMEIRO, Ademar. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambient. Soc.**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 137–148, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2007000200009&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 12 dez. 2021.

SILVA, Gláucio José Pereira Da; SANTOS, Wallan Azevedo Dos; ERTHAL JR., Milton. Avaliação da Pegada Ecológica no Campus Quissamã do Instituto Federal Fluminense. **Revista Vértices**, [s.l.], v. 21, n. 1, p. 41–56, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332909258_Avaliacao_da_Pegada_Ecologica_no_Campus_Quissama_do_Instituto_Federal_Fluminense. Acesso em: 10 mar. 2022.

SILVA, LÍlian Simone Aguiar da; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. Sustentabilidade empresarial e o impacto no custo de capital próprio das empresas de capital aberto. **Gestão & Produção** [online]. v. 13, n. 3, p. 385-395, 2006. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2006000300003>. Acesso 21 abr. 2022.

SIQUEIRA, Taciana França; RICHTER, Marc François; MACHADO, Andreia de Bem. Intersecções entre modelos de negócios, startups e ESG – Um Estudo Bibliométrico. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, [S. l.], v. 3, n. 1, 2022. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/1047>. Acesso em: 22 abr. 2022.

SOUSA, Maria Cláudia da Silva Antunes; ARMADA, Charles Alexandre Souza. Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade: evolução epistemológica na necessária diferenciação entre os conceitos. **Rev. de Direito e Sustentabilidade**, Maranhão, v. 3, n. 2, p. 17–35, 2017. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/2437>. Acesso em: 30 mai. 2021.

SOUZA, Fernando Vidal. Uma abordagem crítica sobre o greenwashing na atualidade. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, v.3, n.2, 2017. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/Socioambientalismo/article/view/3765/pdf>. Acesso em: 03 fev. 2022.

TAUCHEN, Joel; BRANDLI, Luciana Londero. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 503–515, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/FPS4f4wWJHxPRpw4BcW33Gx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 mai. 2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. **PDI – 2016**. [Londrina: UEL], 2016. Disponível em: http://www.uel.br/proplan/novo/pages/arquivos/planos/pdi/PDI_2016_2021_ATUALIZACA O.pdf. Acesso em: 19 mar. 2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. **PDI 2016 – 2021. Estrutura de Geração de Energia a Biogás da UEL servirá de referência para USP**. [Londrina: UEL], 2020. Disponível em: http://www.uel.br/com/agenciaueldenoticias/index.php?arq=ARQ_not&id=29981. Acesso 19 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS. **UFAM é a primeira universidade do Norte a receber sete Estações Solarimétricas**. 2021. [Amazonas: UFAM]. Disponível em: <https://www.ufam.edu.br/noticias-destaque/2319-ufam-e-a-primeira-universidade-do-norte-a-receber-sete-estacoes-solarimetricas.html>. Acesso 13 jul. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO. **Plano de Gestão de Logística Sustentável 2019 – 2022**. [Rio Grande do Norte: UFERSA], 2019. Disponível em: https://reitoria.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/19/2020/03/PLS-UFERSA_revisado-em-16.03.20.pdf. Acesso em: 13 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO. **Relato Integrado 2021 – Comissão PLS**. [Rio Grande do Norte: UFERSA], 2021. Disponível em: <https://reitoria.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/19/2022/01/Relato-integrado-2021-PLS-30-de-dezembro-de-2021.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. **UI GreenMetric World University Rankings**. [Rio de Janeiro: UFF], [s.d.]. Disponível em: <https://www.uff.br/?q=ui-greenmetric-world-university-rankings>. Acesso 10 jan. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. **Sustentabilidade**. [Rio de Janeiro: UFF], [s.d.]. Disponível em: <https://www.uff.br/?q=grupo/sustentabilidade>. Acesso 11 dez. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL. **Plano de Logística Sustentável – PLS 2020/2023**. [Chapecó: UFFS], 2020. Disponível em: <https://www.uffs.edu.br/institucional/pro-reitorias/administracao-e-infraestrutura/sustentabilidade/plano-de-sustentabilidade>. Acesso em: 20 mar. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS. **Plano de Gestão de Logística Sustentável UFGD**. [Dourados: UFGD], 2019. Disponível em: <https://portal.ufgd.edu.br/divisao/divisao-gestao-ambiental/plano-de-logistica-sustentavel-ufgd>. Acesso em: 05 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS. **Relatório do Plano de Gestão de Logística Sustentável da UFGD 2016-2018**. [Dourados: UFGD], 2019. Disponível em: <https://portal.ufgd.edu.br/divisao/divisao-gestao-ambiental/plano-de-logistica-sustentavel-ufgd>. Acesso em: 8 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Compromissos: Plano de Logística Sustentável**. [Minas Gerais: UFMG]. Disponível em: <https://www.ufmg.br/sustentabilidade/compromissos/>. Acesso em: 05 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Sustentável: Oásis**. [Minas Gerais: UFMG], [s.d.]. Disponível em: <https://www.ufmg.br/sustentabilidade/projetos/oasis/>. Acesso em: 13 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL. **Relatório de Avaliação Ano 2020 (Plano de Logística Sustentável 2019-2021)**. [Mato Grosso do Sul: UFMS], 2021. Disponível em: https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://dides.ufms.br/files/2021/09/Relatorio-de-Avaliacao-2020-1.pdf&hl=pt_BR. Acesso em 15 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Tudo pronto para o Trote Solidário e Sustentável do Calouro 2020**. [Pará: UFPA], 2020. Disponível em: <https://portal.ufpa.br/index.php/ultimas-noticias2/11381-tudo-pronto-para-o-trote-solidario-e-sustentavel-do-calouro-2020>. Acesso em: 14 mar. 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **Manual: Óleo de Fritura**. [Pernambuco: UFPE], [s.d.]. Disponível: <https://www.ufpe.br/documents/40906/520030/Manual+%C3%B3leo.pdf/87d03812-a712-44a4-aa71-217a312d665f>. Acesso em: 14 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **O desafio de uma época**. [Pernambuco: UFPE], [s.d.]. Disponível em: <https://www.ufpe.br/institucional/historia>. Acesso em: 20 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **A Instituição**. [Pernambuco: UFPE],

