

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

Área de concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente

Tese de Doutorado

TRANSFORMAÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE
ENERGÉTICA: MODELO UNITS-ENERGY PARA
AVALIAÇÃO EM UNIVERSIDADES

Amanda Lange Salvia

Passo Fundo

2020



CIP – Catalogação na Publicação

S184t Salvia, Amanda Lange

Transformações para a sustentabilidade energética
[recurso eletrônico] : modelo UniTS-Energy para
avaliação em universidades / Amanda Lange Salvia. –
2020.

4.3 MB ; PDF.

Orientadora: Profª. Dra. Luciana Londero Brandli.
Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de
Passo Fundo, 2020.

1. Fontes de energia renovável. 2. Universidades e
faculdades. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Brandli,
Luciana Londero, orientadora. II. Título.

CDU: 628.516

Catalogação: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

Transformações para a Sustentabilidade Energética: Modelo UniTS-Energy para avaliação em Universidades

Amanda Lange Salvia

Relatório de tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luciana Londero Brandli

Banca Examinadora

Prof. Dr. Pedro Domingos Marques Prietto -
Universidade de Passo Fundo

Prof.^a Dr. Rosa Maria Locatelli Kalil - Universidade
de Passo Fundo

Prof. Dr. Luis Felipe Machado do Nascimento -
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Walter Leal Filho - Hamburg University of
Applied Sciences

Passo Fundo

Outubro, 2020

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por todo o apoio, amor e confiança. À minha família e aos meus amigos, pelo incentivo e compreensão de sempre. Ao Lucas, pelo companheirismo, amor e por acreditar em mim em todos os momentos.

À minha orientadora, Prof. Luciana Brandli, por todas as oportunidades, pelos ensinamentos, pela confiança e pelo carinho. Obrigada por fazer essa trajetória tão especial.

À toda a equipe do grupo de pesquisa Soluções para o Desenvolvimento Sustentável e do projeto Transforming Universities for a Changing Climate - Climate-U, especialmente às colegas e amigas Janaína e Giovana.

À Capes pela bolsa PDSE concedida, para realização de Doutorado Sanduíche no Exterior.

Ao Prof. Walter Leal Filho, meu supervisor no exterior durante o período de doutoramento sanduíche na Hamburg University of Applied Sciences. Agradeço por ter me recebido no seu centro de pesquisa - Research and Transfer Centre “Sustainable Development and Climate Change Management” - e por ter oportunizado imenso crescimento acadêmico e profissional. Aproveito para agradecer à toda a equipe do centro de pesquisa por terem contribuído tanto para meu aprendizado durante o período em Hamburgo.

Aos participantes deste trabalho, envolvidos em todas as etapas de coleta de dados.

Ao Setor de Sistemas Elétricos da UPF, especialmente ao responsável técnico Rangel Casanova Daneli, sempre disposto a contribuir para o desenvolvimento das pesquisas acadêmicas e que teve papel muito importante na aplicação do modelo proposto pela tese na instituição.

À Universidade de Passo Fundo e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental pela infraestrutura disponibilizada.

A todos os professores do programa, por todo o conhecimento repassado.

Em especial aos professores Pedro Prietto e Rosa Kalil, participantes das bancas examinadoras, por contribuírem tanto durante o desenvolvimento da pesquisa. Agradeço também ao Prof. Luis Felipe Machado do Nascimento, membro externo da banca examinadora final, pelas excelentes contribuições.

Fica aqui o meu profundo agradecimento a todos que fazem parte desta conquista.

RESUMO

O papel das universidades na promoção da sustentabilidade é internacionalmente reconhecido e avaliado por diversas ferramentas. Essa avaliação pode ter diferentes abordagens, considerando os principais aspectos das instituições, mas usualmente tende a apresentar uma visão holística de sustentabilidade e não aprofundar em determinados elementos, como o de energia. Nesse sentido, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7) reforça a importância da temática de Energia Acessível e Limpa e o papel da universidade de aliar sustentabilidade energética aos seus processos organizacionais e de transmissão de conhecimento. Assim, o objetivo deste estudo foi propor um modelo de transformação para a sustentabilidade com foco em energia em universidades, avaliando o seu desempenho e visando a promoção do desenvolvimento sustentável. A metodologia consistiu em três fases. A primeira, para desenvolvimento do modelo propriamente dito, contou com três etapas, cada uma trazendo subsídios para montar seus estágios e elementos: análise de conteúdo em ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidade; estudo de caso em uma universidade estrangeira; e pesquisa exploratória internacional. Na sequência o modelo foi validado em um grupo focal com especialistas da área de sustentabilidade e aplicado em uma universidade brasileira para avaliá-la em relação ao seu estágio atual de transformação para a sustentabilidade em energia, além da possibilidade de comunicar o seu progresso em relação à situação ideal e formalizar sua contribuição para o desenvolvimento sustentável. O resultado é o **Modelo de Transformação para a Sustentabilidade Energética em Universidades – UniTS-Energy**, que consiste em 4 estágios de transformação (Inércia, Iniciante, Intermediário e Avançado) e possui 18 elementos de avaliação, distribuídos dentre as quatro principais áreas de atuação das universidades (ensino, operações, pesquisa e extensão) e uma área adicional voltada ao apoio externo e ao ODS 7. Cada elemento possui uma escala de transformação dentre os estágios e uma nota associada; o resultado final é obtido por meio da média ponderada de todos os elementos e fornece o enquadramento final da universidade no UniTS-Energy. A aplicação do modelo para diagnóstico da situação atual de transformação para a sustentabilidade energética da universidade brasileira selecionada – Universidade de Passo Fundo, apontou desafios e potencialidades. Como desafios, o acesso à informação necessária, a segregação de setores e a importância de haver uma equipe de trabalho multisetorial, além da necessidade de aumentar a comunicação com a comunidade acadêmica e seu envolvimento em questões de sustentabilidade. Como potencialidades, o desenvolvimento de um escritório específico com atuação focada em desenvolvimento sustentável, maior engajamento com comunidades locais e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, e exploração de módulos de ensino online com foco em sustentabilidade. O modelo UniTS-Energy possui o diferencial de avaliar a sustentabilidade no contexto de transformação e exclusivamente na temática de energia, sendo uma ferramenta útil para guiar os esforços em busca da sustentabilidade energética em todas as áreas de atuação da instituição e induzir boas práticas, além de incluir o ODS 7 em sua avaliação.

Palavras-chave: energia sustentável, papel da universidade, modelo de avaliação.

ABSTRACT

The role of universities in promoting sustainability is internationally recognized and assessed by several tools. This assessment may have different approaches, considering the main aspects of the institutions, but it usually tends to present a holistic view of sustainability and not to deepen into certain elements, such as energy. In this sense, Sustainable Development Goal 7 (SDG 7) reinforces the importance of the theme of Accessible and Clean Energy and the role of the university in combining energy sustainability with its organizational and knowledge transmission processes. The aim of this research was to propose a model of transformations to energy sustainability at universities, assessing their performance and contributions to sustainable development. The methodology consisted of three phases. The first phase (development of the model itself) had three stages, each one providing subsidies to assemble its components: content analysis in sustainability assessment tools in universities; case study at a foreign university; and international exploratory study. The model was then validated in a focus group with experts in the field of sustainability and applied at a Brazilian university to assess it in relation to its current stage of transformation to sustainability in energy, in addition to the possibility of communicating its progress in relation to the ideal situation and formalize its contribution to sustainable development. The **Model of Transformation for Energy Sustainability in Universities - UniTS-Energy** consists of 4 transformation stages (Inertia, Beginner, Intermediate and Advanced) and has 18 evaluation elements, distributed among the four main areas of activity of universities (teaching, operations, research and extension) and an additional area focused on external support and SDG 7. Each element has a transformation scale between the stages and an associated score; the final result is obtained through the weighted average of all the elements and provides the university's final framework in UniTS-Energy. The application of the model for diagnosing the current transformation situation for energy sustainability of the selected Brazilian university - University of Passo Fundo, pointed out challenges and potentialities. As challenges, the access to necessary information, segregation of sectors and the importance of having a multisectoral work team, in addition to the need for increased communication with the academic community and its involvement in sustainability issues. As potentialities, the development of a sustainability/green office, greater engagement with local communities and with the Sustainable Development Goals, and exploration of online teaching modules focused on sustainability. UniTS-Energy has the differential of evaluating sustainability in the context of transformation and exclusively in the field of energy, being a useful tool to guide efforts in the search for energy sustainability in all areas of the institution's operations, in addition to including SDG 7 in its assessment.

Keywords: sustainable energy, energy sustainability, role of university, assessment model.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Transformações para a Sustentabilidade.....	15
2.1.1	Conceitos de Transformação para a Sustentabilidade	16
2.1.2	Modelos de avaliação da transformação.....	18
2.2	Agenda 2030	21
2.2.1	Origem e entendimento da Agenda 2030	22
2.2.2	Progresso e Desafios da Agenda 2030	25
2.3	Energia Acessível e Limpa	27
2.3.1	Conceito e Abrangência.....	27
2.3.2	Progresso e desafios do ODS 7	29
2.4	Revisão sistemática: universidades, sustentabilidade energética e ODS 7.....	32
2.4.1	Detalhamento da Revisão Sistemática.....	32
2.4.2	Aspectos Bibliométricos.....	34
2.4.3	Contribuição das universidades para o desenvolvimento sustentável e para o ODS 7	36
2.5	Ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades	42
3	METODOLOGIA	49
3.1	Processo metodológico	49
3.1.1	Fase I: Desenvolvimento do Modelo de Transformação para a Sustentabilidade	51
3.1.2	Fase II: Validação do Modelo	57
3.1.3	Fase III: Aplicação do Modelo	59
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
4.1	Fase I: Desenvolvimento do Modelo de Transformação	61
4.1.1	Análise de ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades	61
4.1.2	Estudo de caso na Hamburg University of Applied Sciences	65
4.1.3	Pesquisa Exploratória internacional	72
4.2	Fase II: Validação do Modelo.....	79
4.3	Fase III: Aplicação do Modelo	85
4.3.1	Apresentação do Modelo UniTS-Energy e suas Diretrizes	85
4.3.2	Avaliação da Universidade de Passo Fundo no Modelo UniTS-Energy.....	88
4.3.3	Teste de ponderação	103
4.3.4	Desafios e Potencialidades	107
5	CONCLUSÕES	112
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagramas representando a transformação para a sustentabilidade.....	17
Figura 2 - Modelo de transformação proposto por Mousa (2015)	18
Figura 3 - Exemplo de aplicação do modelo de sustentabilidade corporativa	20
Figura 4 - Forma de avaliar cada indicador de acordo com os estágios de transformação	20
Figura 5 - Curva de distribuição de empresas em relação ao seu nível de transformação	21
Figura 6 - Principais relações entre o ODS 7 e outros ODS.....	29
Figura 7 - Panorama geral da situação atual do ODS 7.....	31
Figura 8 - Mapeamento da revisão sistemática	34
Figura 9 - Número e porcentagem de publicações por periódico.....	35
Figura 10 - Fator de impacto dos principais periódicos analisados.....	35
Figura 11 - Número e porcentagem de publicações nos últimos anos	36
Figura 12 - Proporção de artigos classificados de acordo com os papéis da universidade	38
Figura 13 - Número de artigos publicados por ano de acordo com sua classificação.....	40
Figura 14 - Interconexão entre o papel da universidade e as metas do ODS 7	41
Figura 15 - Processo metodológico, incluindo fases, descrição das etapas e produtos.....	50
Figura 16 - Localização das universidades participantes do Programa IUSDRP.....	55
Figura 17 - Distribuição das ações coletadas como elementos no modelo	65
Figura 18 - Evento de inauguração de parque eólico no Energy Campus (CC4E)	68
Figura 19 - Consumo de energia elétrica em dois campi da HAW Hamburg	69
Figura 20 - Iniciativas de geração renovável de energia na HAW Hamburg.....	70
Figura 21 - Classificação das universidades participantes de acordo com região, número de alunos e tipo de instituição.....	72
Figura 22 - Localização das universidades participantes	73
Figura 23 - Resultados gerais da pesquisa exploratória por questão	75
Figura 24 - Distribuição das universidades participantes do estudo por estágios de análise (%)	76
Figura 25 - Diferentes pesos de cada elemento ao considerar média aritmética e média ponderada.....	85
Figura 26 - Modelo UniTS-Energy	86
Figura 27 - Melhorias obtidas por meio da utilização de lâmpadas mais eficientes no campus	92
Figura 28 - Eficiência Energética incluída na Política de Responsabilidade Social da Universidade de Passo Fundo	93
Figura 29 - Parque de Geração Solar Fotovoltaica da Universidade de Passo Fundo	95
Figura 30 - Exposição sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	100
Figura 31 - Representação gráfica da sustentabilidade energética na Universidade de Passo Fundo	102
Figura 32 - Diferentes pesos de cada elemento ao considerar média aritmética a médias ponderadas	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias de classificação das ações voltadas à energia.....	61
Tabela 2 - Distribuição das ações de acordo com as categorias e fontes de evidência utilizadas	62
Tabela 3 - Frequência de respostas por opção e média para cada elemento	77
Tabela 4 - Pesos calculados para cada elemento (para $p = 1$)	78
Tabela 5 - Elementos do modelo e seus respectivos pesos ajustados pós-validação	84
Tabela 6 - Avaliação da Universidade de Passo Fundo por meio de pontuação por elemento	101
Tabela 7 - Pesos revisados* pós-validação ($p=0,5$, $p=1$ e $p=2$)	103
Tabela 8 - Avaliação da Universidade de Passo Fundo por meio de pontuação por elemento e comparação dos resultados com diferentes pesos.....	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	23
Quadro 2 - Progresso e Desafios da Agenda 2030 em diferentes regiões.....	25
Quadro 3 - Metas e Indicadores do ODS 7.....	28
Quadro 4 - Palavras-chave utilizadas na revisão sistemática	33
Quadro 5 - Critérios de seleção para a revisão sistemática	33
Quadro 6 - Categorias usadas para classificar os artigos de acordo com o papel da universidade	38
Quadro 7 - Resumo das 12 ferramentas de avaliação da sustentabilidade em universidades ..	44
Quadro 8 - Descrição dos itens avaliados no estudo de caso na HAW Hamburg.....	54
Quadro 9 - Descrição das instituições de origem, país e áreas de atuação dos participantes do grupo focal	58
Quadro 10 - Descrição das ações encontradas nas ferramentas analisadas	63
Quadro 11 - Mudança na lista de itens para desenvolvimento do modelo e da pesquisa exploratória	71
Quadro 12 - Versão do modelo avaliada durante o grupo focal para validação.....	81
Quadro 13 - Diretrizes para aplicação do Modelo UniTS-Energy	87
Quadro 14 - Versão do modelo utilizada na fase de aplicação e avaliação da Universidade de Passo Fundo	89
Quadro 15 - Contribuição do modelo para o ODS 7	110

1 INTRODUÇÃO

A dimensão energética da sustentabilidade é um dos desafios mais complexos da atualidade. Energia está diretamente relacionada com segurança nacional e internacional (WEI *et al.*, 2019), problemas ambientais (como o da qualidade do ar e das mudanças climáticas) (OWUSU, ASUMADU-SARKODIE, 2016), e com a capacidade de satisfazer necessidades humanas básicas e de promover o crescimento econômico (CAI, SAM, CHANG, 2018; NTANOS *et al.*, 2018). Como a realidade atual é de demanda crescente por energia, o investimento em trabalhos relacionados à sustentabilidade energética é imprescindível.

Sustentabilidade energética se tornou uma questão de interesse global (LI, ZHANG, 2019), e, de acordo com Prindle *et al.* (2007), engloba os aspectos de eficiência energética e energia renovável. Similarmente, Armin Razmjoo, Sumper e Davarpanah (2020) reforçam a importância de ambos aspectos e de uma forte política para apoiar as ações de sustentabilidade energética. Sendo uma das componentes da sustentabilidade, que se refere a atender as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT - WCED, 1987), a sustentabilidade energética segue a mesma linha, visando atender as necessidades energéticas na atualidade e no futuro.

No Brasil, a oferta interna de energia elétrica é, em sua grande maioria (83%), oriunda de fontes renováveis, sendo um dos maiores valores do mundo (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, 2020). Apesar do número elevado e do destaque em termos globais, este cenário se deve ao elevado potencial hídrico para geração de eletricidade no país, já que a fonte hidroelétrica representa 65% da oferta de eletricidade. Em situações de crise hídrica, cada vez mais comuns, o país recorre à energia termoelétrica; por isso a necessidade de se buscar outras opções mais sustentáveis, tanto pela redução das emissões atmosféricas quanto pela descentralização da geração (SAMPAIO *et al.*, 2020). Outras fontes renováveis, como a eólica e a solar, representam apenas 8,6% e 1,0% na matriz elétrica do Brasil, respectivamente (EPE, 2020). O estudo acerca de energia sustentável deve continuar recebendo atenção, a fim de serem observados avanços nestes cenários.

Existe um amplo consenso de que, na primeira metade do século XXI, o planeta sofrerá com uma era de crise energética e climática, principalmente em função do aumento das emissões dos gases de efeito estufa (CARVALHO; BONIFACION; DECHAMPS, 2011; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA, 2020). De acordo com Aparicio, Lai e Chan-Halbrendt (2012), este é um dos motivos que contribui para o maior debate sobre

desenvolvimento sustentável, com redução das emissões e mudança nos padrões insustentáveis de consumo de energia dentre as prioridades.

A crescente demanda global por eletricidade se reflete em acelerado consumo de combustíveis fósseis, sobretudo devido a confiabilidade, disponibilidade e eficiência destas fontes energéticas (BIRESSELIOGLU, YELKENCI, 2016). A demanda por energia continuará a se expandir, com projeções de aumento de 50% até 2050, com principal contribuição de países não-membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e seus aumentos populacionais e investimentos em crescimento econômico (ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION - EIA, 2019). Países nos quais eficiência energética não é incentivada ou onde há baixo investimento em energias renováveis tendem a sofrer cada vez mais com desequilíbrios entre produção e consumo, além de consequentes efeitos no ambiente e na qualidade de vida.

Outra abordagem importante da temática energética diz respeito aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Estes objetivos são parte integrante da Agenda 2030, declaração adotada por 193 Países-membros das Nações Unidas e que representa um plano de ação global para buscar o desenvolvimento sustentável em diversas temáticas, como Educação, Mudanças Climáticas e Cidades Sustentáveis (AGENDA 2030, 2017). O sétimo Objetivo (ODS 7) trata de Energia Acessível e Limpa, visando assegurar acesso confiável, sustentável e moderno à energia e preço acessível para todos.

O ODS 7, que comprova a importância da relação entre sustentabilidade e energia, foca no acesso às diferentes fontes de energia, principalmente as renováveis, eficientes e não poluentes. O objetivo interliga diferentes contextos, desde a vida cotidiana até a produção industrial global, tornando esta temática importante para todos os membros da sociedade (McCOLLUM *et al.*, 2017; NHAMO *et al.*, 2020).

As instituições de ensino possuem papel fundamental na transmissão de conhecimento, e, portanto, também possuem responsabilidade na busca pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Isso é evidenciado pela formação de futuros profissionais e por serem locais de desenvolvimento de ideias e pesquisas, com possibilidade de exportar ações para a comunidade e servir como exemplo no desenvolvimento de suas políticas e operações (ALBAREDA-TIANA *et al.*, 2018).

Por estarem intrinsecamente relacionadas com a criação e disseminação de conhecimento, as universidades são consideradas impulsionadoras de mecanismos locais, nacionais e globais, promovendo inovação, desenvolvimento econômico e bem-estar social (Sustainable Development Solutions Network - SDSN, 2017). Há muito tempo a educação já é

reconhecida como base principal para o desenvolvimento sustentável, reforçando ainda mais o papel destas instituições, também por meio de suas políticas de responsabilidade social (ESTRATÉGIA ODS, 2017; UNESCO, 2015; VALLAEYS, 2006)

As universidades possuem papel central por terem também o potencial de permitir às comunidades o desenvolvimento de modos de vida e trabalho mais sustentáveis, com esforço para construir capacidades, habilidades e conhecimento (ANACIO, 2017; SHIEL *et al.*, 2016). Conforme os autores, as universidades devem assegurar que sejam desenvolvidos recursos técnicos adequados para garantir competências de aprendizagem e que estas facilitem a colaboração. Assim, também é papel das universidades a formação e disseminação de conhecimento sobre energia sustentável, que pode contribuir para a sociedade como um todo, além do próprio ODS 7 e da temática de mudanças climáticas. O tema de energia é reconhecido com destaque dentre as ações de universidades visando maior sustentabilidade (LOZANO *et al.*, 2015; CORREIA *et al.*, 2020) e aparece frequentemente em estudos acerca do ensino e da pesquisa sobre mudanças climáticas em instituições de ensino superior (LEAL FILHO *et al.*, 2018; MOLTHAN-HILL *et al.*, 2019).

O tema de sustentabilidade energética favorece as discussões sobre a problemática das mudanças climáticas por serem duas temáticas correlatas e complementares. Produção e consumo de energia são responsáveis por mais de dois terços das emissões de gases de efeito estufa, colocando a questão energética como parte central do desafio global do clima e também de sua solução (LEE; BIROL, 2020). As mudanças climáticas devem estar cada vez mais presentes nas discussões das instituições de ensino, como forma de educar e transformar as próximas gerações, sendo importante os campi universitários investirem em áreas de eficiência energética e energias renováveis como ponto de partida para apoiar esforços globais para enfrentar tais mudanças (BRAUN-WANKE, 2017; GALVIN *et al.*, 2017; LEAL FILHO *et al.*, 2019a).

Por outro lado, deve-se levar em consideração que os campi universitários devem fazer mais do que apenas agir de forma mais sustentável: é necessária uma transformação institucional, com participação mais ativa dos membros da comunidade acadêmica, valorizando cada vez mais sua formação e currículo (LIPSCHUTZ, DE WIT, LEHMANN, 2017). De acordo com Leal Filho (2011), alguns fatores limitam o sucesso das universidades na busca pela sustentabilidade, e dentre eles estão os recursos limitados e falta de interesse da instituição. A existência de planos para a sustentabilidade não é suficiente, a não ser que estejam aliados com pesquisa, extensão e projetos concretos.

Na última década, as instituições de ensino superior vêm contribuindo fortemente com o impulsionamento do movimento ambiental, principalmente ao incorporar em seus planos estratégicos questões como redução das emissões de efeito estufa, eficiência energética e investimento em certificações como a LEED e energias renováveis (AMARAL *et al.*, 2020; LEAL FILHO *et al.*, 2019a; RIBEIRO *et al.*, 2020). Embora essas estratégias estejam alcançando seus objetivos e obtendo sucesso, não existe um modelo de avaliação que auxilie as universidades a avaliarem seu nível de transformação para uma situação mais sustentável. Por não haver um padrão, as ações tendem a ser individualizadas e seu monitoramento dificultado. Além disso, mesmo que as universidades venham apresentando progresso em ações energéticas, elas precisam ser vistas e avaliadas como catalisadoras do processo de transformação para a sustentabilidade, tendo seus esforços reconhecidos nesse contexto.

Estas transformações para a sustentabilidade são complexas e envolvem mudanças em diversos sistemas, sendo necessário entender como elas podem ocorrer e como as universidades podem se tornar mais sustentáveis (VAN DEN BERGH, TRUFFER, KALLIS, 2011; PATTERSON *et al.*, 2017). As universidades têm o papel potencial de apoiar as transformações por meio da educação, pesquisa, troca de conhecimento, ensino e ainda, desta forma, colaborar para a implementação dos ODS. Transformar para a sustentabilidade requer atacar as causas que geram problemas e desigualdades econômicas, sociais, políticas e ambientais, e não apenas seus sintomas (UNRISD, 2016). Para tanto, mudanças consideráveis em cultura, estrutura e práticas são exigidas (LOORBACH, 2007).

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas sobre o que é transformação para a sustentabilidade e suas aplicações nos mais diferentes contextos (BAKER-SHELLEY; VAN ZEIJL-ROZEMA; MARTENS, 2017; ERNST *et al.*, 2016; IBRAHIM; EL-ZAART; ADAMS, 2016; MOUSA, 2015; PICKETT *et al.*, 2013). Também existem diversas ferramentas para avaliar sustentabilidade, com uma grande variedade focada especialmente em universidades (ALGHAMDI *et al.*, 2017) e seus rankings de classificação (MUÑOZ-SUÁREZ; GUADALAJARA; OSCA, 2020). Porém, relativamente pouco se estuda sobre como avaliar transformações para a sustentabilidade, com foco específico no contexto energético, e visando uma avaliação continuada e o progresso dentre estágios de transformação, guiando os esforços da instituição.

Uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade específica para aspectos energéticos reforça a importância de uma análise aprofundada desta temática e serve como exercício para a possibilidade futura de haver modelos semelhantes para outras áreas de investigação em universidades, como gestão de resíduos, de emissões e de água. Além disso, as ferramentas já

existentes costumam avaliar questões como energia, resíduos e água, por exemplo, apenas do ponto operacional do campus universitário, dando menor importância à sua participação em ações específicas de pesquisa, ensino e extensão. Neste sentido, esta pesquisa possui a seguinte questão: “Como avaliar o processo de transformação para a sustentabilidade energética em universidades?” e testar a hipótese de que este modelo deve incorporar os diversos papéis da universidade para uma avaliação completa e holística.

Adicionalmente, como apresentado por Mohammadalizadehkorde e Weaver (2018), três argumentos apoiam a importância que universidades devem dar para a sustentabilidade e para a temática energia sustentável: 1) ao produzir pesquisa, essas instituições de ensino estão numa posição passível de disseminar conhecimento sobre o tema; 2) como comunidades semiautônomas, podem implementar práticas sustentáveis e testar sua eficiência buscando aprimoramento, além de servir como exemplo para as cidades do entorno e como motivação para tomadores de decisão; e 3) possuem responsabilidade social em promover a sustentabilidade e melhores condições de vida para a sua comunidade. Estes argumentos apoiam o desenvolvimento de um modelo que visa não apenas avaliar o processo de transformação para a sustentabilidade, mas também guiar esforços e incentivar o progresso.

Percebe-se a importância do desenvolvimento de um modelo com foco em universidades principalmente por ser tão amplamente utilizado em diversos trabalhos que visam a avaliação da sustentabilidade, seja em sistemas energéticos, indústrias ou cidades (KOSTEVŠEK *et al.*, 2016; WADIN; AHLGREN; BENGTTSSON, 2017; MARTINS; CÂNDIDO, 2015; ZAMCOPÉ *et al.*, 2012). Assim, este trabalho se justifica por investigar a temática de transformação para a sustentabilidade, com foco em energia, e aplicar um modelo de avaliação em universidades, integrando um tema de importância consolidada com uma lacuna observada em produções científicas.

O Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, em sua linha de pesquisa Planejamento Territorial e Gestão da Infraestrutura, vem desenvolvendo trabalhos relacionados ao papel da universidade para a sustentabilidade e recentes pesquisas vem abordando também os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Esta tese pesquisa um tema relativamente novo na linha, ao trazer a ideia de transformação para a sustentabilidade, mas contribui também no sentido de dar subsídios para análise do papel da universidade para o desenvolvimento sustentável e apoiar a inclusão dos ODS, especialmente o Objetivo 7, na análise.

Assim, o objetivo geral deste trabalho é propor um modelo de transformação para a sustentabilidade energética em universidades, sendo possível avaliar seu desempenho e guiar a contribuição para o desenvolvimento sustentável.

Os objetivos específicos são:

- a) Investigar elementos e estágios necessários para compor o modelo de avaliação da transformação para a sustentabilidade energética em universidades;
- b) Verificar a compreensão e abrangência do modelo;
- c) Relatar o processo de aplicação do modelo e recomendar diretrizes para a avaliação do estágio de transformação.

Esta tese está dividida em cinco capítulos. Seguindo este primeiro, que introduziu a temática em estudo, seu problema, justificativa e objetivos, o segundo capítulo aborda a revisão bibliográfica, com subseções explorando os temas de transformações para a sustentabilidade, a Agenda 2030, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7, ferramentas de avaliação da sustentabilidade em universidades, além de ser complementada por uma revisão sistemática que relaciona universidades, sustentabilidade energética e o ODS 7. No terceiro capítulo, o processo metodológico e suas fases são descritas. O quarto capítulo apresenta os resultados e discussões, e, por fim, o quinto e último capítulo descreve as conclusões do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, apresentam-se temáticas consideradas importantes para a fundamentação teórica da tese e também para o embasamento da aplicação metodológica. Inicialmente, são abordados conceitos de transformações para a sustentabilidade e modelos de avaliação de sustentabilidade. Posteriormente, apresenta-se a Agenda 2030 e especificamente a sustentabilidade do ponto de vista energético. Utiliza-se uma revisão sistemática para discutir o papel da universidade para a promoção da sustentabilidade e todas as suas áreas de atuação, com especial foco em ações de sustentabilidade energética. Este capítulo encerra com a abordagem de diferentes ferramentas para a avaliação de sustentabilidade em universidades.

2.1 Transformações para a Sustentabilidade

Sustentabilidade é uma temática que vem sendo cada vez mais discutida nos últimos anos. Um marco em termos de definição aconteceu por meio do Relatório Brundtland, que trouxe a ideia formal de desenvolvimento sustentável como sendo aquele que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras, considerando os eixos econômico, social e ambiental (WCED, 1987).

Desde então, diversos estudos passaram a discutir definições e a abordagem de sustentabilidade nos mais variados contextos (FEIL; SCHREIBER, 2017; GLAVIČ; LUKMAN, 2007; OLAWUMI; CHAN, 2018; SINAKOU *et al.*, 2018). Esta tendência de estudos sobre sustentabilidade contribui para o rápido aumento da consciência sobre a sua importância e favorece sua implementação em todo o mundo.

Assunto ainda mais recente diz respeito às transformações para a sustentabilidade. Essa expressão tem assumido posição central em pesquisas acerca da sustentabilidade, estando, por exemplo, dentre os temas principais de sustentabilidade na plataforma *Future Earth* (FUTURE EARTH, 2013), uma rede global de pesquisa, ciência e inovação visando geração de conhecimento e ações de desenvolvimento sustentável; e inclusive na declaração da Agenda 2030 e dos ODS (HAJER *et al.*, 2015). É fato que alternar os sistemas atuais para outros mais sustentáveis não é uma tarefa fácil e engloba múltiplos atores, disciplinas e valores, porém esta transformação é fundamental para se atingir os objetivos da sustentabilidade (ETZION *et al.*, 2017; PATTERSON *et al.*, 2017; VAN VUUREN *et al.*, 2012).

2.1.1 Conceitos de Transformação para a Sustentabilidade

O fato de que a própria Agenda 2030 reconhece a importância de uma transformação ao invés de simples mudanças no contexto atual reflete a extensão das ações necessárias. Para tanto, é importante compreender o que vem sendo apresentado quando se refere a transformações para a sustentabilidade.

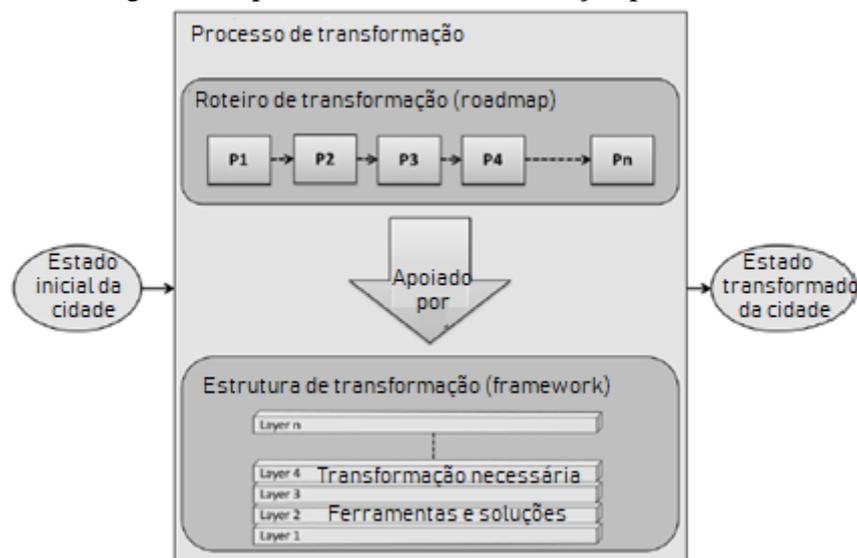
Definições e abordagens variam, de certa forma, de contexto para contexto. De acordo com a UNESCAP (2016), transformação é vista como uma mudança na sociedade que altera os atributos fundamentais de um sistema, incluindo valores, regimes políticos, instituições financeiras e sistemas biológicos e tecnológicos. Assim sendo, as transformações para a sustentabilidade devem se basear na reforma de relações entre o ambiente, a economia e a sociedade, com novos comportamentos, formas de pensar, incentivos e valores visando um futuro sustentável.

Ernst *et al.* (2016), por exemplo, vêm trabalhando com esta temática no contexto de sustentabilidade urbana. Transformação urbana sustentável inclui desde estruturas urbanas até mudanças em processos econômicos, sociais, culturais e governamentais. Este tipo de transformação atua em questões como pobreza, superpopulação, infraestrutura inadequada, más condições de saneamento e alto consumo de energia. De acordo com os autores, buscar sustentabilidade não tem exatamente uma solução certa ou errada, mas certas demandas estão em constante mudança, existem interdependências complexas e as soluções costumam requerer investimentos significativos e representar um certo risco. Esses desafios exigem transformação para a sustentabilidade por promover uma mudança sistêmica, de longo prazo, considerando novas tecnologias, diferentes tipos de infraestrutura e padrões de consumo e de produção de longo prazo orientados por boas governanças.

Abordagem semelhante é apresentada por Pickett *et al.* (2013), ao discutir transformações para a sustentabilidade em cidades do ponto de vista ecológico. Para os autores, estas transformações envolvem mudanças radicais na forma, metabolismo, economia e demografia dos ecossistemas urbanos, e mudanças nas dinâmicas das áreas urbanas para outras mais sustentáveis tendem a resultar numa transformação positiva. É importante destacar que os estados atuais de urbanização representam oportunidades para a transformação, mas deve-se entender como transformar e o quê foi aprendido em situações passadas que podem vir a contribuir para uma transformação sustentável futura. Além disso, o caminho da transformação vai depender do ponto de partida: diferentes contextos podem ter diferentes formas de alcançar uma situação mais sustentável.

Para Ibrahim, El-Zaart e Adams (2016), transformação para a sustentabilidade é um tema abordado no contexto de cidades inteligentes e consiste em um processo multidimensional complexo, por meio do qual mudanças são aplicadas para intensificar a sustentabilidade de uma cidade e aumentar a qualidade de vida das pessoas. Para tanto, o contexto atual das cidades deve ser considerado, assim como suas necessidades, interesses, nível de disposição para a mudança e qualidade de vida dos cidadãos. O processo de transformação pode ser representado por dois tipos de diagramas: um “roteiro” (*roadmap*) utilizado para identificar as atividades transformativas, que são, por sua vez, baseadas em uma determinada estrutura de trabalho (*framework*). Esse *framework* tem uma estrutura em camadas (*layers*) que indicam os tipos de iniciativas que devem ou podem ser desenvolvidas e como se inter-relacionam na transformação para a sustentabilidade, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Diagramas representando a transformação para a sustentabilidade



Fonte: Baseado em Ibrahim, El-Zaart e Adams (2018)

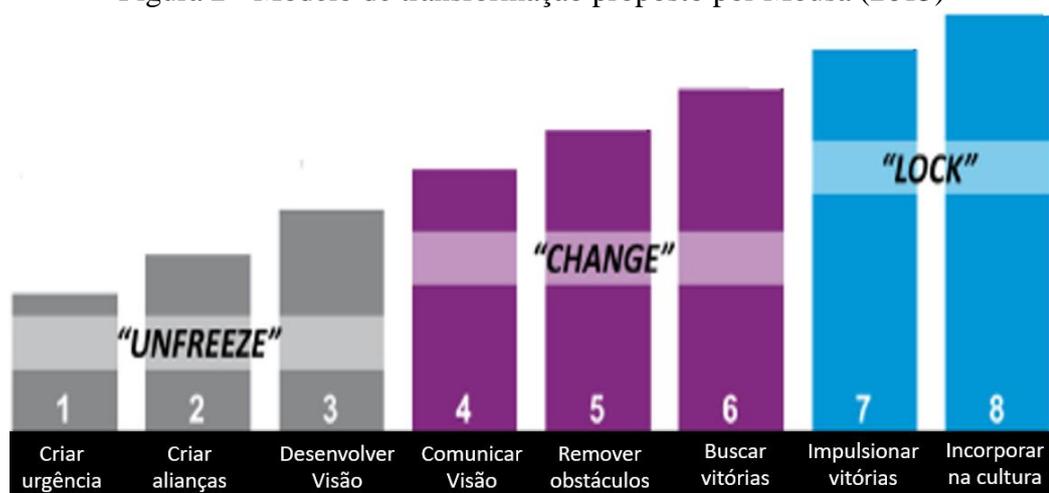
No contexto educacional, Baker-Shelley, Van Zeijl-Rozema e Martens (2017) apresentam os elementos importantes da transformação para a sustentabilidade em universidades. Os autores desenvolveram um *framework* que poderá atuar como ferramenta de diagnóstico da transformação organizacional, incluindo cinco perspectivas: ciência comportamental, governança e responsabilidade, gestão, sistemas sócio-ecológicos e sustentabilidade em educação e pesquisa. Os resultados sugerem que a transformação para a sustentabilidade em universidades exige esforços com a colaboração de diversos atores e setores em um processo de aprendizagem sócio-organizacional.

2.1.2 Modelos de avaliação da transformação

Segundo Mousa (2015), a natureza multidimensional da transformação para a sustentabilidade tem sido investigada em diversas áreas, incluindo materiais, design de estruturas, arquitetura, energia, meio ambiente, política, planejamento, ciclo de vida, economia, dentre outros. Assim como a grande diversidade nas áreas, também há diferentes formas de desenvolver estas investigações, podendo ser utilizadas abordagens individuais ou em conjunto, incluindo metodologias de análise comparativa, gerenciamento de risco, estudos de caso e revisões de políticas, dentre outras.

O autor propõe um modelo para a transformação por meio de três fases: “*unfreeze*” (descongelar), “*change*” (mudar) e “*lock*” (bloquear), como mostrado na Figura 2. A primeira fase consiste em descongelar a estagnação, ao aceitar o tema de desenvolvimento sustentável como fundamental. Na área de construção sustentável, estudada por Mousa (2015), algumas ações são indicadas para esta fase: lançamento de campanha de conscientização que demonstre práticas negativas do uso de concreto de baixa qualidade; incentivo à contratantes e fornecedores a engajarem-se a reforma da indústria sob a ótica da responsabilidade social corporativa; envolvimento de conselhos acadêmicos, profissionais de engenharia e sindicatos de trabalhadores; restrição da elaboração de projetos àqueles profissionais que lidam com conceitos de sustentabilidade, dentre outros, visando esforços coletivos para reforma da cultura e do cenário para a mudança.

Figura 2 - Modelo de transformação proposto por Mousa (2015)



Fonte: Baseado em Mousa (2015)

A etapa seguinte, de mudança e transformação propriamente ditas, inclui comunicação, remoção de obstáculos e valorização das ações. Os esforços vão desde divulgação por meio de

eventos, conferência e reuniões, até a criação de um conselho para a construção sustentável, com membros selecionados do governo, indústria e profissionais da área, visando a análise e superação de obstáculos. Este conselho deverá introduzir os conceitos de sustentabilidade, passando a cobrá-los e monitorá-los em atividades de construção. Além disso, a valorização das ações acontece por meio da criação de incentivos, benefícios fiscais, programas de descontos e preços preferenciais de matérias-primas, a serem oferecidos aos empreiteiros e empresas produzindo concreto sustentável. Profissionais interessados em aplicar construção sustentável em seus projetos também recebem cortes de impostos. O valor monetário dos benefícios da transformação sustentável costuma ser considerado mais convincente para a grande maioria dos praticantes.

Por fim, o bloqueio da mudança: espera-se que o governo mantenha a transição, fornecendo incentivos para comunidades sustentáveis. Isso exigiria suporte contínuo em pesquisa sobre sustentabilidade e utilização de recursos materiais locais. Multas aplicadas devem se reverter em campanhas de conscientização, incentivos e treinamento; e códigos de construção e os regulamentos de construção devem ser atualizado rotineiramente. Acredita-se que estas ações juntas sustentam a cultura introduzida.

Outro modelo de transformação para a sustentabilidade, desenvolvido por Hedstrom Associates (2015), é apresentado na Figura 3. Seus quatro estágios auxiliam empresas a avaliar e gerenciar seu progresso de forma proativa. Durante os estágios iniciais, espera-se envolvimento e maior aprendizado com as questões acerca da sustentabilidade. Nos estágios intermediários, ocorre a inovação, já que as empresas devem desenvolver a capacidade de se adaptar e inovar em meio a interrupções, ou seja, aprender com o que vem sendo feito e "traçar um novo caminho", até alcançar estágios de liderança e transformação efetiva (COORPORATE SUSTAINABILITY SCORECARD, 2018). Por meio de um *scorecard*, quatro áreas são avaliadas (governança e liderança, estratégia e execução, gestão ambiental e responsabilidade social) formando um grupo de 17 elementos, também apresentados na Figura 3, que são avaliados com uso de indicadores.

A Figura 4 apresenta um exemplo prático da forma de avaliar cada indicador de acordo com o modelo proposto e dividido nos quatro estágios de transformação. As classificações estão disponíveis em estágios completos e também na metade do caminho entre cada estágio.

Figura 3 - Exemplo de aplicação do modelo de sustentabilidade corporativa

	Estágio 1: Engajar	Estágio 2: Acelerar	Estágio 3: Liderar	Estágio 4: Transformar
Governança e Liderança	1	2	3	4
Visão, Missão e Valores	← ● →			
Liderança do Diretor Executivo	← ● →			
Liderança do Comitê Diretivo	← ● →			
Objetivos e Métricas	← ● →			
Cultura e Organização	← ● →			
Engajamento de <i>stakeholders</i>	← ● →			
Divulgação e Transparência	← ● →			
Estratégia e Execução	1	2	3	4
Plano Estratégico	← ● →			
Inovação, Pesquisa e Desenvolvimento	← ● →			
Clientes e Mercados	← ● →			
Produtos, Serviços e Soluções	← ● →			
Gestão Ambiental	1	2	3	4
Pegada ecológicas – Operações	← ● →			
Impactos ambientais	← ● →			
Pegada ecológica – Produtos	← ● →			
Responsabilidade Social	1	2	3	4
Próprias Operações: Local de trabalho	← ● →			
Impactos sociais	← ● →			
Investimento da comunidade	← ● →			

Fonte: Baseado em Corporate Sustainability Scorecard (2018)

Figura 4 - Forma de avaliar cada indicador de acordo com os estágios de transformação

Liderança do Comitê Diretivo



Fonte: Baseado em Corporate Sustainability Scorecard (2018)

Hedstrom Associates (2015) indica que a escala de classificação no modelo de avaliação não é fácil. A curva do resultado de classificação das organizações tende a ser distorcida à esquerda, refletindo o fato de que a grande maioria das empresas se enquadra no início de sua transformação para a sustentabilidade, conforme descrito na Figura 5.

Figura 5 - Curva de distribuição de empresas em relação ao seu nível de transformação

Estágio 1: Engajar	Estágio 2: Acelerar	Estágio 3: Liderar	Estágio 4: Transformar
Incluir sustentabilidade no ambiente tradicional, esforços em saúde e segurança	Esforços para a sustentabilidade são conduzidos pelo Diretor Executivo	Sustentabilidade representa uma plataforma central pra crescimento	Responsabilidade explícita em relação às futuras gerações
Utilizar ações “no regrets” (redução do consumo de energia, por exemplo)	Sustentabilidade tem papel principal em questões industriais	Motivadores ambientais/sociais no centro da estratégia de negócio	Negócio totalmente alinhado com princípios de economia circular (100% renováveis e ciclo fechado, por exemplo)
Sustentabilidade não está verdadeiramente incluída na estratégia de negócio	Não há mudanças conduzidas pela sustentabilidade no modelo de negócios	Inclusão de sustentabilidade nos processos de negócio	Sustentabilidade completamente integrada nos processos de negócio

Fonte: Baseado em Hedstrom Associates (2015)

O processo de transformação para a sustentabilidade, conforme visto nos exemplos apresentados, segue uma sequência de etapas que demandam um conjunto de ações a serem desenvolvidas desde o estado inicial observado até o estado transformado, reforçando a ideia de progressão nos estágios. Desde 2015, esses estágios também podem ser vistos como oportunidades de contribuição para a Agenda 2030, apresentada na sessão a seguir.

2.2 Agenda 2030

Os últimos 30 anos foram marcados por inúmeros avanços nas discussões sobre desenvolvimento sustentável (ARORA; MISHRA, 2019). Esforços iniciais se deram por parte de países desenvolvidos, mas em pouco tempo os países em desenvolvimento também perceberam a necessidade de buscar a sustentabilidade. A Organização das Nações Unidas (ONU) tem papel fundamental neste cenário pois está constantemente trabalhando para vencer os desafios contemporâneos e alinhar os esforços de todos os países para o desenvolvimento sustentável. Depois dos 15 anos que marcaram a atuação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), entre 2001 e 2015, a ONU formulou a Agenda 2030 como um novo plano global para a sustentabilidade. Até hoje os ODM são considerados o maior esforço já realizado

no combate à pobreza, mas diversos aspectos ficaram pendentes, exigindo um esforço continuado e aprofundado, com foco não apenas em países em desenvolvimento, mas incluindo os desenvolvidos na ação (AGENDA 2030, 2017). Foi nesse contexto que a Agenda 2030 foi desenvolvida.

2.2.1 Origem e entendimento da Agenda 2030

No ano 2001, foram aprovados os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio, como um desdobramento da Cúpula do Milênio, realizada pela ONU. Estes objetivos estabeleceram 8 iniciativas para tornar o mundo mais justo até 2015, com foco em fome, pobreza, educação, igualdade de gênero, saúde e meio ambiente, e foram considerados um sucesso do ponto de vista político e social (CARVALHO; BARCELLOS, 2014).

Porém, desde a década de 2000, observou-se um agravamento nos problemas existentes no mundo todo, além do surgimento de novos e mais complexos desafios, que demandaram a abordagem de uma grande variedade de questões (PNUD, 2017). Assim, em 2015, surgiu a Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que buscam proporcionar uma continuidade aos ODM e atender aos novos desafios globais. A Agenda é uma declaração formal adotada pelos países-membros da ONU e que representa um plano de ação global para buscar a sustentabilidade em um novo cenário de 15 anos (AGENDA 2030, 2017). O Quadro 1 apresenta os 17 ODS que compõe a Agenda 2030, juntamente com 169 metas e diversos indicadores para monitoramento até 2030.