[s.d.]. Disponível em: <https://www.ufpe.br/institucional/a-instituicao>. Acesso em: 20 mar. 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **Sustentabilidade**. [Pernambuco: UFPE], [s.d.]. Disponível em: <https://www.ufpe.br/sinfra/sustentabilidade>. Acesso em: 14 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. **Plano de Logística Sustentável UFPEl**. [Pelotas: UFPEl], 2019. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/proplan/files/2020/07/PLS-Plano_de_Logistica_Sustentavel_2020-2021.pdf. Acesso em: 13 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **Ações de Sustentabilidade no âmbito da Superintendência de Infraestrutura Da UFPE**. [Pernambuco: UFPE], 2021. Mensagem pessoal.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatório de Acompanhamento da Implementação do PLS 2016**. [Rio Grande do Sul: UFRGS], 2021. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/governanca/wp-content/uploads/2021/10/2021.10.15-Relat%C3%B3rio-de-acompanhamento-da-implementa%C3%A7%C3%A3o-do-PLS-2016-UFRGS-assinado.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Parklet no Campus do Vale**. [Rio Grande do Sul: UFRGS], [s.d.]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/noticias/galerias/parklet-no-campus-do-vale>. Acesso em: 14 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Parklet do Vale oferece espaço para convivência**. [Rio Grande do Sul: UFRGS], 2017. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/noticias/parklet-do-vale-oferece-espaco-para-convivencia>. Acesso em: 14 mar. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO. **Relatório do Plano de Logística Sustentável**. [Pernambuco: UFRPE], 2020. Disponível em: <http://proplan.ufrpe.br/br/content/relat%C3%B3rio-do-plano-de-logi%CC%81stica-sustenta%CC%81vel-de-2020>. Acesso em: 23 out. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA. **Gestão de Resíduos Sólidos e Coleta Seletiva Solidária**. [Bahia: UFSB], 2021. Disponível em: <https://ufsb.edu.br/a-ufsb/assessorias/assus/acoes-de-sustentabilidade?view=article&id=3041#panorama-da-coleta-seletiva-na-ufsb>. Acesso em: 16 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA. **Fluxograma da Gestão de Resíduo – óleo residual de cozinha**. [Bahia: UFSB], [s.d.]. Disponível em: https://ufsb.edu.br/prosis/images/coleta_seletiva/Fluxo_oleo_cozinha.jpg. Acesso em: 16 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Substituição de Destiladores**. [Santa Catarina: UFSC], [s.d.]. Disponível em: <https://gestaoambiental.ufsc.br/projeto-destiladores/>. Acesso em: 13 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Resíduos Eletroeletrônicos**. [Santa