Quadro 1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

 <p>1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA</p>	<p>1. Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares</p>	 <p>10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES</p>	<p>10. Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles</p>
 <p>2 FOME ZERO</p>	<p>2. Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável</p>	 <p>11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS</p>	<p>11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis</p>
 <p>3 BOA SAÚDE E BEM-ESTAR</p>	<p>3. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades</p>	 <p>12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS</p>	<p>12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis</p>
 <p>4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE</p>	<p>4. Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos</p>	 <p>13 COMBATE AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS</p>	<p>13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos</p>
 <p>5 IGUALDADE DE GÊNERO</p>	<p>5. Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas</p>	 <p>14 VIDA DEBAIXO D'ÁGUA</p>	<p>14. Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável</p>
 <p>6 ÁGUA LIMPA E SANEAMENTO</p>	<p>6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos</p>	 <p>15 VIDA SOBRE A TERRA</p>	<p>15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade</p>
 <p>7 ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA</p>	<p>7. Assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia</p>	 <p>16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES FORTES</p>	<p>16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis</p>
 <p>8 EMPREGO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÔMICO</p>	<p>8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos</p>	 <p>17 PARCERIAS EM PROL DAS METAS</p>	<p>17. Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável</p>
 <p>9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA</p>	<p>9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação</p>		

Fonte: Elaborado pela autora com base em Agenda 2030 (2017).

De acordo com Alves (2015), ao contrário dos ODM, os ODS foram definidos com uma ampla e democrática participação de várias instituições, organizações da sociedade civil e especialistas de cada área, dos 193 países-membros da ONU. Os ODS visam o desenvolvimento sustentável em todos os países, formando uma agenda social, econômica e ambiental, enquanto os ODM formavam principalmente uma agenda social, com foco nos países em desenvolvimento (PNUD, 2017).

De acordo com Leal Filho *et al.* (2017), os ODS representam uma oportunidade de incentivo à pesquisa de sustentabilidade, já que mesmo com muitos avanços, estes não impediram a humanidade de exceder seus limites e recursos naturais. Os autores reforçam a importância do caráter interdisciplinar e transdisciplinar da pesquisa de sustentabilidade, além do desenvolvimento da investigação sustentável em nível local, a fim de compreender adequadamente os impactos das decisões locais numa escala mais ampla.

Assumir estes ODS em diferentes esferas é algo primordial para atingir as metas em um período de 15 anos. Dados recentes apontam para uma taxa global de pobreza de 8,2% e para o desproporcional impacto de desastres e eventos extremos em países mais pobres; quase 700 milhões de pessoas passam fome; cerca de 790 milhões de pessoas vivem sem eletricidade; e a falta de água afeta mais de 2,2 bilhões da população mundial (UNITED NATIONS, 2020). Além disso, já são sentidos os efeitos das mudanças climáticas, que representam um evento transnacional com impactos que desregulam economias e afetam pessoas no mundo todo; situação esta que tende a piorar sem ações imediatas, já que há previsão de aumento da temperatura terrestre em 3.2 °C até o final do século (AGENDA 2030, 2017; UNITED NATIONS, 2020).

Além dos desafios já existentes, a crise gerada pela pandemia do Coronavírus (COVID-19) causou ainda mais impactos. Apesar do efeito positivo do isolamento social em questões ambientais como a redução das emissões (LE QUÉRÉ *et al.*, 2020) e melhoria da qualidade das águas (YUNUS, MASAGO, HIJIOKA, 2020), a crise na saúde, na economia e em diversos aspectos sociais vem afetando gravemente todos os países, com maior impacto nos mais vulneráveis (SACHS *et al.*, 2020). A pandemia pode afetar a implementação de vários ODS, demandando um esforço coordenado a fim de evitar que o progresso já obtido seja perdido (LEAL FILHO *et al.*, 2020).

Considerando tal cenário, é ainda mais importante o incentivo para a pesquisa sobre sustentabilidade, a fim de permitir a preservação do ambiente físico, a eficiência econômica e a equidade social, além de representar uma etapa da aliança do desenvolvimento sustentável com estruturas políticas existentes e auxiliar na busca pelos ODS (LEAL FILHO *et al.*, 2017).

2.2.2 Progresso e Desafios da Agenda 2030

Os primeiros cinco anos da Agenda 2030 foram de significativa mudança em âmbito global. Apesar dos esforços de todos os países e de suas diferentes prioridades para cada ODS, mesmo antes dos efeitos da pandemia de COVID-19 o progresso global estava desigual e fora da rota necessária de atingimento dos objetivos (UNITED NATIONS, 2020).

Antes da pandemia, o cenário reconhecia os esforços de governos, cidades, empresas e da academia e da sociedade civil em integrar ações voltadas aos ODS em políticas e ações. Os quatro primeiros anos da Agenda 2030 apontavam para progresso na redução da pobreza extrema, da mortalidade infantil e da incidência de doenças como a hepatite (UNITED NATIONS, 2019a). Progresso também vinha sendo observado em redução da desigualdade, em investimentos em pesquisa e desenvolvimento, em proteção de ambientes marinhos e da biodiversidade terrestre (SACHS *et al.*, 2019). Apesar disso, não estar no caminho do atingimento das metas até 2030 reforçava a necessidade de uma transformação urgente para a sustentabilidade e demanda maiores esforços políticos (SACHS *et al.*, 2019).

A crise causada pelo COVID-19 é refletida em todos os ODS, com maior ou menor intensidade (SACHS *et al.*, 2020). De acordo com os autores, os objetivos com maior impacto negativo são o de combate à pobreza (ODS 1) e à fome (ODS 2), saúde (ODS 3), trabalho e crescimento econômico (ODS 8) e desigualdades sociais (ODS 10). Aspectos com impactos ainda não claros se referem aos ODS 12 a 15, com maior apelo ambiental (produção e consumo responsáveis, ação climática, proteção da vida marinha e da biodiversidade).

Nas diferentes regiões do mundo, teve-se um progresso diferente em relação aos ODS, devido às necessidades e aos desafios de cada região. O Quadro 2 resume esses contextos regionais.

Quadro 2 - Progresso e Desafios da Agenda 2030 em diferentes regiões

Região	Progresso e Desafios
OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico)	Melhor desempenho observado em metas relacionadas a resultados socioeconômicos e acesso básico à infraestrutura, incluindo ODS 1 (Erradicação da Pobreza), ODS 3 (Saúde e Bem-estar), ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e ODS 7 (Energia Acessível e Limpa). Maiores esforços são necessários para acelerar o progresso visando mitigação da mudança do clima e proteção da biodiversidade, incluindo os ODS 12 (Consumo e Produção Sustentáveis), 13 (Ação Global contra a Mudança do Clima), ODS 14 (Vida na Água) e ODS 15 (Vida Terrestre).

Região	Progresso e Desafios
Leste e Sul Asiático	Esta região é a que mais progrediu no alcance das metas dos ODS desde 2015, principalmente em relação aos ODS 1, ODS 4 (Educação de Qualidade) e ODS 7. Os principais desafios dos países dessa região se referem ao alcance dos ODS 2 (Fome Zero), ODS 3, ODS 5 (Igualdade de Gênero), ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Fortes), além dos ODS relacionados às questões ambientais de mudanças climáticas (ODS 12-15).
Europa Oriental e Ásia Central	Essas regiões apresentam maior progresso nos ODS 1, 6 e 7, principalmente devido ao aumento do acesso à serviços básicos. Em comparação com outras regiões, o maior desafio da Europa Oriental e da Ásia Central se refere à corrupção, insegurança e baixa liberdade de expressão, temas fortemente conectados ao ODS 16.
América Latina e Caribe	Essa região apresenta melhor desempenho nos ODS 1, 6, 7 e 8. Já o maior desafio está na busca pela redução da desigualdade de renda, relacionada ao ODS 10 (Redução das Desigualdades). Além disso, melhorar o acesso e a qualidade dos principais serviços ajudariam a fortalecer o desempenho nos ODS 3 e 4.
Oriente Médio e Norte da África	Os conflitos nessas regiões contribuem para um desempenho fraco na maioria dos ODS, especialmente ODS 2, ODS 3 e ODS 16. Os países menos afetados por conflitos possuem melhores resultados nos ODS 1 e ODS 17. Os maiores desafios da região são a desnutrição, o nanismo e a obesidade (ODS 2), o acesso à infraestrutura, principalmente para serviços de água e saneamento (ODS 6), e as altas emissões de gases de efeito estufa, associadas à exportação de combustíveis fósseis (contribuindo negativamente para o ODS 13).
África Subsaariana	A região sofre com fortes desafios relacionados ao seu desempenho socioeconômico (ODS 1) e ao acesso a serviços básicos e de infraestrutura (ODS 2-9), devido às elevadas taxas de pobreza na região. Em função da baixo desenvolvimento econômico e baixos níveis de consumo, a região tem um desempenho relativamente melhor nos ODS relacionados ao meio ambiente (12-15). Mesmo com a melhoria dos resultados da região desde 2015, todos os seus países enfrentam grandes desafios na busca pelos ODS, agravados pela pandemia COVID-19.
Oceania	Melhores desempenhos são observados no ODS 12 e no ODS 17 (Parcerias e Meios para Implementação). Em contraste, há necessidade de melhora em temas relacionados a serviços de qualidade, abrangidos pelos ODS 3 e 4. A região também é vulnerável às mudanças climáticas e vem atuando bem no ODS 13, mas o tema demanda esforços contínuos.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Sachs *et al.* (2020).

De modo geral, mesmo com a estabilização da pandemia, esse período representa um desafio para o atingimento das metas dos ODS em todo mundo. A crise refreou os investimentos que vinham sendo realizados e pode redirecionar os esforços, focando na superação dos impactos causados (BARBIER; BURGESS, 2020). Por esse motivo, uma grande parte da população está mais vulnerável e propensa a sofrer com questões de pobreza e fome (ODS 1

e 2), piora nos índices de saúde pública (ODS 3) e de educação de qualidade (ODS 4) (SACHS *et al.*, 2020; UNITED NATIONS, 2020). A próxima década (2020-2030) é considerada a Década da Ação, visando acelerar os esforços de todas as nações para alcançar as metas da Agenda 2030 (UNITED NATIONS, 2019b).

O objetivo referente à energia acessível e limpa é impactado principalmente em função da desaceleração da economia e consequente redução nos investimentos em energias renováveis. A próxima sessão aborda exclusivamente este ODS e sua abrangência.

2.3 Energia Acessível e Limpa

Energia acessível e limpa é o tema do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7. Este ODS reconhece que aumentar o acesso à eletricidade e outras formas de energia é fundamental para melhorar a vida e as comunidades das pessoas, por isso este objetivo se concentra na eficiência energética e na promoção de recursos renováveis para o desenvolvimento sustentável (WORLD BANK GROUP, 2018).

2.3.1 Conceito e Abrangência

A ideia de energia acessível e limpa remete ao acesso ao sistema elétrico para ter um serviço de qualidade e à utilização de fontes de energia que não poluam ou prejudiquem o meio ambiente (UNDP, 2018). A descrição deste ODS também inclui os termos de acesso confiável, sustentável e moderno, que implicam, de modo geral, em disponibilidade ininterrupta, segurança energética, redução das emissões e uso de instalações mais eficientes. Combinar todos estes aspectos é o desafio do ODS 7, que conta com uma série de metas e indicadores, apresentados no Quadro 3. As primeiras três metas focam nos resultados desejados e as duas últimas se referem aos recursos e meios de implementação necessários.

Quadro 3 - Metas e Indicadores do ODS 7

Metas	Indicadores
7.1 Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia	<ul style="list-style-type: none"> - Proporção da população com acesso a eletricidade - Proporção da população com dependência primária em combustíveis limpos e tecnologia
7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global	<ul style="list-style-type: none"> - Participação de energia renovável no consumo final total de energia
7.3 Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> - Intensidade energética medida em termos de energia primária e PIB
7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa	<ul style="list-style-type: none"> - Quantia mobilizada por ano, iniciando em 2020, visando o compromisso de \$100 bilhões
7.b Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países de menor desenvolvimento relativo, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio	<ul style="list-style-type: none"> - Investimentos em eficiência energética como porcentagem do PIB e a quantia de investimento estrangeiro direto em transferência financeira para infraestrutura e tecnologia para serviços de desenvolvimento sustentável.

Fonte: Adaptado de United Nations (2016b)

Este objetivo é um dos mais conectados aos demais, já que energia é demandada nas mais diversas atividades. As relações mais diretas são observadas, como resumido na Figura 6, com crescimento econômico (ODS 8), já que energia está associada ao Produto Interno Bruto (PIB); com a indústria (ODS 9), que é um dos setores de maior consumo de energia; cidades sustentáveis (ODS 11), pela responsabilidade em reduzir impactos ambientais e melhorar a qualidade do ar; consumo e produção responsáveis (ODS 12), por visar a eficiência energética e a redução do desperdício; e à mudanças climáticas (ODS 13), considerando a redução do uso de combustíveis fósseis e emissões de gases de efeito estufa. Muitos autores apoiam a interconexão entre os conceitos de mudança climática, impactos ambientais, crescimento econômico, emissões de dióxido de carbono, tecnologia e fornecimento de energia, produção,

consumo e eficiência (ALSHEHRY; BELLOUMI, 2015; BLOCH *et al.*, 2015; KASMAN; DUMAN, 2015; KRAMERS *et al.*, 2014; LUND *et al.*, 2014).

Figura 6 - Principais relações entre o ODS 7 e outros ODS



Fonte: Elaborado pela autora com base em Salvia *et al.* (2019).

Nerini *et al.* (2018) discute sinergias e *trade-offs* entre o ODS 7 e os demais. Todos os objetivos contemplam ambas as relações, porém as sinergias são observadas em maior número. Apesar de não apresentados na abordagem da Figura 6, aspectos sociais de contribuição para o ODS 7 são importantes e possuem uma série de sinergias com os Objetivos relacionados à redução da pobreza, serviços de saúde e educação de qualidade. A maioria dos *trade-offs*, por outro lado, se refere às tensões entre a urgência de expandir o acesso a serviços básicos e à necessidade de fazer com que essa expansão considere aspectos de eficiência energética e uso de renováveis (NERINI *et al.*, 2018). Cada relação demanda esforços de todos os setores de modo a minimizar os desafios e maximizar os potenciais de contribuição (PRADHAN *et al.*, 2017).

2.3.2 Progresso e desafios do ODS 7

Segundo Islar *et al.* (2017), energia é um tema central nos debates em torno do combate à pobreza, da segurança energética, e da mitigação das mudanças climáticas, sendo considerado um dos princípios mais importantes da Agenda 2030. Porém, dados do último relatório da

Organização das Nações Unidas apontam que a evolução em energia sustentável não tem sido suficiente para atingir as metas do ODS 7 até 2030 (UNITED NATIONS, 2020). Para promover melhorias, são necessários níveis mais altos de financiamento e compromissos políticos mais fortes, aliados à disposição dos países de investir em novas tecnologias em uma escala mais ampla.

Segundo o relatório, a participação das energias renováveis no consumo final de energia cresceu de 16,3% em 2010 para 17,3% em 2017 (UNITED NATIONS, 2020). A energia hidrelétrica é a principal fonte renovável de geração de eletricidade globalmente, fornecendo 71% de toda a eletricidade renovável e gerando 16,4% da eletricidade mundial (WORLD ENERGY COUNCIL, 2016). As energias solar e eólica representam uma parcela menor da produção e consumo de energia, mas vêm crescendo rapidamente. O desafio é aumentar a participação das energias renováveis nos setores de aquecimento e transporte, que juntos respondem por 80% do consumo global de energia. A maior parte vem de recursos não renováveis, fazendo com que esses setores liderem a contribuição para as emissões de gases de efeito estufa (MOHAMADABADI *et al.*, 2009; UNITED NATIONS, 2020).

Outros desafios deste ODS são garantir o acesso universal, aumentar a participação de medidas de eficiência utilizadas globalmente e promover a cooperação internacional. Em muitos países em desenvolvimento, a falta de eficiência no uso de energia é um grande desafio. Segundo Oyedepo (2014), diversificar as fontes de energia e adotar novas tecnologias disponíveis são soluções para esse problema, desenvolvendo estratégias para economizar energia demandada, promover melhorias de eficiência na produção de energia e substituir os combustíveis fósseis por diversas fontes de energia renovável.

Por outro lado, embora a necessidade financeira também seja um ponto crítico neste assunto, as fontes limitadas de combustíveis fósseis, além da necessidade de reduzir a emissão de gases do efeito estufa, tornaram os recursos renováveis atraentes nas economias mundiais baseadas na energia (ELLABBAN *et al.*, 2014). Ademais, o uso de energias renováveis é um importante aspecto no progresso para a sustentabilidade e para a Agenda 2030 como um todo (GÜNEY, 2019). A Figura 7 resume o panorama geral da situação do ODS 7 globalmente.

Figura 7 - Panorama geral da situação atual do ODS 7

Fração da população global com acesso a tecnologias limpas de cozinha	63% (2018)	Cerca de 2,8 bilhões de pessoas seguem sem acesso, ficando expostas a condições de poluição do ar e aos efeitos negativos na saúde
Fração da população global com acesso à eletricidade	90% (2018)	Quase 800 milhões de pessoas ainda vivem sem acesso à eletricidade, sua grande maioria (85%) na área rural
Fração de renováveis no consumo final de energia	17,3% (2017)	Boa parte da expansão se deve aos investimentos em energia solar e eólica, mas mais esforços são necessários nos setores de aquecimento e transporte
Melhoria na taxa de eficiência energética	-1,7% (2017)	Taxa de intensidade energética reduziu em relação à 2016, mas foi o menor progresso desde 2010
Financiamento internacional para energias renováveis	21,4 bi (2017)	O apoio financeiro a países em desenvolvimento apresentou avanços, principalmente com maiores investimentos em projetos hidroelétricos e solares

Fonte: Adaptado de United Nations (2020)

Perspectivas futuras para o ODS 7 incluem o desenvolvimento de estratégias de ação, reforço em governança e parcerias formadas, promoção de fontes de financiamento e o monitoramento e avaliação do progresso (SALVIA *et al.*, 2019). Para Østergaard *et al.* (2020), a expansão do uso de tecnologias de energias renováveis também se destaca. De acordo com o Relatório dos ODS (UNITED NATIONS, 2020), mais esforços devem ser aplicados visando o aumento do acesso à eletricidade e do uso de combustíveis limpos para cozinha; maiores investimentos em eficiência energética, considerada a chave para reduzir as emissões de gases de efeito estufa; e maior suporte financeiro aos países mais pobres, além dos esforços intensificados em energias renováveis. Estes esforços são especialmente importantes considerando a Década da Ação e os cenários pós-pandemia. Como apresentado por Sachs *et al.* (2020), uma das possíveis (e desejáveis) respostas governamentais para a pandemia de COVID-19 inclui a descarbonização do sistema energético, valendo-se do Acordo de Paris para regular mudanças e utilizando-se experiências positivas do economia digital visando a transição para a neutralidade de carbono.

2.4 Revisão sistemática: universidades, sustentabilidade energética e ODS 7

Para compreender os avanços científicos sobre o papel da universidade e sua contribuição para a sustentabilidade energética, foi realizada uma revisão sistemática de publicações da década entre 2010 e 2019. Por meio da revisão, é feita uma breve análise descritiva de número de publicações por ano, os periódicos de publicação mais frequente e seu fator de impacto, visando o conhecimento acerca do potencial de crescimento e publicação da temática. Na sequência, uma análise mais aprofundada relaciona os trabalhos pesquisados com o papel da universidade para a sustentabilidade, assim como a contribuição dela para o ODS 7.

2.4.1 Detalhamento da Revisão Sistemática

De acordo com Denyer e Tranfield (2009), uma revisão sistemática localiza estudos existentes sobre dada temática, seleciona e avalia os trabalhos, analisa e sintetiza os dados, e reporta evidências para permitir claras conclusões sobre o assunto. Essa revisão complementa a revisão de literatura por explorar uma questão de pesquisa e utilizar critérios específicos de inclusão e exclusão de trabalhos. Assim, a questão abordada por essa etapa da revisão foi “Qual é o estado atual da literatura científica internacional no contexto de sustentabilidade energética na perspectiva do papel da universidade?”.

A busca por estudos relevantes foi realizada em fontes de literatura científica, representadas por estudos acadêmicos publicados em periódicos. Bases de dados foram utilizadas para identificar os artigos publicados sobre o tema de sustentabilidade energética nas universidades nos últimos dez anos (2010 a 2019). As fontes de informação utilizadas para identificar os estudos para esta revisão foram as bases de dados acadêmicas *Web of Science* e *ScienceDirect*, que publicam artigos acadêmicos relevantes nas áreas de Engenharia, Ciências Ambientais, Humanas e Sociais e de Saúde, dentre outras. Para a busca, foi utilizada a combinação de duas palavras-chave: “*energy sustainability*” (sustentabilidade energética) e “*universit**” (com a utilização do asterisco para incluir universidade e universidades), devendo ambas aparecer nos resultados (devido a utilização do operador booleano “AND”). A busca por estas expressões foi realizada nos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos das bases de dados, como observado no Quadro 4.

Quadro 4 - Palavras-chave utilizadas na revisão sistemática

Combinação de palavras-chave	“energy sustainability” (título, resumo, palavras-chave) AND “universit*” (título, resumo, palavras-chave)
------------------------------	--

A pesquisa considerou apenas artigos científicos - livros, capítulos de livros e artigos de conferências não foram incluídos nesta revisão. Segundo Podsakoff *et al.* (2005), essas pesquisas geralmente passam por um processo de revisão menos rigoroso e tendem a estar menos prontamente disponíveis. Este e outros critérios utilizados para determinar os estudos que foram incluídos na revisão são apresentados no Quadro 5. Foram considerados artigos em inglês, português e espanhol, embora apenas palavras-chave em inglês tenham sido utilizadas (Quadro 4), pois ambas as bases de dados selecionadas apresentam os resumos neste idioma (Caiado *et al.* 2017). Entre as áreas de estudo disponíveis nas bases de dados, as mais próximas da questão de pesquisa foram Energia, Engenharia, Ciências Ambientais e Ciências Sociais. Os critérios de inclusão/exclusão foram definidos com base em Schulze *et al.* (2016) e Caiado *et al.* (2017).

Quadro 5 - Critérios de seleção para a revisão sistemática

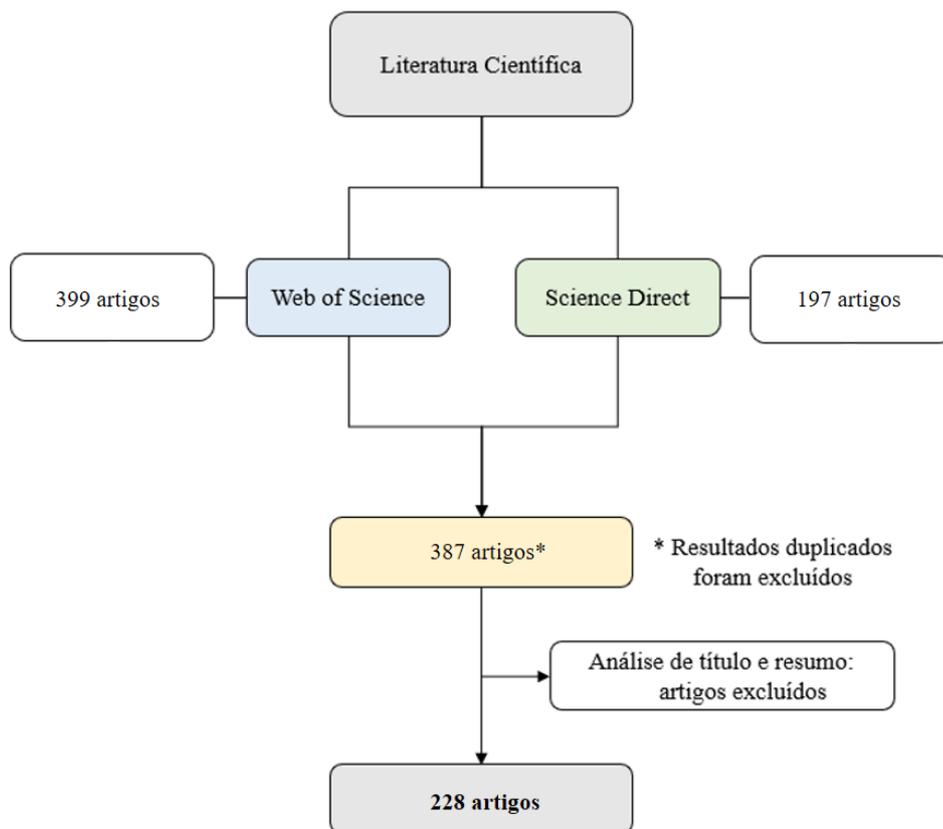
Critério	Inclusão	Exclusão
Período	2010 a 2019	Qualquer estudo publicado antes de 2010 e depois de 2019
Idioma	Inglês, Português e Espanhol	Qualquer outro idioma
Tipo de publicação	Artigos de periódicos científicos	Qualquer outro tipo de publicação (como livros, capítulos e artigos de conferências)
Área de pesquisa	Energia, Engenharia, Ciências Ambientais e Ciências Sociais	Qualquer outra área

Após a busca nas bases de dados, os resultados foram analisados de forma a excluir duplicatas (artigos que foram encontrados em ambas as bases de dados). Posteriormente, artigos que não estavam de acordo com os interesses da pesquisa ou que eram oriundos de anais de conferências, mas que de alguma forma estavam incluídos nos resultados, foram excluídos. Isso foi realizado pela análise do título e resumo, como sugerido por Schulze *et al.* (2016).

2.4.2 Aspectos Bibliométricos

O processo de pesquisa da revisão sistemática é mostrado na Figura 8. O número total de artigos localizados nas bases de dados foi de 596, dos quais 399 da Web of Science e 197 da ScienceDirect. Após a exclusão de duplicatas e artigos não relacionados à questão da pesquisa, 228 artigos científicos foram considerados elegíveis para a análise.

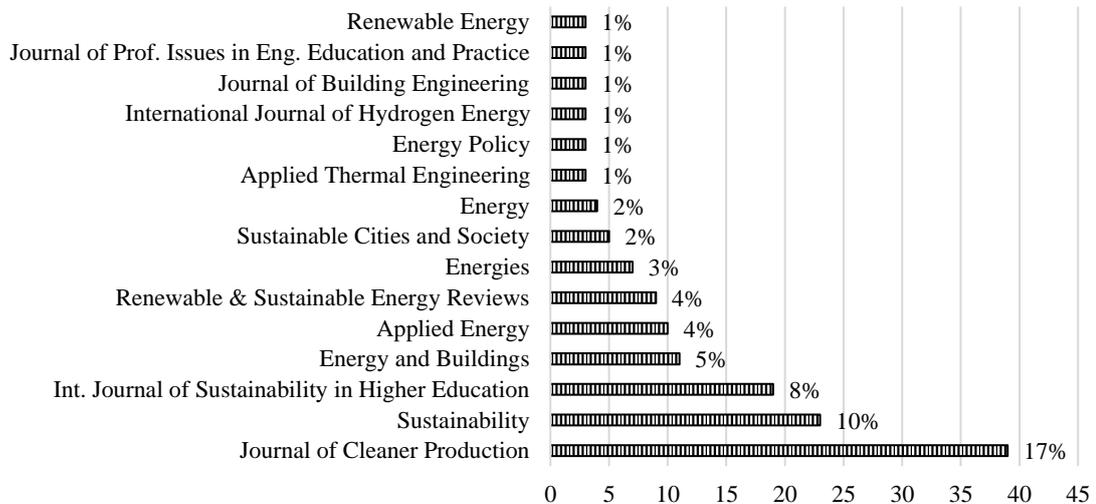
Figura 8 - Mapeamento da revisão sistemática



Fonte: Elaborado com base em Schulze *et al.* (2016)

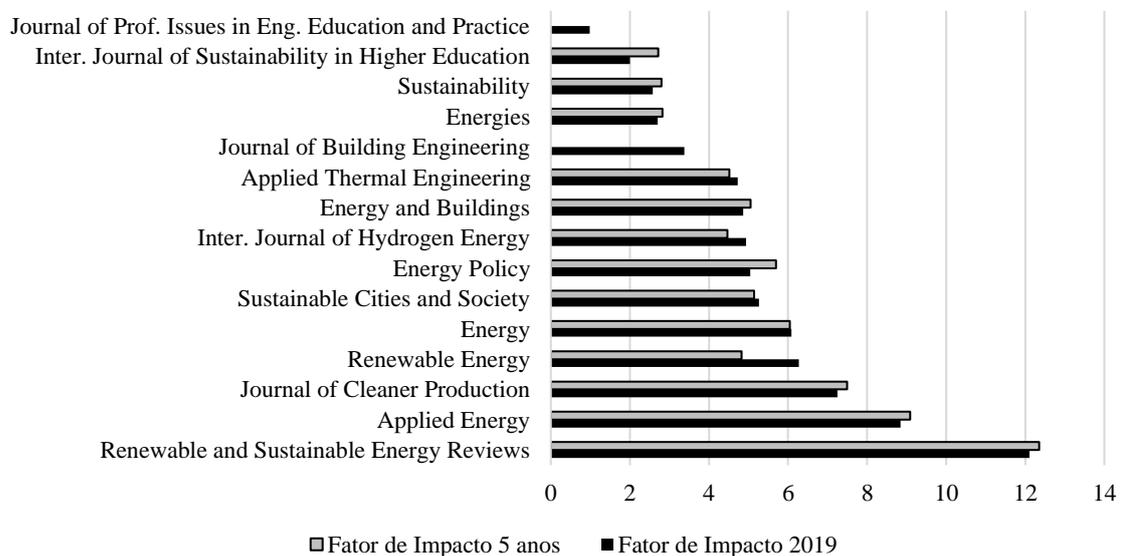
Os 228 artigos analisados foram publicados em 90 periódicos diferentes. No entanto, quase 65% das publicações foram distribuídas em 15 periódicos principais, conforme apresentado na Figura 9. As outras fontes representam menos de 1% em termos de artigos publicados. O periódico *Journal of Cleaner Production* foi o líder em publicações, com 39 artigos, que representam cerca de 17% do total. Na sequência tem-se os periódicos *Sustainability* e *International Journal of Sustainability in Higher Education*, com uma média de aproximadamente 20 artigos publicados em cada um.

Figura 9 - Número e porcentagem de publicações por periódico



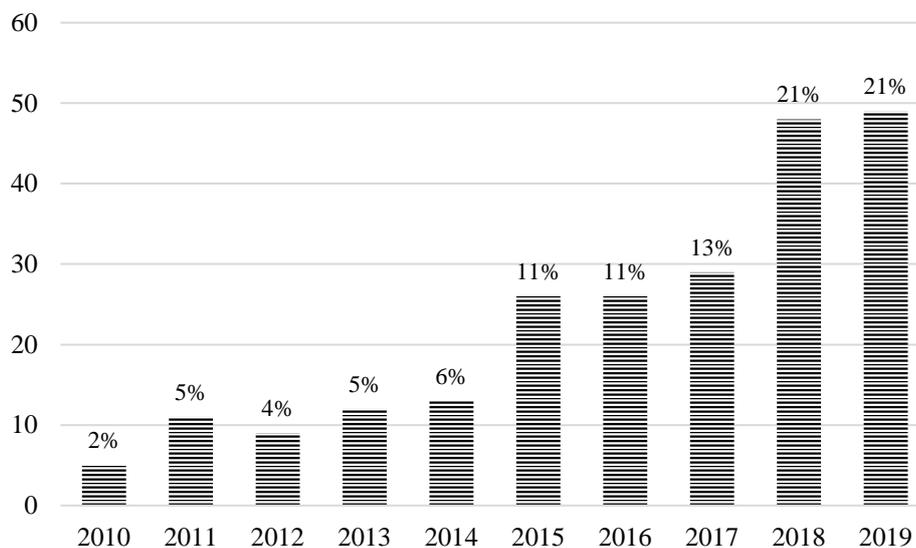
Como sugerido por Caiado *et al.* (2016), a relevância dos artigos de acordo com o fator de impacto dos periódicos pode ser medida pelo *Journal Citations Report (JCR)*, que é publicado anualmente pela *Thomson Reuters*. Por ser um parâmetro utilizado mundialmente para avaliar a relevância da produção científica, a Figura 10 apresenta o fator de impacto desses 15 periódicos (para o ano de 2019). Quanto ao fator de impacto na comunidade acadêmica, a revista de destaque é a *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, com 12,110 em 2019 e uma média de 12,348 nos últimos cinco anos. Todos os periódicos (com exceção do *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*) possuem fatores de impacto iguais ou superiores a 2,000.

Figura 10 - Fator de impacto dos principais periódicos analisados



A Figura 11 mostra o número de artigos publicados e sua porcentagem por ano. Como esperado, a análise desta revisão sistemática mostrou um aumento no número de publicações entre 2010 e 2019. Em 2010, 5 artigos foram publicados, enquanto quase 10 vezes mais artigos foram disponibilizados para a comunidade acadêmica em 2019. Além disso, os últimos três anos da análise têm mais da metade de todas as publicações (55%), e este número relevante de publicações confirma a crescente importância do tema estudado.

Figura 11 - Número e porcentagem de publicações nos últimos anos



2.4.3 Contribuição das universidades para o desenvolvimento sustentável e para o ODS 7

Os 228 artigos foram analisados (com base no resumo ou texto completo, quando necessário) a fim de identificar o papel da universidade em cada um. Há muito tempo se discute o papel das instituições de ensino superior no desafio do desenvolvimento sustentável (TOAKLEY; ARONI, 1998), já reconhecendo sua responsabilidade e contribuição em questões de planejamento e tomada de decisão. Berchin *et al.* (2018) listaram as principais estratégias aplicadas por universidades como contribuição para o desenvolvimento sustentável: agenda institucional (por meio de políticas, missão e valores), pesquisa (investigação, cooperação e geração de conhecimento), ensino (atividades práticas de aprendizado, desenvolvimento de competências para a sustentabilidade), extensão (contribuição para a comunidade local, engajando alunos e criando experiências práticas), operações (aplicação na própria

infraestrutura da instituição, como por exemplo por meio de gestão de água e resíduos, e eficiência energética) e disseminação (compartilhamento de relatórios de sustentabilidade visando a transparência e comunicação do progresso).

Desde a criação da Agenda 2030, uma série de autores vem investigando o papel das universidades na busca pelos ODS (LEAL FILHO *et al.*, 2019b; MAWONDE; TOGO, 2019; PALETTA; BONOLI, 2019), reforçando seu potencial em todas as áreas de ação. Esse potencial é diretamente indicado nas metas do ODS 4 – Educação de Qualidade – ao incluir o termo “universidade” na promoção de acesso igualitário à educação técnica de qualidade para todos; além do papel indireto indicado em metas do ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima - e também do ODS 4, que objetivam promover educação para o desenvolvimento sustentável e a melhoria da capacidade humana, institucional e de sensibilização para as questões climáticas (AGENDA 2030, 2017). O papel crítico e único das universidades em auxiliar a sociedade a atingir os ODS é principalmente importante na criação de desenvolvedores da Agenda 2030, ou seja, na formação de alunos capazes de atender os ODS nas suas funções atuais e futuras (SDSN, 2020). Esse potencial educacional pode ser aplicado em todas as áreas de atuação da instituição, desde suas operações até pesquisa, ensino e engajamento externo.

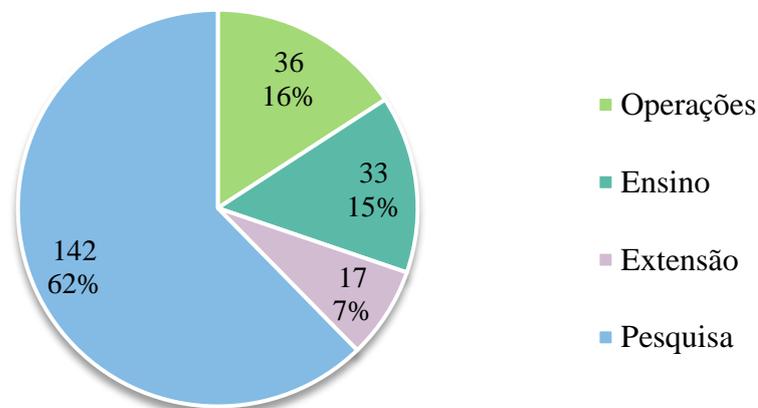
Tendo como base todo esse contexto do papel das instituições de ensino superior, a abordagem utilizada pela universidade para contribuir com a sustentabilidade no contexto energético foi identificada em cada artigo na revisão sistemática de acordo com as categorias apresentadas por Leal Filho (2011): ensino, operações no campus, pesquisa e extensão. O autor apresentou mais uma categoria (projetos concretos), mas optou-se por mesclá-la com a categoria “extensão”, devido ao fato de que poderia ser difícil distingui-las com as características apresentadas nos artigos. Estas quatro categorias estão também alinhadas com as principais áreas de atuação das universidades como indicado por outros autores e com as contribuições da universidade para os ODS, apresentadas pelo Sustainable Development Solutions Network (SDSN, 2017). O Quadro 6 resume as categorias utilizadas e a Figura 12 ilustra a proporção e o número de artigos de acordo com essa classificação.

Quadro 6 - Categorias usadas para classificar os artigos de acordo com o papel da universidade

Papel da universidade	Exemplos de abordagens / Critério de seleção
Ensino	Educação para o desenvolvimento sustentável Formação e mobilização de estudantes para aplicar a sustentabilidade no mercado de trabalho Cursos de capacitação
Operações	Governança e operações alinhadas com a sustentabilidade Incorporação da sustentabilidade em relatórios universitários
Pesquisa	Pesquisa sobre sustentabilidade ou relacionada aos ODS Pesquisa interdisciplinar e transdisciplinar Inovações e soluções Implementação local e nacional
Extensão	Ações fora do campus Engajamento público Diálogo e ação intersetorial Desenvolvimento de políticas e advocacia para SD Parcerias externas e internas

Fonte: Baseado em Leal Filho (2011) e SDSN (2017)

Figura 12 - Proporção de artigos classificados de acordo com os papéis da universidade



Uma das formas pelas quais as universidades podem contribuir para o desenvolvimento sustentável é por meio de suas operações. Nesse caso, as universidades investem em si mesmas para promover conscientização e políticas energéticas, eficiência energética, aplicação de energias renováveis e o trabalho como um laboratório vivo para alunos, funcionários e comunidade (KALKAN *et al.*, 2011; KOLOKOTSA *et al.*, 2016; MYTAFIDES; DIMOUDI; ZORAS, 2017). Dos artigos estudados nesta revisão, 16% apresentaram evidências do papel das operações no campus. Tornar as operações energéticas no campus mais sustentáveis

contribui para aumento da segurança energética, para redução dos gastos com energia e para redução das emissões de carbono – mas é importante aliar estas ações com comunicação e sensibilização da comunidade acadêmica.

Os artigos classificados com papel “Ensino” apresentam mudanças no currículo universitário, como inclusão de novos temas, discussões sobre sustentabilidade nas aulas, ou implementação de atividades práticas, entre outros (ALAWIN *et al.*, 2016; DESHA; HARGROVES, 2010; JAIN *et al.*, 2013). Em outras palavras, esses artigos apresentaram formas pelas quais as universidades vêm aplicando sustentabilidade energética em seu processo de ensino. Nesta revisão sistemática, 33 artigos (15%) foram classificados como apresentando evidências de ensino e, de modo geral, as experiências retratam casos pioneiros de desenvolvimento de cursos e disciplinas na área de energia, e discutem demanda por programas de ensino que contemplem eficiência energética e energias renováveis para atender as expectativas do mercado e da sociedade.

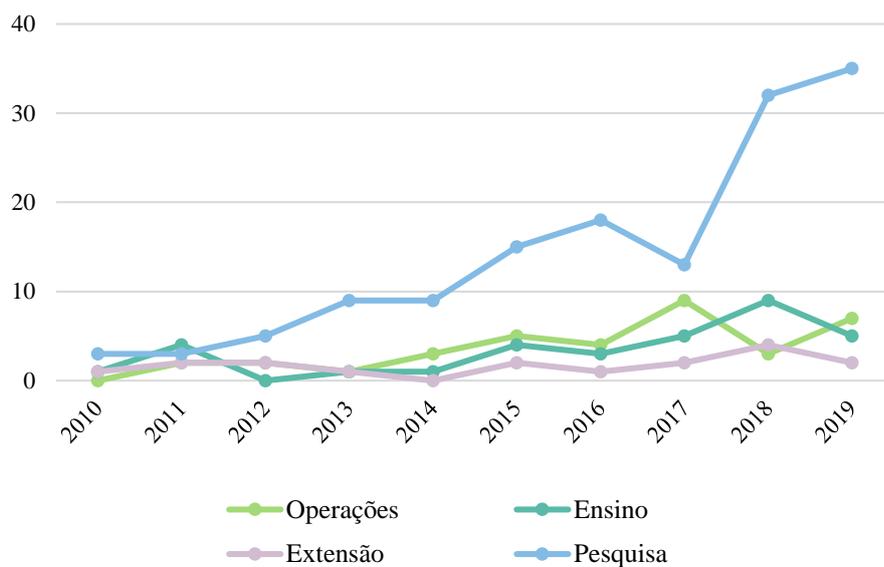
“Extensão” representa ações ou estudos realizados pela universidade fora do campus - ampliando suas ações para a comunidade, empresas, setor domiciliar, entre outros, além de promover o engajamento local e testar soluções sustentáveis (BAMBAWALE; SOVACOO, 2011; SADINENI; ATALLAH; BOEHM, 2012; STALLER *et al.*, 2016). Entre os 228 artigos, 17 deles (7%) foram considerados exemplos de extensão, incluindo casos de parceria da universidade com indústrias visando maior eficiência em processos; com o governo local para desenvolvimento de políticas energéticas; e com comunidades locais para aplicar soluções simples de energias renováveis para promover acesso à energia.

“Pesquisa” é outro importante papel da universidade para o desenvolvimento sustentável. Isso porque a pesquisa é um dos pilares das Instituições de Ensino Superior, buscando investigar fenômenos e criar o conhecimento necessário para promover mudanças societárias, além de criar oportunidades de troca de conhecimentos, métodos, experiências e conhecimentos (BERCHIN *et al.*, 2018; MILLS; SCHLEICH, 2012; SESANA *et al.*, 2016). Aproximadamente 62% dos artigos revisados representam estudos relacionados à pesquisa no contexto da sustentabilidade ou eficiência energética, incluindo desde estudo bibliométrico até questões relacionadas à comportamento no consumo (FERNÁNDEZ *et al.*, 2016; KAPLOWITZ *et al.*, 2012; POTHITOU *et al.*, 2017), eficiência em edificações (AGDAS *et al.*, 2015; ASDRUBALI *et al.*, 2013; CHOKOR *et al.*, 2015) e energia renovável (COTANA *et al.*, 2016; LEE *et al.*, 2016; SALEM *et al.*, 2017), além de ações voltadas à eficiência energética como um todo, descrevendo oportunidades de economia de energia, eficiência energética em processos ou produtos, modelagem e simulações para reduzir as emissões de carbono em sistemas

energéticos, entre outros (ARIS; BHASKORO, 2014; LAU *et al.*, 2014; UNACHUKWU, 2010). Esta classificação também incluiu ações para reduzir custos financeiros e aumentar o retorno econômico do investimento; fornecer segurança energética; reduzir o desperdício de energia e a quantidade de recursos energéticos primários utilizados; além de ajudar a mitigar os impactos ambientais globais e locais, como as emissões de gases de efeito estufa (WORLD BANK, 2007; BUNSE *et al.*, 2011).

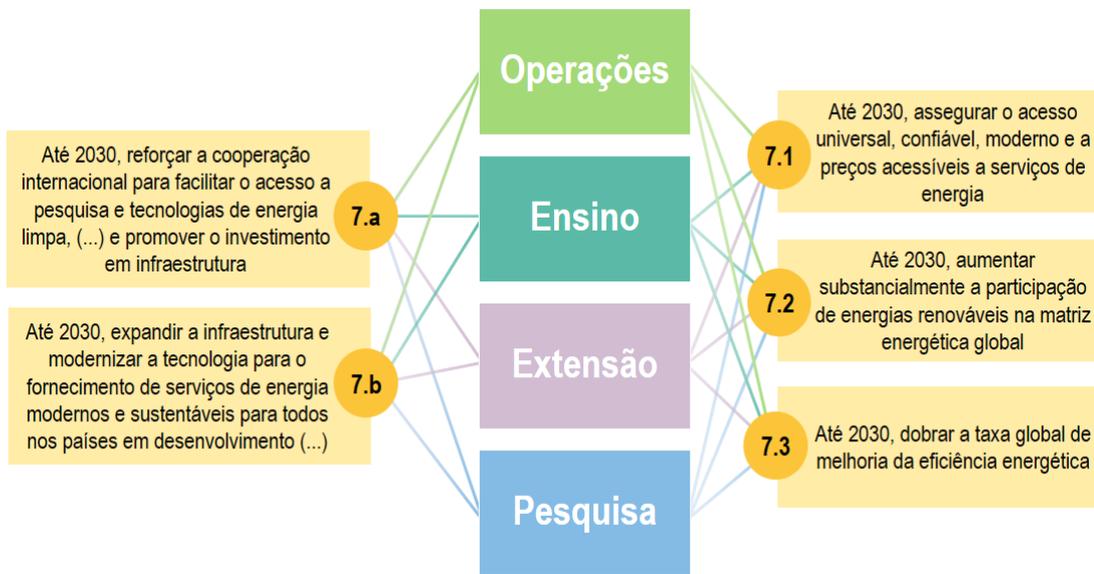
A Figura 13 mostra o crescimento no número de artigos publicados por ano de acordo com sua classificação. Trabalhos relacionados à pesquisa apresentam grande destaque, e são provavelmente o ponto de partida de muitas experiências que posteriormente podem ser aplicadas nas operações do campus, em extensão ou no ensino, pelo seu caráter investigativo e inovador (SDSN, 2020).

Figura 13 - Número de artigos publicados por ano de acordo com sua classificação



Além da classificação de acordo com o papel da universidade, propõe-se uma discussão da interconexão entre as metas do ODS 7 e o papel das universidades em relação ao desenvolvimento sustentável, com base na revisão realizada, como apresentado na Figura 14. Essa interconexão representa uma evidência dos meios utilizados pelas universidades para se engajar com o ODS 7.

Figura 14 - Interconexão entre o papel da universidade e as metas do ODS 7



As metas 7.a e 7.b, consideradas metas referentes aos meios de implementação, podem ser vistas como fornecedoras de subsídios para a atuação das universidades e como contribuição às outras metas. Por meio da melhoria da cooperação internacional (7.a), que é medida por investimentos financeiros, as universidades podem então contribuir investindo nas suas operações e no desenvolvimento do currículo (promovendo mobilização e cooperação dentre os alunos) e em projetos de extensão aplicados na realidade local, contando inclusive com parcerias entre diferentes universidades por meio de redes de cooperação (SCOULLOS *et al.*, 2017). A pesquisa também é uma abordagem positiva, pois pode levar a formas mais eficientes e talvez mais financeiramente viáveis de fornecer infraestrutura e tecnologia de energia limpa. A meta 7.b, que se concentra na expansão da infraestrutura de energia e na atualização da tecnologia utilizada, também é medida pelos investimentos realizados. Universidades podem ser atores fundamentais no processo de modernização dos sistemas energéticos em seus países, principalmente se atuando em parceria com outros atores locais, como governo e companhias de energia. Além dessas ações, o investimento nas operações no campus também é uma maneira positiva de contribuir, uma vez que os prédios acadêmicos com bons planos de energia poderiam representar modelos para definir estratégias para a cidade e edificações de outros setores (HOPE, 2016; RATAJCZYK *et al.*, 2017).