Catarina: UFSC], [s.d.]. Disponível em: <https://gestaoderesiduos.ufsc.br/residuos-eletronicos/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Grupos de trabalho do Plano de Logística Sustentável da UFSCar apresentam trabalhos**. [São Carlos: UFSCar], 2017. Disponível em: <https://www.diariodareitoria.ufscar.br/grupos-de-trabalho-do-plano-de-logistica-sustentavel-da-ufscar-apresentam-trabalhos/>. Acesso em: 05 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Relatório de Avaliação do Plano de Gestão de Logística Sustentável UFSM – 2018**. [Santa Maria: UFSM], 2019. Disponível em: <https://www.ufsm.br/pro-reitorias/proinfra/uma/plano-de-logistica-sustentavel-pls/>. Acesso em: 14 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Plano de Gestão de Logística Sustentável 2021-2023**. [Uberaba: UFTM], 2021. Disponível em: <http://www.uftm.edu.br/proplan/planejamento-e-desenvolvimento/planejamento-estrategico/pls/plano>. Acesso em: 13 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Relatório de Acompanhamento do PLS 2019**. [Uberaba: UFTM], 2021. Disponível em: <https://sistemas.uftm.edu.br/integrado/?to=RTZjcGZxTGFsSkFOOXRhSkpVdm5ELzBmWjZPUjNwZVNDdzA3NzFoRzcxeFREdkl2ZllMa25YaklsN0IFMEJ3MHVWQ2ZDVjFiTIFCRXRiUy9jR1k4dDRSU3JtSlk0WUhcUXhXdld4VlpXbFJhNitTN1ZSbm9yQVZycWJidWE2QmhDOHh3RmFPVVE4dEpuVTZrbEtVY1BvbmF5VmVQVHMxUmc4N25ZOENPbVRHY0RBd2JmdGozMXRsK080YU1JemZQ&secret=uftm>. Acesso em: 13 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **UFTM é a 8ª instituição de ensino mais sustentável do Brasil, conforme ranking UI Green Metric**. [Uberaba: UFTM], 2018. Disponível em: <http://uftm.edu.br/ultimas-noticias/1529-uftm-e-a-8-instituicao-de-ensino-mais-sustentavel-do-brasil-conforme-ranking-ui-green-metric>. Acesso em: 24 out. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) 2021-2023**. [Viçosa: UFV], 2021. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1QX5AVClq0F4PFAuQ-C6KAblY0EN78Bq9/view>. Acesso em: 13 mar. 2022.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **Plano de Logística Sustentável da Universidade de Brasília 2018/2021**. [Brasília: UNB], 2018. Disponível em <http://sema.unb.br/pls#:~:text=O%20Plano%20de%20a%C3%A7%C3%A3o%20do,res%C3%ADduos%2C%20estimulando%20a%20coleta%20seletiva>. Acesso em: 24 out. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS. **UNIFAL-MG avança em ranking internacional sobre sustentabilidade e fica na 19ª posição entre instituições do Brasil; iniciativas para eficiência energética, gestão de resíduos e economia de recursos contribuem para o crescimento da Universidade no ranking**. [Alfenas: UFAL]. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/portal/2021/12/21/unifal-mg-avanca-em-ranking-internacional-sobre-sustentabilidade-e-fica-na-19a-posicao-entre-instituicoes-do-brasil-iniciativas-para-eficiencia-energica-gestao-de-residuos-e-economia-de-recursos-con/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. **Plano de Logística Sustentável – Itajubá: Informe 2020**. [Itajubá: UNIFEI], 2020. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1UUOc2Oohth2_C-gMKAHnjfKAv79fo7M5/view. Acesso em: 18 mai. 2021.

VAN-BELLEN, Hans Michael. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84033/189898.pdf>. Disponível em: 30 dez. 2021.

VELAZQUEZ, Luis; MUNGUIA, Nora; PLATT, Alberto; TADDEI, Jorge. Sustainable university: what can be the matter? **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 14, n. 9–11, p. 810–819, 2006. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652606000199>. Acesso 18 set. 2021.

ZAMRI, M. F. M. A.; HASMADY, Saiful; AKHIAR, Afifi; IDERIS, Fazril; SHAMSUDDIN, A. H. H.; MOFIJUR, M.; FATTAH, I. M. Rizwanul; MAHLIA, T. M. I. M. I. A comprehensive review on anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 137, p. 110637, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032120309217>. Acesso em: 15 set. 2021.