A meta 7.1 é sobre o acesso à energia e tem dois indicadores: proporção da população com acesso à eletricidade e proporção da população com dependência primária de combustíveis limpos e tecnologia. As universidades tendem a contribuir para esse objetivo principalmente por meio de suas ações em currículo sustentável - formando uma nova geração de profissionais,

tecnicamente preparados para atuar nessa matéria - e extensão, realizando projetos concretos para a comunidade (SALVIA *et al.*, 2020); e pesquisa, procurando formas mais eficientes de fornecer energia e melhorar o uso de tecnologias (AVILA *et al.*, 2019).

A meta 7.2 incentiva o uso de energia renovável e é medida pela participação da energia renovável no consumo final total de energia. Nesse contexto, as universidades poderiam desempenhar seu papel por meio extensão ou operações - quando proporcionam oportunidade à comunidade ou usam energia renovável nos prédios acadêmicos (HO *et al.*, 2014); através de currículo sustentável - usando as tecnologias existentes no campus para ensinar ou incluindo mais assuntos relacionados à energia renovável nas aulas, capacitando futuros profissionais e tomadores de decisão (DURRANS; WHALE; CALAIS, 2020; RUIZ-RIVAS *et al.*, 2020); e por meio de pesquisa, investindo em métodos para melhorar a eficiência de fontes renováveis (SALVIA, 2020).

O aumento da eficiência energética é o objetivo específico da meta 7.3, cujo indicador é a intensidade energética medida em termos de energia primária e PIB (Produto Interno Bruto). Práticas de eficiência energética visam melhorar o uso dos recursos energéticos, atingindo os mesmos ou melhores resultados com um menor consumo (SALVIA; SCHNEIDER, 2019). Conforme os autores, essas práticas vêm se tornando cada vez mais comuns em instituições de ensino superior, incluindo desde iniciativas mais simples, para reduzir o desperdício de energia, até ações mais elaboradas e tecnológicas. Como a eficiência energética está relacionada a muitos aspectos (como custos financeiros, segurança energética, economia de energia e emissões de carbono) (NUNOO; MARIWAH; SHAFIC SULEMAN, 2019), todas as ações realizadas pelas universidades se conectam diretamente a essa meta, com destaque para exemplos de operações no campus (REBELATTO *et al.*, 2019).

Essa sessão abordou por meio de diferentes abordagens o papel das universidades para a sustentabilidade energética e para o ODS 7. De modo a entender como as atuais ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades vêm abordando essas questões, a próxima sessão foi desenvolvida.

2.5 Ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades

São várias as ferramentas e metodologias de avaliação de sustentabilidade em universidades, e, segundo Baker-Shelley, Van Zeijl-Rozema e Martens (2017), isso representa um desafio para as instituições, por haver uma enorme gama de opções disponíveis para

escolha. De qualquer forma, em todas elas a presença de um sistema de monitoramento é um elemento importante da transformação organizacional.

Medir a sustentabilidade em universidades é um processo desafiador e complexo, mas as ferramentas utilizadas para tanto podem ajudar na identificação das melhores práticas e na concentração dos esforços do campus na melhoria contínua, além de facilitar a comunicação de progresso (GÓMEZ *et al.*, 2015; SHRIBERG, 2002). Visando explorar como conceitos e práticas de universidades sustentáveis são medidos, Alghamdi *et al.* (2017) realizaram um estudo bastante aprofundado em várias ferramentas de avaliação de sustentabilidade em instituições de ensino superior. As opções existentes variam em termos de objetivo, escopo, função e estado de desenvolvimento (SHRIBERG, 2002), impacto da metodologia, flexibilidade, acesso à informação (GÓMEZ, 2013) e domínios do campus (educação, pesquisa, operações, governança e engajamento social) (KAMAL; ASMUSS, 2013).

Apesar destas diferenciações, Alghamdi *et al.* (2017) selecionaram as ferramentas levando em consideração critérios como maior frequência de citação na literatura e de uso em universidades, principalmente para benchmarking e comparação; disponibilidade das informações (em termos de publicação e idioma – inglês), utilização das dimensões da sustentabilidade e passíveis de medições e comparações. Portanto, os autores analisaram as 12 principais ferramentas de avaliação da sustentabilidade em universidades e detalharam suas abordagens. O Quadro 7 apresenta as 12 ferramentas e inclui uma breve descrição da abordagem de cada uma.

Quadro 7 - Resumo das 12 ferramentas de avaliação da sustentabilidade em universidades

Ferramenta	Sigla	Ano	Descrição	Fonte
Sustainability Assessment Questionnaire	SAQ	2001	<p>Esta ferramenta foi desenvolvida pela Association of University Leaders for a Sustainable Future's (ULSF), e engloba 7 itens de análise: currículo, pesquisa, operações, desenvolvimento de professores e funcionários; extensão; oportunidades para estudantes e administração, missão e planejamento.</p> <p>É uma ferramenta qualitativa que fornece instantaneamente o estado de sustentabilidade de um campus, mas exige que representantes da universidade forneçam informações sobre critérios específicos. Existem 35 indicadores, e suas respostas são obtidas de uma amostra representativa, conforme sugerido pela metodologia, de 10 a 15 indivíduos (incluindo alunos, professores, funcionários e administração da universidade), que levam em torno de 30 minutos para responder o questionário.</p>	ULSF (2009)
Graphical Assessment of Sustainability in University	GASU	2006	<p>Este método foi desenvolvido com base na Global Report Initiative (GRI), que visa avaliar sustentabilidade em organizações e considera as três dimensões: ambiental, econômica e ambiental. A GASU adicionou outra dimensão, a educacional, a fim de tornar a ferramenta aplicável em IES.</p> <p>São 59 indicadores avaliando impactos econômicos diretos; questões ambientais, práticas trabalhistas e trabalho decente; direitos humanos; sociedade; responsabilidade pelo produto; currículo e pesquisa. A ferramenta utiliza o gráfico do tipo radar para facilitar as análises e comparações com outras universidades e pontua os indicadores de 0 (falta de informação) a 4 (desempenho excelente).</p>	Lozano (2006)
Sustainable University Model	SUM	2006	<p>Este modelo foi criado por Velazquez (Velazquez <i>et al.</i>, 2006) e testado usando dados empíricos de cerca de 80 universidades em todo o mundo. As estratégias de sustentabilidade são quatro: educação, pesquisa, extensão e parcerias e sustentabilidade no campus.</p> <p>A ferramenta utiliza 23 indicadores e tende a ser mais utilizada como instrumento interno em universidades para avançar nas estratégias da instituição para ser mais sustentável.</p>	Velazquez <i>et al.</i> (2006)
University Environmental Management System	UEMS	2008	<p>Método proposto visando buscar sustentabilidade em campi universitários por meio da superação da falta de práticas de gestão ambiental em IES. O sistema garante mais sustentabilidade utilizando três abordagens: sistema de gestão ambiental universitário, participação pública e responsabilidade social e promoção de educação e pesquisa. Uma série de iniciativas compõe estas abordagens, incluindo gestão e melhoria ambiental, campus verde, participação pública, serviços comunitários, justiça social, conferências, seminários ou oficinas, cursos e currículo, e pesquisa e desenvolvimento.</p> <p>São sugeridos 27 indicadores, que visam auxiliar as instituições a concluir iniciativas de sustentabilidade com sucesso e abordar os principais aspectos da sustentabilidade no campus universitário e no seu entorno.</p>	Alshuwaikhat e Abubakar (2008)

Ferramenta	Sigla	Ano	Descrição	Fonte
			Esta ferramenta visa guiar os esforços das IES em direção à sustentabilidade, com base nas três abordagens utilizadas.	
Assessment Instrument for Sustainability in Higher Education	AISHE	2009	<p>Este instrumento foi desenvolvido por um grupo holandês denominado Dutch Foundation for Sustainable Development, liderado por Niko Roorda. Uma primeira versão foi liberada entre 2000 e 2001, mas teve algumas críticas por ter se concentrado fortemente na dimensão educacional da sustentabilidade. Em 2009, uma versão expandida foi desenvolvida, abrangendo aspectos educacionais e ambientais.</p> <p>A ferramenta fornece uma estrutura que sustentabilidade interna e externa, visando medir a aplicação da sustentabilidade no campus e compartilhar experiências entre instituições. São utilizados 5 módulos, que refletem os principais aspectos de qualquer universidade: identidade operação, educação, pesquisa e sociedade, cada um com 6 indicadores.</p> <p>A AISHE se baseia no ciclo PDCA, visando melhoria contínua ao planejar (Plan), fazer (Do), verificar (Check) e agir (Act). O resultado da avaliação pode ser representado por meio de relatórios para avaliação geral explícita dos esforços para a sustentabilidade.</p>	Roorda <i>et al.</i> (2009)
Benchmarking Indicators Questions – Alternative University Appraisal	BIQ-AUA	2009	<p>Este projeto foi lançado pela rede de parceria Ásia-Pacífico chamada ProSPER.Net (Promotion of Sustainability in Postgraduate Education and Research Network), composta por 28 universidades. A ideia por trás da ferramenta foi auxiliar universidades na promoção de atividades ligadas ao desenvolvimento sustentável e o compartilhamento de boas práticas.</p> <p>São utilizados quatro critérios: governança, educação, investigação e divulgação, que contém questões relacionadas à política, gestão, operação, monitoramento, currículo, recursos, extensão, educação informal e divulgação, totalizando 30 indicadores e 50 questões quantitativas sobre os esforços da universidade para a sustentabilidade. Estas questões devem ser aplicadas para um grupo representativo da comunidade acadêmica, incluindo administração, professores, funcionários e alunos, podendo incluir também ex-alunos, comunidades relacionadas e ONGs.</p>	AUA (2012) Razak <i>et al.</i> (2013)
Unit-based Sustainability Assessment Tool	USAT	2009	<p>Ferramenta desenvolvida para ser utilizada no programa Swedish/Africa International Training Programme, focado em educação para o desenvolvimento sustentável no ensino superior, apoiado pela UNEP (United Nations Environmental Programme). Resultado de uma tese de doutorado, visa ser um guia para educar e buscar a sustentabilidade, além de representar uma ferramenta flexível que pode ser utilizada por diferentes departamentos e níveis educacionais, de forma independente em uma mesma instituição.</p> <p>São utilizados quatro critérios: ensino, pesquisa e serviços comunitários; gestão e operações; envolvimento do aluno e política, gerando 75 indicadores. Apesar da possibilidade de ser usado de forma</p>	Togo e Lotz-Sisitka (2009)

Ferramenta	Sigla	Ano	Descrição	Fonte
			compartimentada entre departamentos, o desempenho global da instituição pode ser considerado uma média dos resultados individuais. Os resultados visam facilitar a rápida identificação dos esforços da universidade para a sustentabilidade e a detecção de áreas nas quais certos departamentos estão atrasados ou avançados.	
The Green Plan	GP	2012	<p>Esta ferramenta foi inicialmente desenvolvida na França por um conjunto de órgãos (French Conference of University Presidents-CPU, French Conference of Grands Ecoles (CGE) e French Ministry of Ecology) e lançada em 2010. Porém, em 2012, foi adaptada para conter cinco níveis de melhoria. São eles: estratégia e governança; ensino e treinamento; pesquisa; gestão ambiental; e política social e presença regional.</p> <p>Com um total de 44 indicadores, mede e avalia o desempenho de sustentabilidade da instituição em relação às leis, normas e procedimentos, sendo possível comparar resultados com o passar do tempo e também com outras instituições.</p>	Green Plan (2010)
Sustainable Campus Assessment System	SCAS	2014	<p>Este sistema foi desenvolvido pelo Office for a Sustainable Campus, da Universidade de Hokkaido, sendo o primeiro a avaliar a sustentabilidade em instituições de ensino no Japão.</p> <p>A ferramenta visa informar os pontos fracos e fortes em termos de sustentabilidade e também comparar resultados com outras instituições. São utilizadas 4 categorias (gestão; educação e pesquisa; ambiente e comunidade local), incluindo 170 indicadores.</p> <p>É interessante observar a existência de itens incomuns, como a prevenção à desastres e o papel da universidade após eventos extremos, mas que são fundamentais para a região asiática considerada mais vulnerável à estas situações.</p>	SCAS (2014)
Adaptable Model for Assessing Sustainability in Higher Education	AMAS	2014	<p>Este modelo foi desenvolvido como parte de uma pesquisa de mestrado e projetado para compreender a experiência em sustentabilidade nas universidades, levando em consideração outros modelos. São utilizados três critérios: compromisso institucional; liderança; e avanço em sustentabilidade. Dentro deles, estão incluídos os seguintes subcritérios: declaração, estratégias, coordenação, diversidade e equidade, consumo de recursos, experiência no campus, educação, pesquisa e engajamento público. São utilizados 25 indicadores qualitativos e quantitativos para avaliar estes aspectos.</p> <p>O modelo é flexível, possibilitando utilizar ou não certos indicadores de acordo com o contexto da universidade. Assim, é possível avaliar universidades nos mais diferentes contextos sem perder a abordagem metodológica universal.</p>	Gómez <i>et al.</i> (2015)

Ferramenta	Sigla	Ano	Descrição	Fonte
Sustainability Tracking, Assessment and Rating System	STARS	2014	<p>O sistema STARS visa fornecer uma estrutura para entender a sustentabilidade em todos os setores do ensino superior, não apenas como instrumento de avaliação, mas também como classificação para possível comparação ao longo do tempo e entre instituições.</p> <p>A versão mais recente da ferramenta conta com cinco áreas de análise: acadêmica, compromisso, operações, planejamento e administração, e inovação, contando com 74 indicadores distribuídos em subáreas como currículo, pesquisa, envolvimento no campus, governança e questões ambientais.</p> <p>Seu formato é baseado em uma pesquisa online que gera classificação (bronze, prata, ouro ou platina), podendo ser utilizada por universidades que estão iniciando seu caminho em busca da sustentabilidade ou por aquelas mais avançadas.</p>	STARS (2014)
UI's Green Metric University Sustainability Ranking	GM	2014	<p>O Green Metric é um ranking universitário global que avalia e compara os esforços de universidades na busca da sustentabilidade, com coleta de dados feita de forma online. Foi desenvolvida pela Universitas Indonesia em 2010, e sua versão atualizada abrange seis dimensões: infraestrutura; energia e mudanças climáticas; resíduos; água; transporte; e educação, totalizando 33 indicadores.</p> <p>É uma ferramenta que está disponível para toda e qualquer IES participar, com resultados acessíveis para todos, possibilitando a divulgação de exemplos e promovendo a sustentabilidade.</p>	Green Metric (2014)

Fonte: Elaborado com base em Alghamdi *et al.* (2017)

Apesar de não incluída nessa lista, outra ferramenta recentemente desenvolvida foi a *University Sustainability Assessment Framework* (UniSAF) (ROOTABILITY, 2017). UniSAF foi preparada e disponibilizada pela organização social sem fins lucrativos *rootAbility*, que visa inspirar a comunidade acadêmica de instituições de ensino superior a se mobilizar e apoiar projetos e iniciativas de sustentabilidade. Essa ferramenta disponibiliza uma lista de indicadores quantitativos e qualitativos (divididos entre educação, pesquisa, comunidade, operações e governança) e um modelo para inclusão de dados. Pode ser utilizada por estudantes e professores (em trabalhos e pesquisas sobre sustentabilidade), além dos próprios gestores da instituição.

Cada ferramenta tem seu diferencial e pode ser escolhida levando em consideração o contexto e a finalidade. Conforme Gasparatos e Scolobig (2012), a escolha do método pode ser em função da perspectiva e dos aspectos desejados para a avaliação, da aceitabilidade dos critérios utilizados e dos valores da comunidade afetada. Além disso, facilidade de uso, obrigatoriedade de seguir determinado método, conhecimento prévio sobre a ferramenta e questões comparabilidade são outros aspectos que podem ser considerados.

O que se observa, porém, é que cada ferramenta tem visões diferentes das questões de sustentabilidade, muitas vezes não se aprofundando nos aspectos avaliados ou então considerando-os apenas em uma sessão de análise, e não em todas. Além disso, há oportunidade para desenvolvimento de novas ferramentas que incluam a contribuição para a Agenda 2030 e para os ODS, incluindo também a ideia de progressão entre estágios de transformação. Na sequência, a metodologia deste trabalho aborda uma abordagem específica pra inclusão do tema de energia em todos os aspectos de um modelo de avaliação.

3 METODOLOGIA

Conforme classificação de Volpato (2011), esta pesquisa se caracteriza como descritiva, já que os passos metodológicos são determinados pela sua questão e visam descrever um processo ou objeto – o modelo construído – de modo a compreender o fenômeno em estudo – a transformação para a sustentabilidade energética nas universidades.

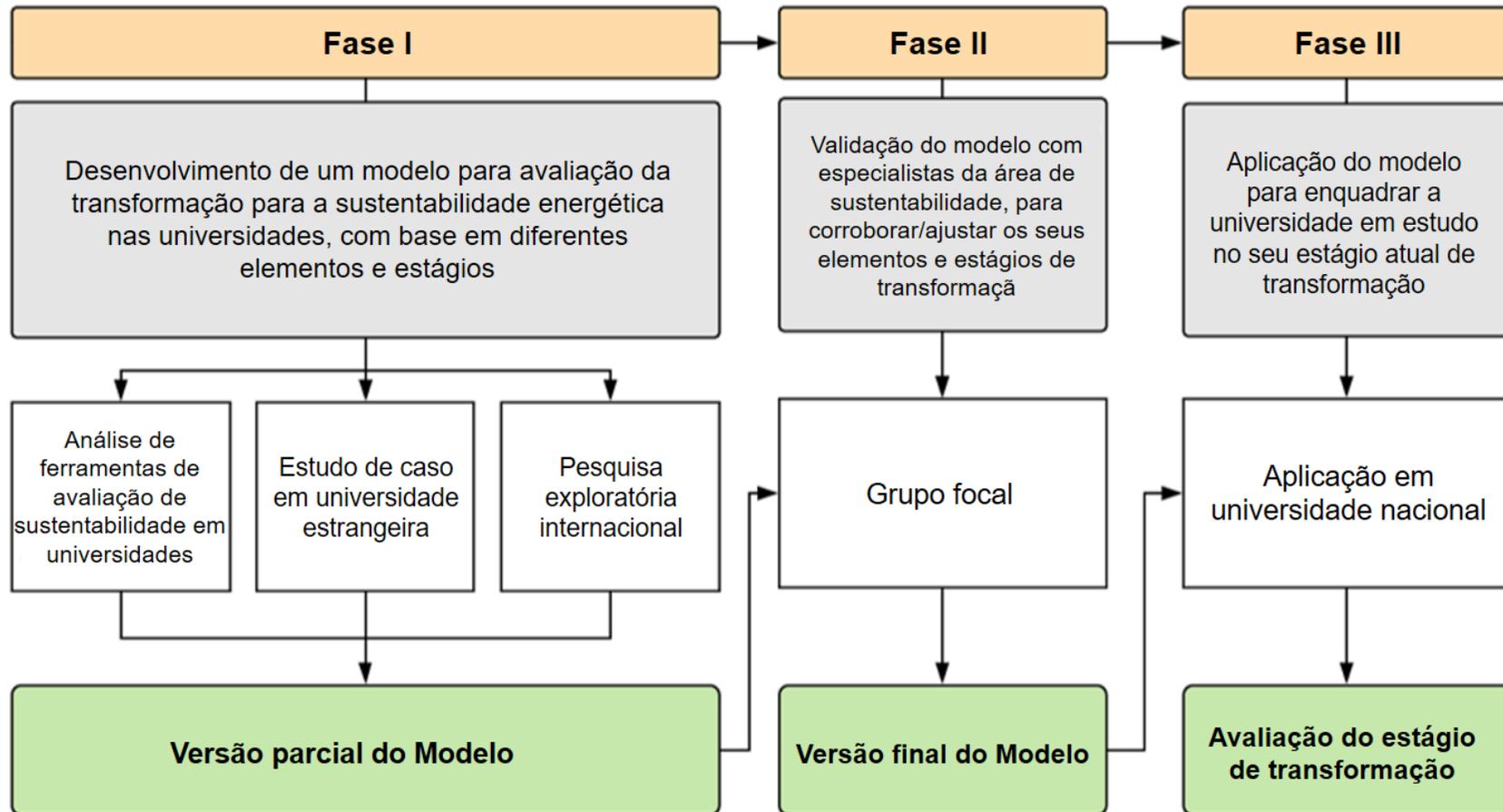
Adicionalmente, conforme Gil (2002), este trabalho também pode ser classificado como uma pesquisa exploratória, que visa aprimorar ideias ou conceitos e estimular a compreensão do tema estudado. Esta classificação se deve ao fato de que a pesquisa utilizará a metodologia de estudo de caso, que compreende o estudo profundo de algum objeto, permitindo seu detalhado conhecimento.

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos da pesquisa, suas etapas e formas de coleta e análise dos dados. O estudo explora a temática de transformação para a sustentabilidade energética, tendo como objetivo desenvolver um modelo para avaliar esta transformação em universidades e contribuir para o desenvolvimento sustentável.

3.1 Processo metodológico

A Figura 15 apresenta o processo metodológico da pesquisa, suas fases e respectivos produtos. Três fases compuseram este estudo: o desenvolvimento do modelo de avaliação da transformação, sua validação e sua aplicação. A fase de desenvolvimento é resultado de três etapas: a análise de ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades, focando especificamente em indicadores e ações voltadas à energia; estudo de caso em uma universidade estrangeira, a fim de coletar ações desenvolvidas e refinar os itens a serem considerados no modelo; e uma pesquisa exploratória internacional, para caracterizar a situação de diferentes universidades no contexto energético e avaliar os itens e etapas a serem considerados. Após a elaboração do modelo, este foi validado com especialistas da área de sustentabilidade, promovendo ajustes e refinamentos necessários. A etapa final consiste na aplicação do modelo em uma universidade brasileira para avaliá-la em termos de seu estágio no processo de transformação.

Figura 15 - Processo metodológico, incluindo fases, descrição das etapas e produtos



3.1.1 Fase I: Desenvolvimento do Modelo de Transformação para a Sustentabilidade

Esta fase visou o desenvolvimento do modelo para avaliação da transformação para a sustentabilidade energética nas universidades, com base em diferentes elementos e estágios de análise, a fim de verificar e comunicar o progresso e contribuição para o desenvolvimento sustentável.

Tendo como base o modelo de avaliação do Corporate Sustainability Scorecard (2018), em função de sua fácil interpretação e qualidade da estrutura, cada etapa desta fase foi útil para coletar informações referentes às áreas de avaliação e seus elementos, e descrição dos estágios de transformação. A ideia foi propor um modelo com possibilidade de utilização em qualquer universidade, independentemente de seu tamanho e localização.

Esta fase foi subdividida em três etapas: análise de ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades, estudo de caso em universidade estrangeira no período de doutoramento na Alemanha e pesquisa exploratória internacional. Cada uma delas é explicada na sequência e trouxe subsídios para a construção do modelo, seus elementos e estágios.

a) Análise de ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades

Nesta etapa, foram analisadas ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades, a fim de buscar informações importantes para a posterior composição do modelo de transformação. A finalidade foi realizar uma pesquisa teórica e qualitativa em torno dos materiais já existentes e utilizados no que diz respeito à sustentabilidade energética em universidades, de modo a obter ações que devem ser realizadas pelas instituições e sua aplicação no contexto energético.

A análise qualitativa das informações tomou como referência o método de análise de conteúdo, apresentado por Bardin (2011) como uma técnica para ler e interpretar o conteúdo de qualquer material proveniente de comunicação verbal ou não-verbal. Foi utilizado um processo de sistematização progressivo com abordagem indutivo-construtiva (MORAES, 1999) que levou à categorização dos dados. Assim como indicado por Vergara (2005), as categorias foram rearranjadas durante o andamento do estudo.

A análise mesclou procedimentos interpretativos e quantitativos, baseados principalmente na frequência. Moraes (1999) indica como etapas para o processo de pesquisa a preparação das informações (seleção e codificação), transformação do conteúdo em unidades de análise, classificação das unidades em categorias, descrição e interpretação.

Para auxiliar no processo de análise de conteúdo, foi utilizado como apoio o *software* NVivo, utilizado para estudos qualitativos por possuir ferramentas de análises que dão suporte em especial para estudos documentais. De acordo com Mozzato e Grzybovski (2011), o uso desse *software* agiliza a análise e qualifica-a, promovendo transparência nas ações desenvolvidas.

O Quadro 7 descreve as fontes de evidência para a análise, assim como sua sigla para facilitar a posterior análise dos resultados. Foram utilizadas estas doze ferramentas por serem consideradas as de maior frequência de citação na literatura e maior relevância para a avaliação da sustentabilidade em universidades (ALGHAMDI *et al.*, 2017).

Quadro 7 - Ferramentas de avaliação da sustentabilidade utilizadas na análise de conteúdo

Ferramenta	Sigla
01-Sustainability Assessment Questionnaire	SAQ
02-Graphical Assessment of Sustainability in University	GASU
03-Sustainable University Model	SUM
04-University Environmental Management System	UEMS
05-Assessment Instrument for Sustainability in Higher Education	AISHE
06-Benchmarking Indicators Questions – Alternative University Appraisal	BIQ-AUA
07-Unit-based Sustainability Assessment Tool	USAT
08-The Green Plan	GP
09-Sustainable Campus Assessment System	SCAS
10-Adaptable Model for Assessing Sustainability in Higher Education	AMAS
11-Sustainability Tracking, Assessment and Rating System	STARS
12-UI's GreenMetric University Sustainability Ranking	GM

Por meio do *software* Nvivo, buscou-se nas ferramentas toda e qualquer referência à energia e ações que a universidade deve fazer ou indicadores que devem ser medidos visando à sustentabilidade no contexto energético. Após esta primeira etapa, os resultados foram agrupados em categorias de análise por semelhança das ações/indicadores. Os resultados foram então analisados por meio da descrição das ações sustentáveis e de sua fonte de origem.

Esta etapa trouxe subsídios para iniciar a construção do modelo, principalmente no que diz respeito às informações referentes às áreas de análise e seus principais elementos. Nesta

etapa também iniciou-se a construção do instrumento de coleta de dados para a etapa (c), com base na primeira versão da lista de elementos. Essa versão preliminar do instrumento é apresentada no Apêndice A.

b) Estudo de caso em universidade estrangeira

Para se ter maior aprofundamento na investigação de ações realizadas por universidades para buscar sustentabilidade energética, esta etapa consistiu no estudo de caso na Hamburg University of Applied Sciences (HAW), em Hamburgo, Alemanha.

A seleção desta universidade foi realizada levando em consideração critérios de conveniência e acesso aos dados, em função do período de doutoramento no exterior (período sanduíche) realizado na HAW entre 8/2018 e 7/2019. A Hamburg University of Applied Sciences é destaque em estudos relacionados à sustentabilidade e mudanças climáticas, incluindo estas temáticas em diversos projetos de pesquisa e formação de graduandos, mestrandos e doutorandos.

Além disso, a HAW possui unidades operacionais focadas em gestão ambiental e competências para energias renováveis e eficiência energética. A universidade também conta com o Research and Transfer Centre "Sustainability and Climate Change Management", cujo principal objetivo é apoiar pesquisas sobre desenvolvimento sustentável e questões climáticas, conduzindo projetos de pesquisa e visando a transferência de conhecimento em nível nacional e internacional. A oportunidade de conhecer de perto esta realidade é um dos motivos para a escolha desta instituição de ensino como estudo de caso para a segunda etapa do desenvolvimento do modelo.

Segundo Yin (2001), o estudo de caso busca esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões, o motivo pelo qual elas são tomadas, e como essas decisões foram implementadas e com quais resultados. Esse método permite ao pesquisador explicar alguma situação a partir da prática, explorando processos e comportamentos (GODOY, 2006). Assim sendo, esta etapa metodológica possibilitou um conhecimento teórico e prático completo sobre as ações que a HAW aplica a fim de buscar sustentabilidade energética, visando compreender na prática a extensão destas aplicações.

As evidências utilizadas se basearam em observação, análise documental e entrevistas não-estruturadas, como apresentado no Quadro 8. A triangulação dos dados favoreceu maiores discussões acerca das ações realizadas na universidade.

Quadro 8 - Descrição dos itens avaliados no estudo de caso na HAW Hamburg

	Documento	Descrição	Fonte
Análise Documental	Matriz curricular	Mestrado em Sistemas de Energias Renováveis - Engenharia Ambiental e de Processos	https://www.haw-hamburg.de/RenewableEnergySystems
	Matriz curricular	Mestrado em Sistemas de Energia Sustentável na Engenharia Mecânica	https://www.haw-hamburg.de/SustainableEnergySystems
	Matriz curricular	Graduação em Sistemas de Energia Renováveis e Gerenciamento de Energia - Engenharia Elétrica e Tecnologia da Informação	https://www.haw-hamburg.de/EnergyManagement
	Website e publicações	Centro de Pesquisa e Transferência Sustentabilidade e Gestão das Mudanças Climáticas - FTZ-NK	https://www.haw-hamburg.de/en/ftz-nk/
	Website e publicações	Plataforma Online: Digital Learning for Sustainable Development	https://dl4sd.org
	Website e publicações	Centro de Competências para Energias Renováveis e Eficiência Energética (CC4E)	https://www.haw-hamburg.de/cc4e/
	Website e publicações	Projeto NEW 4.0 - Norddeutsche EnergieWende	https://www.new4-0.de/
	Website	Estudo de caso da Siemens na HAW Hamburg	https://new.siemens.com/HAW
	Entrevista	Entrevistados	Descrição
Gestor Ambiental HAW		Coleta de informações sobre ações de sustentabilidade energética na HAW e revisão da lista de itens do modelo	
Professor e Pesquisador CC4E		Coleta de informações sobre ações do Centro de Competências para Energias Renováveis e Eficiência Energética da HAW, cursos de graduação e pós-graduação da área e revisão da lista de itens do modelo	
Observação	Principais eventos/locais	Descrição	
	Inauguração de parque eólico - CC4E	Visita às torres eólicas, coleta de informações sobre pesquisas na área de energia	
	Comemoração do aniversário do CC4E	Coleta de informações sobre o projeto NEW 4.0 - Norddeutsche EnergieWende	
	Campus Berliner Tor	Implementação de ações relacionadas à energia renovável e educação ambiental para a comunidade acadêmica	
	Campus Bergedorf		

Em conjunto com os resultados da etapa anterior, obteve-se o grupo de elementos a serem utilizados no modelo e definiu-se a lista final de questões e suas opções para a pesquisa exploratória da etapa seguinte (Apêndice B).

c) Pesquisa exploratória internacional

Esta pesquisa visou questionar universidades acerca do que elas estão desenvolvendo no contexto de sustentabilidade energética, a fim de se ter a confirmação ou a sugestão de mais

itens fundamentais a serem incluídos no modelo de avaliação de transformação para a sustentabilidade.

Para a realização desta etapa, um grupo de universidades-membro do Inter-University Sustainable Development Research Programme (IUSDRP) foi convidado para participar da pesquisa. O IUSDRP é um programa coordenado pela HAW e visa estabelecer uma plataforma na qual as universidades membros possam realizar mais pesquisas sobre assuntos relacionados ao desenvolvimento sustentável. Foram escolhidas 36 universidades para participar do estudo, com base nas instituições mais ativas dentro do programa e com pesquisadores frequentemente envolvidos em estudos de sustentabilidade na sua universidade e também internacionalmente. A Figura 16 mostra a localização das mais de 100 universidades participantes do programa.

Figura 16 - Localização das universidades participantes do Programa IUSDRP



Fonte: IUSDRP (2017)

A coleta de dados foi realizada durante o período de abril a maio de 2019, por meio de um *survey* elaborado na plataforma *Google Forms*. O questionário (apresentado no Apêndice B) foi enviado por e-mail para cada instituição participante. Com os resultados das etapas anteriores (a-b) desta fase, foi possível elaborar uma lista de tópicos/ações que as universidades podem aplicar a fim de buscar a sustentabilidade energética. A pesquisa exploratória, então, buscou caracterizar universidades ao questioná-las sobre o que de fato é colocado em prática, a fim de compreender globalmente as ações de maior destaque em termos de sustentabilidade energética.

O *survey* é considerado um método adequado para obtenção de respostas a partir de uma amostra para se descobrir a incidência relativa das variáveis a serem estudadas (HAIR Jr. *et al.*, 2005). Com base no proposto por Lozano *et al.* (2015), a coleta de dados de universidades por meio de *survey* pode focar em diversas categorias, incluindo: caracterização geral (número de estudantes, funcionários, entre outros), estrutura institucional (políticas, visão, missão), operações do campus (consumo de energia e água, geração de resíduos, transporte, entre outros), educação (cursos, programas, transdisciplinaridade, revisão curricular), pesquisa (centros, publicações, patentes, tecnologias desenvolvidas), divulgação e colaboração (colaboração com stakeholders, ONGs e outras instituições), experiências no e fora do campus (grupos de pesquisa entre faculdades, experiências acadêmicas, atividades de extensão) e avaliação (verificação de relatórios ambientais, posição em rankings de universidades sustentáveis, entre outros).

Assim sendo, o *survey* desenvolvido teve como base esta abordagem, servindo para identificar o nível de implementação de ações em eficiência energética e energias renováveis, além de planos e disciplinas promovidos pelas universidades. Este procedimento auxiliou no conhecimento acerca da realidade da sustentabilidade em energia em diversas universidades, pensando-se em todas as possibilidades, das menos evoluídas até a aproximação ideal da sustentabilidade energética. Com o desenvolvimento desta última etapa da Fase II, foi possível preparar o modelo com diferentes estágios de análise e pontuações associadas (maiores pontuações para estágios de transformação mais avançados), incluindo a descrição de cada um e critérios para enquadramento das universidades, visando verificar e comunicar o seu progresso de transformação para a sustentabilidade energética.

Além disso, por meio da distribuição das universidades em cada estágio de análise (com sua pontuação respectiva) e suas frequências, foi possível calcular uma média para cada elemento, e um peso associado à sua contribuição para o modelo. Os pesos foram calculados por meio da metodologia do inverso ponderado da distância, comumente utilizada na área de interpolação espacial (LU, WONG, 2008). Conforme descrito pelos autores, a ideia da metodologia baseia-se na suposição de que um valor não amostrado pode ser considerado como a média ponderada de valores conhecidos na vizinhança, e os pesos utilizados são inversamente proporcionais às distâncias entre o valor desejado e os valores conhecidos (ou seja, valores mais próximos terão um peso maior do que os valores mais distantes). Além disso, o peso pode ser modificado por um fator de ponderação que ajusta a importância dada ao aumento da distância entre valores.

Apesar desta metodologia ter enfoque em variáveis espaciais, fez-se uma analogia com o conteúdo deste estudo, partindo-se do princípio que os pesos devem ser distribuídos de acordo com os valores das médias observadas: quanto menor a média, maior o peso dado para este elemento. Ao coletar o nível de aplicação de práticas de sustentabilidade energética em diversas universidades, assume-se que as práticas mais aplicadas pela maioria da amostra (e portanto com maiores médias), tem uma maior facilidade de aplicação e, conseqüentemente, recebem menor peso no desenvolvimento do modelo. A Equação (1) indica o cálculo do peso para cada elemento.

$$P = \frac{\frac{1}{m^p}}{\sum \frac{1}{m^p}} \quad (1)$$

Onde:

P = peso calculado

m = média de cada elemento

p = fator de ponderação

$\frac{1}{m^p}$ = inverso da potência da média

$\sum \frac{1}{m^p}$ = somatório dos inversos das potências das médias

O fator de ponderação pode variar, regulando a importância dada para a diferença entre as médias. O modelo foi inicialmente aplicado considerando valor $p = 1$, mas discutiu-se também a possibilidade de utilização de fatores $p = 0,5$ e $p = 2$, que diminuem e aumentam a importância da diferença entre médias, respectivamente. Além disso, os resultados também discutem a possibilidade de utilizar o mesmo peso para todos os elementos do modelo, consistindo em uma média aritmética comum.

3.1.2 Fase II: Validação do Modelo

Esta etapa metodológica foi desenvolvida por meio da realização de um grupo focal realizado durante o Simpósio Internacional “Acelerando a Implementação do Desenvolvimento Sustentável em Programas de Pesquisa” (*Accelerating the Implementation of Sustainable Development in Research Programmes*), promovido nos dias 1 e 2 de julho de 2019, na Universidade Politécnica de Turin, na Itália, como apresentado na programação do evento (Anexo A). Previamente, os inscritos no simpósio receberam convite para participação no grupo focal, junto com a descrição da temática.

De acordo com Krueger e Casey (2000), grupos focais são um método comum na pesquisa qualitativa para coletar dados através de uma discussão em grupo para analisar percepções, opiniões e pensamentos referentes a um tópico específico. A literatura indica número de participantes entre 6 a 15, mas o mais importante é favorecer a participação efetiva de todos (TRAD, 2009). Devido à característica mais informal e ao tamanho utilizado, é comum ter uma interação mais facilitada e que pode fornecer novas abordagens sobre o tema.

Assim como na pesquisa realizada por Disterheft (2015), o grupo focal neste trabalho representa um método adequado já que o objetivo de sua utilização é investigar como os participantes percebem a relação entre transformações para a sustentabilidade e as ações das universidades focando na questão energética. Além disso, visa completar dados anteriores integrando outros aspectos gerados nas discussões e ainda analisar o modelo gerado como ferramenta de avaliação seguindo estas percepções. Ainda com base na metodologia da Disterheft (2015), os participantes foram selecionados de acordo com amostragem por conveniência (ao se ter acesso à lista de inscritos do evento e fazendo-se contato prévio por e-mail).

O grupo focal realizado teve duração de 90 minutos e foi composto por 13 integrantes. Todos os participantes são da área de pesquisa ou docência, ou ainda membros da coordenação de centros de pesquisa e operações na área de sustentabilidade em suas universidades, atuando ativamente no tema de sustentabilidade no ensino superior e com experiência mínima de dois anos nessa área. O Quadro 9 apresenta a origem dos participantes (instituição e país) e sua área de atuação.

Quadro 9 - Descrição das instituições de origem, país e áreas de atuação dos participantes do grupo focal

n	Instituição	País	Atuação
1	Universidade de Passo Fundo	Brasil	Docência, Pesquisa
2	Universidade Nova de Lisboa	Portugal	Pesquisa
3	Politecnico di Torino	Itália	Pesquisa
4	Politecnico di Torino	Itália	Pesquisa
5	Politecnico di Torino	Itália	Docência, Pesquisa, Coordenação
6	University of Florence	Itália	Pesquisa
7	TECNOCAMPUS	Espanha	Docência, Pesquisa

n	Instituição	País	Atuação
8	Universität Hamburg	Alemanha	Pesquisa, Coordenação
9	Hamburg University of Applied Sciences	Alemanha	Docência, Pesquisa, Coordenação
10	Universidade Positivo	Brasil	Docência, Pesquisa
11	Politecnico di Torino	Itália	Docência, Pesquisa
12	Council of Verona	Itália	Pesquisa
13	Universidade Pompeu Fabra	Espanha	Docência, Pesquisa

Esta etapa possibilitou a conclusão do modelo, que após a contribuição de especialistas, pôde ser finalizado. O propósito da validação nesse trabalho foi promover uma revisão do modelo e assegurar que sua versão final estivesse compreensível, completa e abrangente. As opiniões recebidas auxiliaram a corroborar os estágios de transformação do modelo, os valores utilizados para mensurar cada elemento e ainda a fazer ajustes na lista final.

3.1.3 Fase III: Aplicação do Modelo

Após a finalização do modelo, com refinamento seguindo os resultados da etapa anterior, ele foi aplicado na Universidade de Passo Fundo (UPF), no sul do Brasil, a fim de enquadrá-la no estágio de transformação para a sustentabilidade energética. Nesta fase, discutiu-se também diferentes possibilidades de ponderação dos elementos do modelo.

Além do Campus I, localizado na cidade de Passo Fundo, a UPF possui campi em outras 5 cidades: Carazinho, Casca, Lagoa Vermelha, Soledade e Sarandi, todas no estado do Rio Grande do Sul. Caracterizada como universidade comunitária – possui caráter privado mas sem fins lucrativos, com forte comprometimento com a comunidade local por meio do ensino, da pesquisa e da extensão (FIOREZE; McCOWAN, 2018). Dados do primeiro semestre de 2020 indicam mais de 14 mil alunos matriculados (cerca de 11,5 mil na graduação, 1,5 mil em programas de Pós-Graduação e demais em programas de extensão, idiomas e ensino médio). A comunidade acadêmica é composta também por mais de 700 professores e 900 funcionários (UPF, 2020a).

A aplicação do modelo foi realizada por meio de solicitação de preenchimento ao Setor de Sistemas Elétricos da Universidade de Passo Fundo, pertencente à Divisão de Infraestrutura e Logística. O setor é responsável pela manutenção da estrutura elétrica da instituição, fornecimento de energia, medidas de eficiência energética, implementação de ações para

geração própria de energia e visa aliar sustentabilidade energética e econômico-financeira (UPF, [s.d.]). Nos últimos anos, o setor promoveu diversas ações de eficiência energética, além do desenvolvimento de um parque solar no Campus I da universidade (REBELATTO *et al.*, 2019; SALVIA *et al.*, 2018). Mais ações estão previstas, incluindo geração de energia renovável também em outros campi.

O responsável técnico do setor recebeu o documento com todos os elementos e opções de respostas por estágio de transformação do modelo e além do preenchimento, foram solicitadas também evidências das respostas fornecidas. Por meio desta abordagem, pôde-se descrever os desafios e potencialidades da aplicação real do modelo na instituição, que possivelmente não seriam obtidos de forma prática se aplicado pela pesquisadora e autora do trabalho. O período para aplicação do modelo foi de 30 dias. Durante este período, a autora esteve disponível para esclarecimento de dúvidas sobre a aplicação e também para auxiliar na coleta de informações referente a aspectos não diretamente ligados à atuação do setor.

A aplicação possibilitou a avaliação da universidade em relação ao seu estágio atual de transformação para a sustentabilidade energética, comunicou o seu progresso em relação à situação ideal, e sugeriu uma série de fatores importantes a serem considerados em futuras aplicações do modelo e na prática da sustentabilidade energética nas universidades. Esta avaliação apontou também o que deve ser mudado e melhorado na instituição, além de seus pontos positivos, focando na busca da sustentabilidade energética.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de cada fase metodológica são apresentados e discutidos a seguir.

4.1 Fase I: Desenvolvimento do Modelo de Transformação

Assim como descrito na metodologia, os resultados também são apresentados separadamente para cada etapa desta fase, desde a análise das ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades, passando pelo estudo de caso, até a pesquisa exploratória internacional.

4.1.1 Análise de ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades

A análise de conteúdo feita em doze ferramentas de avaliação de sustentabilidade em universidades resultou em diversas referências à energia. Foram 69 menções à esta temática, sendo que foram excluídas da análise referências repetidas (ações ou indicadores que citavam “energia” duas vezes, ou frases introdutórias ou de discussão em artigos ou relatórios, não apresentando necessariamente fonte de evidência para a análise). A posterior categorização destas referências resultou em um total 10 categorias de sustentabilidade no contexto energético, apresentadas na Tabela 1. Observa-se maior frequência de práticas voltadas à eficiência energética, seguida por monitoramento e uso de energias renováveis. Com menor frequência, apresentam-se as ações relacionadas à atividades de extensão e à existência de um setor de energia.

Tabela 1 - Categorias de classificação das ações voltadas à energia

Categoria	n°
Aplicação de práticas de eficiência energética	17
Monitoramento	8
Utilização de energias renováveis	5
Construção de edifícios mais sustentáveis	4
Controle de emissões atmosféricas	4
Política visando conservação de energia	4
Existência de pesquisa na área de energia	3
Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino	3

Categoria	n°
Existência de atividades de extensão	1
Existência de Setor de Energia	1

A Tabela 2, por sua vez, apresenta a distribuição das ações em função das categorias e da fonte de evidência de origem, ou seja, cada uma das ferramentas de avaliação da sustentabilidade em universidades.

Tabela 2 - Distribuição das ações de acordo com as categorias e fontes de evidência utilizadas

SAQ	6	Aplicação de práticas de eficiência energética	2
		Existência de pesquisa na área de energia	1
		Existência de Setor de Energia	1
		Incluir temáticas relacionadas à energia no ensino	1
		Política visando conservação de energia	1
GASU	6	Existência de pesquisa na área de energia	1
		Monitoramento	4
		Utilização de energias renováveis	1
SUM	1	Aplicação de práticas de eficiência energética	1
UEMS	8	Aplicação de práticas de eficiência energética	4
		Construção de edifícios mais sustentáveis	1
		Existência de atividades de extensão	1
		Incluir temáticas relacionadas à energia no ensino	1
		Utilização de energias renováveis	1
AISHE	5	Aplicação de práticas de eficiência energética	3
		Política visando conservação de energia	1
		Incluir temáticas relacionadas à energia no ensino	1
BIQ-AUA	0	--	--
USAT	4	Aplicação de práticas de eficiência energética	1
		Controle de emissões atmosféricas	1
		Existência de pesquisa na área de energia	1
		Monitoramento	1
GP	4	Aplicação de práticas de eficiência energética	1
		Construção de edifícios mais sustentáveis	1
		Controle de emissões atmosféricas	1
		Política visando conservação de energia	1
SCAS	3	Aplicação de práticas de eficiência energética	3
AMAS	2	Aplicação de práticas de eficiência energética	1
		Monitoramento	1

STARS	3	Política visando conservação de energia	1
		Monitoramento	1
		Utilização de energias renováveis	1
GM	8	Aplicação de práticas de eficiência energética	1
		Construção de edifícios mais sustentáveis	2
		Controle de emissões atmosféricas	2
		Monitoramento	1
		Utilização de energias renováveis	2

Observa-se que as ferramentas que apresentaram maior número de ações foram a Sustainability Assessment Questionnaire (SAQ), Graphical Assessment of Sustainability in University (GASU), University Environmental Management System (UEMS) e Green Metric (GM). O documento referente à ferramenta Benchmarking Indicators Questions – Alternative University Appraisal (BIQ-AUA) não apresentou nenhuma menção específica voltada à energia.

As ações descritas nas tabelas anteriores representam iniciativas que as universidades devem ter visando ser mais sustentáveis, podendo buscar o caminho de transformação para a sustentabilidade energética. Porém, como esta etapa visa contribuir para a elaboração do modelo, sentiu-se a necessidade de melhor descrever as ações apresentadas nas ferramentas, trazendo definições e explicações do que se espera de cada uma delas. Esta descrição é apresentada no Quadro 10. Estas definições auxiliaram na elaboração dos elementos na etapa seguinte.

Quadro 10 - Descrição das ações encontradas nas ferramentas analisadas

Ações	Descrição	Fonte
Aplicação de práticas de eficiência energética	Práticas de conservação (em iluminação, aquecimento, ventilação, resfriamento); valorização da iluminação natural e uso de iluminação mais eficiente; uso de sistemas centrais para controlar consumo em horários fora do expediente; aplicação em escritórios, laboratórios, bibliotecas, salas de aula e dormitórios, contribuindo para a mudança de comportamento; substituição de equipamentos antigos por outros mais eficientes.	SAQ SUM UEMS AISHE USAT GP SCAS AMAS GM
Monitoramento	Monitoramento do consumo total de energia (elétrica, gás, diesel, dentre outros), análise de indicadores como consumo de energia por unidade de área construída e por fonte (renováveis ou não), controle de gastos com energia. Monitoramento de usos indiretos de energia, como viagens institucionais, pegada energética de produtos e gestão do seu ciclo de vida.	GASU USAT AMAS STARS GM

Ações	Descrição	Fonte
Utilização de energias renováveis	Instituição gera energia utilizando fontes renováveis no campus, fomenta a geração de energia renovável fora do campus ou compra energia de fonte renovável de opções certificadas.	GASU UEMS STARS GM
Construção de edifícios mais sustentáveis	Desenvolvimento e implementação de design sustentável, construção de novos prédios mais energeticamente eficientes, o que resulta em redução do consumo e aumenta a qualidade de vida da comunidade acadêmica; prédios com melhor iluminação, controle de temperatura, melhor ventilação e qualidade do ar; implementação de critérios de performance energética; implementação de política de renovação de edifícios incluindo elementos de “Green Building”.	UEMS GP GM
Controle de emissões atmosféricas	Práticas de redução de emissões de CO ₂ e poluição do ar (incluindo uso de combustíveis alternativos no campus, dispositivos de controle de emissões), programa de redução de emissões de gases de efeito estufa, monitoramento da pegada de carbono.	USAT GP GM
Política visando conservação de energia	Política que visa o aumento de eficiência energética na instituição; Existência de política de compra sustentável; guias ou diretrizes que apoiem a compra sustentável, que empreguem Análise do Ciclo de Vida para avaliar o uso de energia de produtos, sistema ou componentes de edifícios, ou critérios de sustentabilidade para avaliar produtos e serviços. Compra sustentável de empresas ambientalmente e socialmente responsáveis (que invistam em conservação de energia).	SAQ AISHE, GP STARS
Existência de pesquisa na área de energia	Áreas contempladas pela pesquisa (energias renováveis, eficiência energética, tecnologias, dentre outros), quantidade de professores e acadêmicos envolvidos em pesquisa, forma de envolvimento dos alunos.	SAQ GASU USAT
Incluir temáticas relacionadas à energia no ensino	Inclusão de temas relacionados à energia nos currículos acadêmicos; Realização de workshops e treinamentos relacionados às operações e atividades dentro da universidade e como aplicar eficiência energética (para toda a comunidade acadêmica).	SAQ UEMS AISHE
Existência de atividades de extensão	Ações realizadas pela universidade para exportar para a comunidade em geral questões de eficiência energética.	UEMS
Existência de Setor Energia	O comprometimento com a sustentabilidade se verifica na criação de posições, comitês e setores específicos, para facilitar o engajamento em práticas.	SAQ

Cada uma das ferramentas utilizadas possui abordagem e escopo diferente, se propondo a diferentes formas de avaliar a sustentabilidade. Ao analisar o conjunto delas, garante-se o estudo aprofundado de todas as questões relacionadas à sustentabilidade em universidades, que, nesta pesquisa, foca em energia. As informações coletadas foram úteis para as próximas etapas da pesquisa e para a definição dos elementos que compuseram o modelo de avaliação da transformação para a sustentabilidade energética. Considerando que a concepção do modelo é um processo, a Figura 17 apresenta a primeira versão de sua composição, complementando a construção parcial do questionário apresentado no Apêndice A.

Figura 17 - Distribuição das ações coletadas como elementos no modelo

	Estágio 1	Estágio 2	...	Estágio n
Operações no Campus				
Aplicação de práticas de eficiência energética				
Monitoramento				
Utilização de energias renováveis				
Construção de edifícios mais sustentáveis				
Controle de emissões atmosféricas				
Política visando conservação de energia				
Existência de Setor de Energia				
Ensino				
Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino				
Extensão				
Existência de atividades de extensão				
Pesquisa				
Existência de pesquisa na área de energia				

4.1.2 Estudo de caso na Hamburg University of Applied Sciences

A Hamburg University of Applied Sciences (HAW Hamburgo) é uma universidade pública, fundada em 1970, e possui mais de 17.000 alunos. É uma das maiores do gênero na Alemanha e oferece 40 programas de bacharelado e 34 de mestrado, em diversas áreas, além das opções de doutorado cooperativo e educação continuada. Por focar em ciências aplicadas, a universidade promove aos alunos uma visão prática de seus campos de estudo por meio de projetos, trabalhos de laboratório, estágios e teses na indústria e mercado de trabalho. Por meio da pesquisa, a HAW faz parcerias com diversas empresas e indústrias de Hamburgo e região, promovendo inovação.

A HAW Hamburg possui quatro campi distribuídos na cidade e quatro faculdades: Engenharia e Ciências Computacionais; Design, Mídia e Informação; Administração e Ciências Sociais; e Ciências da Vida. Esta última possui Ciências da Saúde, Biotecnologia, Nutrição e Engenharias (Biomédica, Ambiental, de Processos e Industrial) como departamentos. O Centro de Pesquisa e Transferência Sustentabilidade e Gestão das Mudanças Climáticas (Research and Transfer Centre "Sustainable Development and Climate Change Management" - FTZ-NK) também integra a Faculdade de Ciências da Vida e foi o local onde a pesquisadora realizou o período de doutoramento sanduíche.

Dentre a extensa lista de projetos coordenados pelo centro de pesquisa, um dos quais houve maior envolvimento durante o período do estudo de caso e que também mais se aproxima da temática deste estudo se refere à introdução digital dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Ensino Superior (HOOU Online-Course: “The digital introduction of the Sustainable Development Goals (SDGs) into Higher Education Teaching”). Com módulos de ensino para cada ODS, o projeto fornece materiais de acesso livre que auxiliam professores no ensino sobre a Agenda 2030 e seus ODS, com visão multidisciplinar para facilitar o processo de ensino e aprendizagem, reforçando o papel da universidade como multiplicadora de conhecimento. A plataforma online (<https://dl4sd.org>) já disponibiliza módulos sobre os ODS 3, 4, 5, 6, 7, 12 e 13; os demais vão sendo preparados e disponibilizados gradativamente. O módulo sobre o ODS 7, com foco em energia, além de apresentar metas e indicadores, descreve o significado dos termos mais importantes do objetivo, discute sua relação com outros ODS, além de apresentar desafios e perspectivas futuras, que incluem a necessidade de uma boa gestão, monitoramento e financiamento (SALVIA *et al.*, 2019).

Em uma visita ao Departamento de Tecnologia Ambiental, um dos professores da área de energias renováveis ressaltou a importância da sustentabilidade no currículo formal principalmente de cursos de mestrado (Sistemas de Energias Renováveis - Engenharia Ambiental e de Processos; e Sistemas de Energia Sustentável na Engenharia Mecânica). De modo geral, os cursos de graduação fornecem a visão mais técnica à formação, considerando aspectos de sustentabilidade econômica, ambiental e social de forma mais breve. A visão geral do currículo do curso de graduação Sistemas de Energia Renováveis e Gerenciamento de Energia - Engenharia Elétrica e Tecnologia da Informação, por exemplo, aborda apenas questões técnicas, como fundamentos básicos de engenharia, utilização de softwares e diferentes tecnologias. Por outro lado, no manual de ensino detalhado do curso, com ementas de cada disciplina, a questão da sustentabilidade é inserida na disciplina de Introdução às Energias Renováveis, por meio da necessidade de conhecer as diversas possibilidades de fontes de energia renováveis de modo a garantir sua implementação considerando os critérios de sustentabilidade. A mesma disciplina inclui de forma mais focada a avaliação de impactos ambientais e consideração de aspectos sociais para definição das tecnologias a serem utilizadas; similarmente, a disciplina de Setor Energético também sugere o estudo das inter-relações entre energia e meio ambiente. Já os cursos de mestrado, como os próprios títulos sugerem, possuem a temática de sustentabilidade totalmente integrada à grande curricular, tanto na versão resumida quanto no manual detalhado com ementas. Além disso, as dissertações de mestrado podem atuar de forma conjunta com grupos de pesquisa da instituição (incluindo o centro de

pesquisa FTZ-NK), e os resultados de projetos de pesquisa são constantemente utilizados como exemplos em sala de aula. O desenvolvimento dessa abordagem no currículo é majoritariamente em função da alta demanda do mercado de trabalho, que solicita recursos humanos treinados e preparados para atuar no setor energético, com sustentabilidade reconhecida internacionalmente.

Outro recurso muito importante da HAW Hamburg é a integração das aulas com o Centro de Competências para Energias Renováveis e Eficiência Energética (CC4E, Competence Center for Renewable Energy and Energy Efficiency), um centro específico para o estudo destas temáticas e que desenvolve de forma multidisciplinar soluções práticas para os desafios da transição energética, das mudanças climáticas e da proteção ambiental. Dois momentos importantes para o centro e que ocorreram entre Outubro e Novembro de 2018 foram a inauguração de um parque eólico e a celebração dos seus 10 anos de atuação. Durante a inauguração do parque, que conta com cinco turbinas eólicas favorece a geração de 35GWh de energia por ano para atender mais de 15.000 residências, vários projetos de pesquisa foram lançados, relacionados à geração mais eficiente e otimizada, vida útil das turbinas, armazenamento de energia e contribuição para a transição energética local e nacional, impactos e aceitação social, dentre outros. Além da oportunidade de visitar o parque e conhecer o funcionamento das turbinas, o evento ainda divulgou projetos relacionados à carros elétricos e planos regionais de transição total para uso de renováveis (Figura 18).

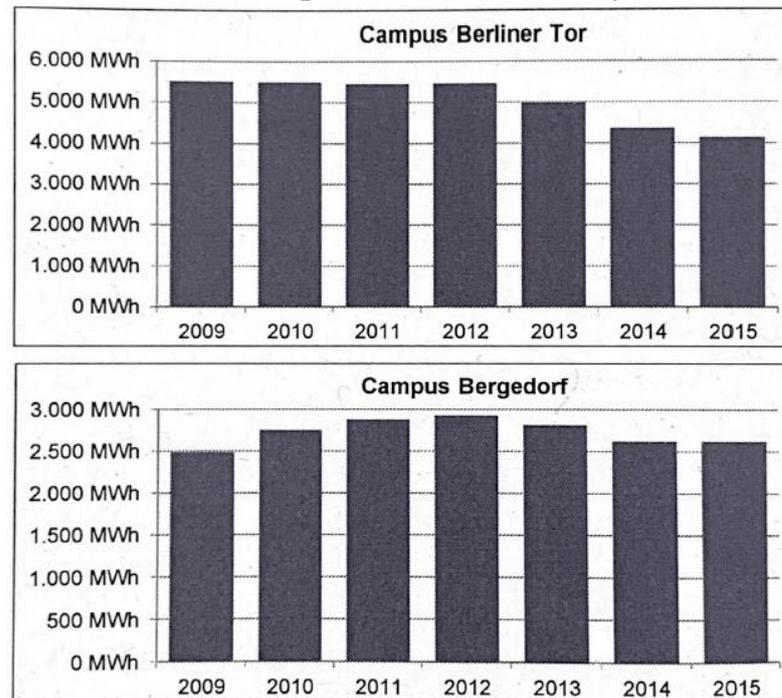
Na celebração dos 10 anos do CC4E, pôde-se observar a importância de parcerias para o desenvolvimento das iniciativas. O projeto NEW 4.0 - Norddeutsche EnergieWende (<https://www.new4-0.de/>) recebeu destaque durante o evento, sendo apresentado em detalhe. Este projeto é uma parceria entre as regiões de Hamburgo e Schleswig-Holstein, com participação empresarial (setores de construção, transportes e combustíveis, por exemplo), política (governos municipais, secretarias de meio ambiente e transportes) e científica (universidades, institutos de pesquisa e tecnologia), visando atingir o fornecimento de 100% de eletricidade por renováveis ao norte da Alemanha até 2035 e reduzir as emissões de carbono, principalmente dos setores de aquecimento e transporte. Financiado pelo Ministério de Economia e Energia, além de representar uma oportunidade de estudantes estarem em contato prático com o tema de energia e toda sua infraestrutura, o projeto ainda gera senso de pertencimento ao participantes, pela contribuição para a região. Dos principais resultados divulgados no evento, destacam-se avanços técnicos em termos de testes de turbulência para melhoramento de turbinas eólicas e estudos de previsão de demanda de energia para uso mais dinâmico e eficiente.

Figura 18 - Evento de inauguração de parque eólico no Energy Campus (CC4E)



A importância de parcerias para o sucesso das iniciativas também foi mencionada em visita ao setor de operações e gestão ambiental da HAW Hamburg. Em entrevista com um dos gestores, a parceria com a companhia de tecnologia Siemens teve destaque. Por meio de um contrato de energia de 10 anos (2013-2023), a Siemens realizou melhorias em sistemas de ventilação e iluminação em dois campi na HAW Hamburg (Campus Berliner Tor e Campus Bergedorf, escolhidos por serem os mais antigos da universidade e que possuíam sistemas de aquecimento, ventilação e iluminação obsoletos e muito ineficientes, aumentando não só os gastos com energia, mas também com manutenção). A companhia realizou o investimento que vai sendo pago durante o período do contrato por meio da economia de energia obtida, e incluiu a substituição de equipamentos e implementação de sistemas de controles mais modernos, além da instalação de reatores eletrônicos para regular iluminação interna de acordo com a necessidade, levando em consideração fontes de iluminação externas. A Figura 19 mostra as primeiras evidências de redução de consumo de energia elétrica nos dois campi após 2013. Dados posteriores são ainda mais satisfatórios considerando que os primeiros anos incluíram ajustes para melhorar a eficiência da renovação.

Figura 19 - Consumo de energia elétrica em dois campi da HAW Hamburg



A Siemens é a responsável pelo monitoramento do consumo de energia e manutenção e possui indicadores próprios para controle do sistema. Dados divulgados pela companhia incluem redução do consumo de energia em mais de 25%, o que representa economia anual de aproximadamente €500.000,00 e outros €200.000,00 economizados devido à manutenção. Conseqüentemente, emissões de CO₂ também foram reduzidas em mais de 2 mil toneladas (SIEMENS, [s.d.]).

Além desses esforços, iniciativas de menor porte e de caráter educativo também são desenvolvidas. No Campus Berliner Tor (Figura 20a) foram instaladas estruturas com placas fotovoltaicas – “árvores solares” – na área externa da biblioteca. O Campus Bergedorf também possui uma usina de geração fotovoltaica em partes do telhado (Figura 20b). Em ambos os casos, a principal motivação dessas ações é educacional. No caso da biblioteca, por ser um ambiente de elevado fluxo de alunos, boa parte da comunidade acadêmica pode ter contato com a iniciativa. Em Bergedorf, os alunos tem ainda maior acesso à usina, que é utilizada para pesquisa e aulas práticas.

Figura 20 - Iniciativas de geração renovável de energia na HAW Hamburg



(a) Árvores solares na biblioteca do Campus Berliner Tor



(b) Parte da área de geração solar fotovoltaica no Campus Bergedorf

Por meio da experiência na HAW Hamburg, começou-se a desenvolver de forma mais aprofundada o modelo em estudo. Após compartilhar a lista preliminar de itens a serem incluídos no modelo e na pesquisa exploratória (Apêndice A) com um professor e pesquisador do CC4E e com um gestor da área de eficiência energética e energias renováveis da universidade, recebeu-se como feedback a necessidade de haver uma lista não tão extensa (visando a praticidade de aplicação do modelo e sua fácil compreensão) e que valorizasse as áreas e elementos de análise de cada estágio de transformação. O Quadro 11 apresenta as principais mudanças na lista de itens.

A maior mudança, no entanto, se refere à descrição mais detalhada e objetiva das opções de resposta, para facilitar não apenas a participação do respondente (no caso da pesquisa exploratória) e da equipe da universidade que posteriormente venha a aplicar o modelo, mas também a análise dos resultados. O Apêndice B mostra a nova versão de questionário desenvolvida, trazendo definições para cada opção de resposta. Estas opções foram sendo desenvolvidas e revisadas durante a experiência na HAW, buscando inicialmente atender a situação da universidade, mas sendo revisadas de modo a considerar as situações mais comuns para instituições em diferentes contextos. Por exemplo, definiu-se um período de 5 anos para aspectos relacionados à aplicação de programas ou gestão por ser um período observado em outras experiências sobre planos de sustentabilidade em universidades (WESTERN UNIVERSITY, 2012; HARVARD UNIVERSITY, 2015; UNIVERSITY OF WASHINGTON BOTHELL, [s.d.]).

Quadro 11 - Mudança na lista de itens para desenvolvimento do modelo e da pesquisa exploratória

Lista de itens preparada durante etapa 2a	Lista de itens preparada durante etapa 2b
Práticas de eficiência energética	Operações no Campus
-Substituição de itens ineficientes -Aplicação de práticas de conservação -Valorização da luz natural e uso de lâmpadas mais eficientes - Controle centralizado	<i>Práticas de eficiência energética</i> - Lâmpadas mais eficientes - Controle centralizado - Política ou plano
Monitoramento	<i>Monitoramento</i> - Tipo de monitoramento
- Tipo de monitoramento - Uso de indicadores específicos	<i>Energias renováveis</i> - Geração de energia no campus
Utilização de energias renováveis	<i>Edifícios mais sustentáveis</i> - Implementação de retrofit
- Geração de energia no campus - Uso de energia para fins não-elétricos - Incentivo a geração fora do campus - Aquisição de certificados de energia renovável	<i>Redução de emissões atmosféricas</i> - Compartilhamento de bicicleta no campus - Mudança climática considerada em plano ou política
Construção de edifícios mais sustentáveis	<i>Gestão de Energia</i> - Como as práticas são geridas
- Uso de critérios de performance - Implementação de retrofit - Uso de elementos de construção verde	Ensino
Controle de emissões atmosféricas	- Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino - Oferta de treinamentos para funcionários e professores
- Uso de combustíveis alternativos - Controle de emissões - Programa de redução de emissões - Monitoramento da Pegada de Carbono	Extensão
Política visando conservação de energia	- Existência de atividades de extensão
- Política ou plano - Compras sustentáveis - Análise do ciclo de vida	Pesquisa
Setor de Energia	- Existência de pesquisa na área de energia
- Existência do setor de energia	Apoio Externo e ODS 7
Ensino	- Recebimento de apoio externo - Integração com o ODS 7
- Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino - Oferta de treinamentos para funcionários e professores	
Extensão	
- Existência de atividades de extensão	
Pesquisa	
- Existência de pesquisa na área de energia	

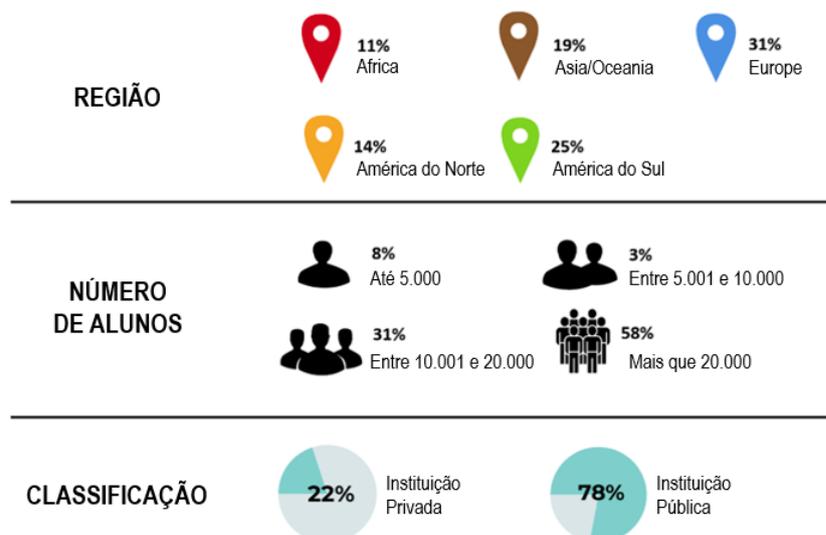
Quanto à porcentagem de consumo de energia oriunda de fontes renováveis, as opções foram definidas de modo a incluir instituições com diversas realidades, desde aquelas com baixa geração ou projetos incipientes (REBELATTO *et al.*, 2019), até outras mais desenvolvidas ou referência na área de geração de energia no campus (EPA, 2020). Além disso, dada a importância de parcerias para realização de avanços na área de energia e como esses avanços contribuem para o ODS 7, inclui-se uma nova seção de análise (Apoio Externo e ODS 7), de modo levar estes itens em consideração.

4.1.3 Pesquisa Exploratória internacional

Com o objetivo de apresentar um panorama geral da situação das universidades em relação à sustentabilidade energética, o questionário apresentado no Apêndice B foi encaminhado para as 36 universidades selecionadas.

Esta seção começa descrevendo os detalhes demográficos da amostra, conforme indicado na Figura 21. As universidades participantes se dividiram entre 31% da Europa, 25% da América do Sul, 19% da Ásia/Oceania, 14% da América do Norte e 11% da África. Os países de origem são: Alemanha, Grécia, Itália, Polônia, Portugal, Rússia, Reino Unido, Austrália, Hong Kong, Malásia, Arábia Saudita, Brasil, Guatemala, México, Uruguai, Canadá, EUA, Maurício, Moçambique, Nigéria e África do Sul, como apresentado na Figura 22.

Figura 21 - Classificação das universidades participantes de acordo com região, número de alunos e tipo de instituição



Quando se trata do número total de alunos matriculados em cada universidade participante, quase toda a amostra ocupa duas das quatro categorias: 31% das universidades têm entre 10.001 e 20.000 estudantes e 58% possuem mais que 20.000 alunos. Além disso, a maior parte das universidades são instituições de ensino superior públicas (representando 78% da amostra). Estes resultados estão alinhados com panoramas globais de estatísticas do ensino superior: o ranking mundial *Times Higher Education* (THE), considerado a maior e mais diversa lista de universidades, classificou mais de 1500 instituições em 93 países, resultando em maior parte do grupo (74%) também incluindo universidades com mais que 10.000 alunos (THE, 2020) e com maior parte das matrículas mundiais representadas por universidades públicas (67,1%) (BOTHWELL, 2018).

Figura 22 - Localização das universidades participantes

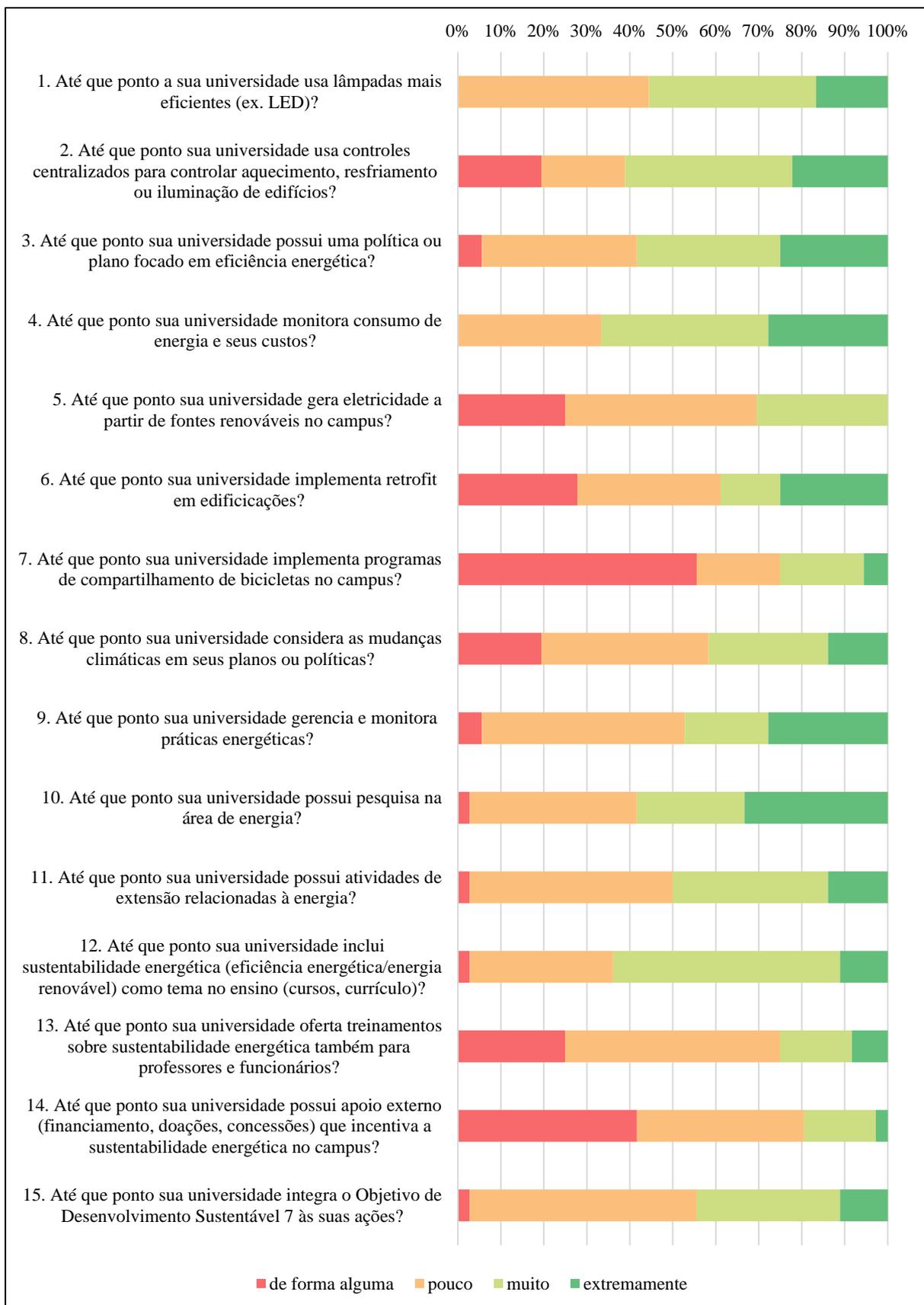


Dada a extensa lista de questões e o volume de resultados obtidos, a Figura 23 visa resumir a frequência de respostas para os itens relacionados à construção do modelo. Das quatro opções de resposta (de forma alguma, pouco, muito, extremamente), pode-se observar que apenas duas questões não retornaram resultados da opção mais negativa (de forma alguma): uso de lâmpadas mais eficientes e monitoramento do consumo de energia e seus custos. Por outro lado, a única questão que não apontou resultados na melhor categoria de resposta (extremamente) foi a de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis.

Maior volume de respostas negativas (>20% para resposta “de forma alguma”) foi observado nas questões referentes à geração de eletricidade por fontes renováveis, retrofit, uso do recurso de compartilhamento de bicicletas, promoção de treinamento para funcionários e professores, e apoio externo. Já o maior volume de respostas positivas (>20% para resposta “extremamente”) foi observado nas questões relacionadas à controle centralizado, existência de políticas ou planos de eficiência energética, monitoramento, gerência das práticas, desenvolvimento de pesquisas, e também o item de retrofit. A maioria das respostas, no entanto, se distribuem entre as opções intermediárias de resposta.

As duas questões finais do questionário solicitavam ao respondente comentar sobre outras práticas realizadas pela universidade e que não haviam sido incluídas nas perguntas anteriores; e ainda considerar todos os itens abordados como parte de um modelo para avaliar transformações para a sustentabilidade energética em universidades e indicar se existiam itens que deveriam ser incluídos, visando uma versão atualizada e mais completa possível. Os respondentes usaram o espaço para comentários sobre práticas adicionais principalmente para relatar os destaques de suas universidades, planos futuros e desafios observados. Os principais destaques incluem a existência de centros de pesquisa ou programas de pós-graduação específicos para energias renováveis e edifícios verdes com valorização da eficiência energética; implementação de políticas que regulam temperatura e tempo de funcionamento do sistema de ar condicionado; uso de iluminação controlada por sensores de movimento e substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED; e iniciativas de educação para a sustentabilidade, que aborda questões energéticas também. Planos futuros incluem planos de inserir educação ambiental em todas as faculdades, uso de LED em toda a instituição, mudar a política de cobrança do consumo de energia elétrica de modo a descontar do orçamento de cada faculdade (para incentivar medidas de redução do consumo), testes em usinas de geração de energias renováveis e de biocombustíveis, e desenvolvimento de projetos para gerar créditos de carbono. Os desafios mencionados se referem à restrições orçamentárias para poder colocar todos os projetos em prática e o nível de acompanhamento técnico requerido para tais desenvolvimentos.

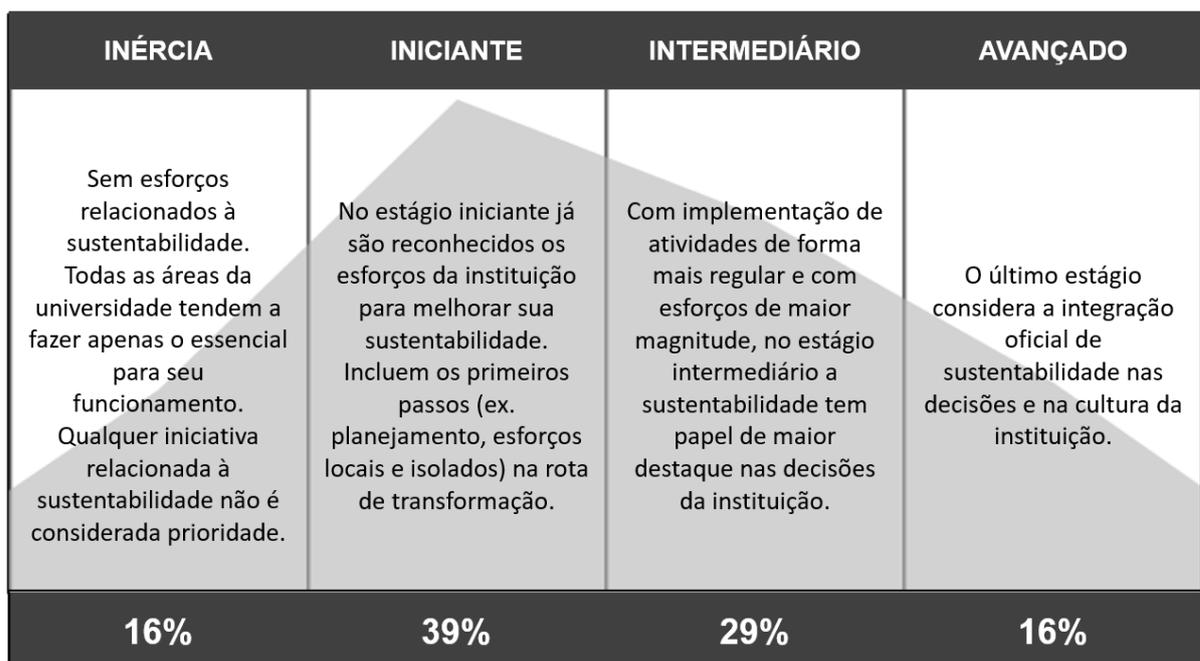
Figura 23 - Resultados gerais da pesquisa exploratória por questão



Quanto à questão para avaliar o quão completo o modelo estaria com as questões apresentadas, recebeu-se comentários indicando que o questionário estaria de fato completo e cobrindo os itens necessários para sua aplicação. Além disso, alguns comentários indicaram aspectos importantes a serem considerados na discussão dos resultados, alertando para a importância de se discutir restrições financeiras que podem representar barreiras para o sucesso da instituição em questões de sustentabilidade, e mudança de comportamento por parte da comunidade acadêmica, que é algo fundamental para o sucesso de muitas práticas. Também houve comentários sobre a importância de detalhar melhor os elementos relacionados ao consumo de eletricidade oriunda de fontes renováveis, que é um ponto positivo mesmo que a geração não aconteça no campus.

A Figura 24 mostra uma primeira tentativa de definição de estágios do modelo com base no questionário utilizado nesta fase metodológica. Além disso, a figura mostra a curva de distribuição de frequência de respostas das universidades para cada estágio. A maioria das respostas (39%) utilizou a opção “pouco”, classificada então como estágio “iniciante”. Com 29% das respostas usando a opção “muito”, tem-se o nível “intermediário” com o segundo maior volume de universidades. Na média total de respostas, mesma porcentagem (16%) foi observada para a pior e a melhor opção (de forma alguma e extremamente), indicando os estágios “inércia” e “avançado”).

Figura 24 - Distribuição das universidades participantes do estudo por estágios de análise (%)



A pesquisa exploratória internacional não só possibilitou essa análise visual da situação estudada como também permitiu calcular pesos para todos os elementos analisados, levando em consideração a frequência de respostas para cada um. Primeiramente, para cada elemento avaliado (uso de lâmpadas mais eficientes, controle centralizado, geração de energia no campus, por exemplo), as respostas foram pontuadas (de forma alguma = 0, pouco = 1, muito = 2, extremamente = 3), multiplicadas pela frequência do número de respostas por opção, e divididas pelo total de respostas. Dessa forma, obteve-se uma média para cada elemento. Quanto maior o valor da média, mais frequente foram as respostas mais positivas para este elemento, como indicado na Tabela 3. As médias mais elevadas foram as relacionados à monitoramento, pesquisa e plano ou política de eficiência energética. Por outro lado, os elementos com valores mais baixos foram os de compartilhamento de bicicleta no campus e recebimento de apoio externo.

Tabela 3 - Frequência de respostas por opção e média para cada elemento

Elemento	Frequência				Média (m)
	De forma alguma	Pouco	Muito	Extremamente	
1. Lâmpadas mais eficientes	0	16	14	6	1.72
2. Controle centralizado	7	7	14	8	1.64
3. Política ou plano	2	13	12	9	1.78
4. Tipo de monitoramento	0	12	14	10	1.94
5. Geração de energia no campus	9	16	11	0	1.06
6. Implementação de retrofit	10	12	5	9	1.36
7. Compartilhamento de bicicleta no campus	20	7	7	2	0.75
8. Mudança climática em plano ou política	7	14	10	5	1.36
9. Gestão das práticas	2	17	7	10	1.69
10. Existência de pesquisa na área de energia	1	14	9	12	1.89
11. Existência de atividades de extensão	1	17	13	5	1.61
12. Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino	1	12	19	4	1.72
13. Oferta de treinamentos para funcionários e professores	9	18	6	3	1.08
14. Recebimento de apoio externo	15	14	6	1	0.81
15. Integração com o ODS 7	1	19	12	4	1.53

Nesse sentido, pensando no desenvolvimento do modelo, considerou-se importante ponderar estes elementos, visto que as frequências de resposta das práticas indicaram (ou confirmaram) o quanto algumas ações são de fato mais comuns e mais facilmente implementadas, como é o caso do desenvolvimento de uma política de eficiência energética ou de monitoramento das questões energéticas, quando comparadas a ações que demandam mais recursos ou planejamentos, como o uso compartilhado de bicicletas ou geração de energia renovável no campus, por exemplo. A Tabela 4 apresenta os pesos calculados para cada elemento, que foram usados na etapa de aplicação do modelo, e determinados por meio do inverso das médias de cada elemento (para $p = 1$).

Tabela 4 - Pesos calculados para cada elemento (para $p = 1$)

Área	Elemento	Peso (P)
Operações	1. Lâmpadas mais eficientes	0.052
	2. Controle centralizado	0.055
	3. Política ou plano	0.050
	4. Tipo de monitoramento	0.046
	5. Geração de energia renovável no campus	0.085
	6. Implementação de retrofit	0.066
	7. Compartilhamento de bicicleta no campus	0.120
	8. Mudança climática em plano ou política	0.066
	9. Gestão das práticas	0.053
Pesquisa	10. Existência de pesquisa na área de energia	0.047
Extensão	11. Existência de atividades de extensão	0.056
Ensino	12. Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino	0.052
	13. Oferta de treinamentos para funcionários e professores	0.083
Apoio Externo e ODS 7	14. Recebimento de apoio externo	0.111
	15. Integração com o ODS 7	0.059

Observam-se maiores pesos para os elementos menos comumente indicados pelas unidades, como recebimento de apoio externo e compartilhamento de bicicleta no campus. Pesos menores são observados em ações como existência de política ou plano de energia e monitoramento aplicado.

A Fase I é finalizada com as três etapas levando à construção da primeira versão do modelo, com as seguintes características:

- 5 áreas de avaliação: Operações, Pesquisa, Extensão, Ensino e Apoio Externo e ODS 7;
- 15 elementos de avaliação, distribuídos dentre as áreas;
- 4 possíveis estágios de transformação: inércia, sem ações em cada elemento; iniciante, com baixo nível de ação em cada elemento; intermediário, com maior nível de ação em cada elemento; e avançado, com o maior nível de ação entre os estágios;
- Cada elemento é avaliado seguindo uma escala de transformação e avanço entre os estágios, considerando que cada novo estágio complementa o anterior. Os estágios inércia, iniciante, intermediário e avançado pontuam 0, 1, 2 e 3 pontos no modelo, respectivamente;
- Cada elemento possui um peso diferente, levando em consideração sua contribuição para o resultado final de pontuação no modelo.

Após essas formulações, a etapa seguinte relata a validação do modelo por meio de grupo focal.

4.2 Fase II: Validação do Modelo

Para validar o modelo desenvolvido, o recurso de discussão em grupo focal foi utilizado. Realizado durante o Simpósio Internacional “Acelerando a Implementação do Desenvolvimento Sustentável em Programas de Pesquisa”, o grupo iniciou com uma breve apresentação da moderadora, explicação sobre a metodologia e preenchimento da lista de participação e concordância com os termos estabelecidos. Como explicado aos participantes, optou-se por não se realizar a gravação do grupo focal, de modo a evitar constrangimentos e favorecer a livre expressão de ideias.

De modo a guiar o grupo focal, foi utilizada uma apresentação em Power Point com algumas questões. A primeira foi “Como universidades podem avaliar a sua sustentabilidade energética?”. Os respondentes citaram de modo geral a importância/necessidade de utilizar ferramentas específicas de avaliação e indicadores e/ou critérios pré-estabelecidos. Alguns comentários pontuais indicaram a medição do consumo e o monitoramento das práticas de eficiência energética implementadas; aplicar questionários para estudantes, professores e funcionários; e medir emissões de carbono de viagens institucionais. Tais ideias geraram comentários contrastantes: dificuldade na medição do consumo de energia em diferentes prédios do mesmo campus e universidades que tem medo de serem avaliadas, por esperarem resultados que demandem grandes esforços e pela visão que a comunidade acadêmica pode ter.

A segunda questão foi: “Sustentabilidade energética deveria focar apenas em operações do Campus ou incluir também pesquisa, ensino e extensão?”. Todos os participantes concordaram que um modelo completo de sustentabilidade em universidades deve incluir sim demais aspectos, não apenas operações – apesar de ser esperado que tal aspecto possua mais avaliações. Reconheceu-se que este é um dos diferenciais do modelo proposto, ao sugerir a avaliação de elementos energéticos em todos os aspectos da instituição, além da inclusão do ODS 7.

As etapas seguintes do grupo focal se basearam na análise aprofundada do modelo propriamente dito, com base na versão desenvolvida nas etapas anteriores, apresentada no Quadro 12. As questões que iam guiando as discussões do grupo focal referiam-se ao modelo estar completo, a necessitar mais itens, ou se as opções deveriam ser redistribuídas. Uma das primeiras avaliações recomendou fortemente a adição de mais elementos cobrindo o tema de energias renováveis. Além da geração no campus, deveriam ser valorizadas também iniciativas de geração de energia fora do campus ou ainda a aquisição de eletricidade a partir de fontes renováveis, em casos em que a universidade não possa gerar dentro do seu próprio campus, por exemplo. Nesse sentido, dois novos elementos foram incluídas ao modelo.

Outro elemento mencionado foi o processo de certificação energética. Apesar de ser um item audacioso, cada vez mais as instituições vem se adaptando e pensando na certificação como uma forma de guiar esforços e buscar reconhecimento. As opções desenvolvidas para este novo elemento seguiram o mesmo padrão das opções relacionadas a desenvolvimento de políticas.

Tanto para a área de extensão quanto para a de pesquisa, foi considerado importante abordar a magnitude das ações, seja por meio de parcerias e participação em redes de pesquisa, ou por meio do alcance das ações de extensão. Opções também foram definidas, partindo do local para o global. É importante destacar que essa transformação indica a maturidade e a experiência da instituição nas ações de pesquisa e extensão. Outros elementos que foram sugeridos foram o número de publicações na área de energia (para o eixo de pesquisa) e o número de teses e dissertações desenvolvidas nesse tema (para o eixo de ensino), porém tais itens possuem grande variabilidade de instituição para instituição e houve dificuldade em definir opções de resposta. Mesmo que as opções fossem pensadas de forma relativa, considerou-se que o impacto do conteúdo desses estudos e publicações seria mais importante que de fato o número obtido. Além disso, tais elementos iriam representar maior dificuldade na coleta de dados e a classificação de como um estudo entraria ou não na temática de energia também poderia ser muito subjetivo, sendo então desconsiderados para este modelo.

Quadro 12 - Versão do modelo avaliada durante o grupo focal para validação

Área	Elemento	Inércia	Iniciante	Intermediário	Avançado
Operações	1. Até que ponto a sua universidade usa lâmpadas mais eficientes (ex. LED)?	De forma alguma	Pouco (<30% das salas de aula/escritórios ou edificações usam lâmpadas eficientes)	Muito (30% a 70% das salas de aula/escritórios ou edificações usam lâmpadas eficientes)	Extremamente (>70% das salas de aula/escritórios ou edificações usam lâmpadas eficientes)
	2. Até que ponto sua universidade usa controles centralizados para controlar aquecimento, resfriamento ou iluminação de edifícios?	De forma alguma	Pouco (<30% dos sistemas do campus)	Muito (30% a 70% dos sistemas do campus)	Extremamente (>70% dos sistemas do campus)
	3. Até que ponto sua universidade possui uma política ou plano focado em eficiência energética?	De forma alguma	Pouco (O tema “energia” é incluído na política ambiental da universidade)	Muito (O tema “energia” é incluído na política de desenvolvimento sustentável da universidade)	Extremamente (Há uma política específica sobre energia (Plano Energético, Política Energética))
	4. Até que ponto sua universidade monitora consumo de energia e seus custos?	De forma alguma	Pouco (Apenas análise da fatura de energia elétrica)	Muito (Análise da fatura de energia elétrica e uso de indicadores de eficiência energética)	Extremamente (Análise da fatura de energia elétrica, uso de indicadores de eficiência energética, e publicação periódica dos dados para a comunidade acadêmica)
	5. Até que ponto sua universidade gera eletricidade a partir de fontes renováveis no campus?	De forma alguma	Pouco (A energia renovável no campus é basicamente para fins educacionais - gera menos de 1% do consumo total de eletricidade)	Muito (A energia renovável no campus gera entre 1 e 5% do consumo total de eletricidade)	Extremamente (A energia renovável no campus gera mais de 5% do consumo total de eletricidade)
	6. Até que ponto sua universidade implementa retrofit em edificações?	De forma alguma	Pouco (Política de Retrofit em desenvolvimento)	Muito (Universidade vem aplicando retrofit em algumas edificações há menos de 5 anos)	Extremamente (Universidade vem aplicando retrofit periodicamente em algumas edificações há mais de 5 anos)
	7. Até que ponto sua universidade implementa programas de compartilhamento de bicicletas no campus?	De forma alguma	Pouco (programa/plano em desenvolvimento)	Muito (programa/plano implementado há menos de 5 anos)	Extremamente (programa/plano implementado há mais de 5 anos)
	8. Até que ponto sua universidade considera as mudanças climáticas em seus planos ou políticas?	De forma alguma	Pouco (plano/políticas em processo de revisão para incluir questões climáticas)	Muito (plano ou políticas gerais incluem questões climáticas)	Extremamente (a universidade possui um plano específico de ação climática)

Área	Elemento	Inércia	Iniciante	Intermediário	Avançado
	9. Até que ponto sua universidade gerencia e monitora práticas energéticas?	De forma alguma	Pouco (Energia é apenas parte de um algum setor de gerenciamento)	Muito (Existe um escritório específico para gerenciamento de assuntos relacionados à energia)	Extremamente (Existe um escritório de sustentabilidade, que lida com práticas de energia, entre outros aspectos de sustentabilidade)
Pesquisa	10. Até que ponto sua universidade possui pesquisa na área de energia?	De forma alguma	Pouco (A universidade possui grupo(s) de pesquisa envolvido(s) na área de energia)	Muito (A universidade possui centro(s) de pesquisa envolvido(s) na área de energia)	Extremamente (A universidade possui centro(s) de pesquisa específico(s) para a área de energia)
Extensão	11. Até que ponto sua universidade possui atividades de extensão relacionadas à energia?	De forma alguma	Pouco (Há atividade(s) isolada(s) e não periódica(s) realizada(s) pela universidade ou por alguns professores/pesquisadores)	Muito (Há atividade(s) implementada(s) e regular(es) organizada(s) por alguns professores/pesquisadores)	Extremamente (Há atividade(s) implementada(s) e regular(es) organizada(s) pela gerência da universidade)
Ensino	12. Até que ponto sua universidade inclui sustentabilidade energética (eficiência energética/energia renovável) como tema no ensino (cursos, currículo)?	De forma alguma	Pouco (Apenas cursos relacionados à energia estudam oficialmente esse tópico)	Muito (Outros cursos também têm disciplinas que discutem sustentabilidade)	Extremamente (Sustentabilidade está oficialmente integrada no currículo de todos os cursos)
	13. Até que ponto sua universidade oferta treinamentos sobre sustentabilidade energética também para professores e funcionários?	De forma alguma	Pouco (Ocasionalmente existem cursos relacionados à educação ambiental no campus, que podem incluir tópicos sobre energia)	Muito (Frequentemente existem cursos relacionados à educação ambiental no campus, que podem incluir tópicos sobre energia)	Extremamente (Regularmente existem cursos relacionados à educação ambiental no campus, que incluem tópicos sobre energia)
Apoio Externo e ODS 7	14. Até que ponto sua universidade possui apoio externo (financiamento, doações, concessões) que incentiva a sustentabilidade energética no campus?	De forma alguma	Pouco (Parcerias com partes interessadas locais, como empresas de energia)	Muito (Apoio do governo local ou parcerias com redes de universidades nacionais)	Extremamente (Apoio do governo regional/nacional ou parcerias com redes de universidades internacionais)
	15. Até que ponto sua universidade integra o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 às suas ações?	De forma alguma	Pouco (Pode ser ensinado em sala de aula por alguns professores)	Muito (A universidade está parcialmente comprometida com o ODS 7, incluindo-o em atividades/eventos ocasionais)	Extremamente (A universidade está totalmente comprometida com o ODS 7, incluindo-a em pesquisa, currículo ou em campanhas regulares no campus)

Outros elementos sugeridos se referiam a complementar os itens voltados a emissões atmosféricas (compartilhamento de bicicleta e inclusão de mudanças climáticas em planos ou políticas). Foram citados aspectos de pegada ecológica, compartilhamento de veículos e uso de combustíveis alternativos. Da mesma forma que os itens citados anteriormente, optou-se por não incluir estes elementos, e, além disso, remover do modelo os elementos de compartilhamento de bicicleta e inclusão de mudanças climáticas em planos ou políticas. Isso porque percebeu-se que ações de redução de emissões e mudanças climáticas demandam um nível de detalhamento que permitiria a criação de um modelo específico para essa temática, assim como para a de energia. As ferramentas de avaliação da sustentabilidade foram revisadas e apenas 3 das 12 utilizadas (USAT, GP, GM) trazem o tema de energia e carbono na mesma seção de avaliação. Nesse sentido, o modelo desenvolvido por essa metodologia focará exclusivamente em energia.

Por fim, o último aspecto discutido com os participantes do grupo focal foi a possibilidade de adicionar uma opção “não se aplica” (N/A) ao modelo, em casos nos quais por alguma característica da instituição, determinado elemento não seja relevante ou não possa ser colocado em prática.

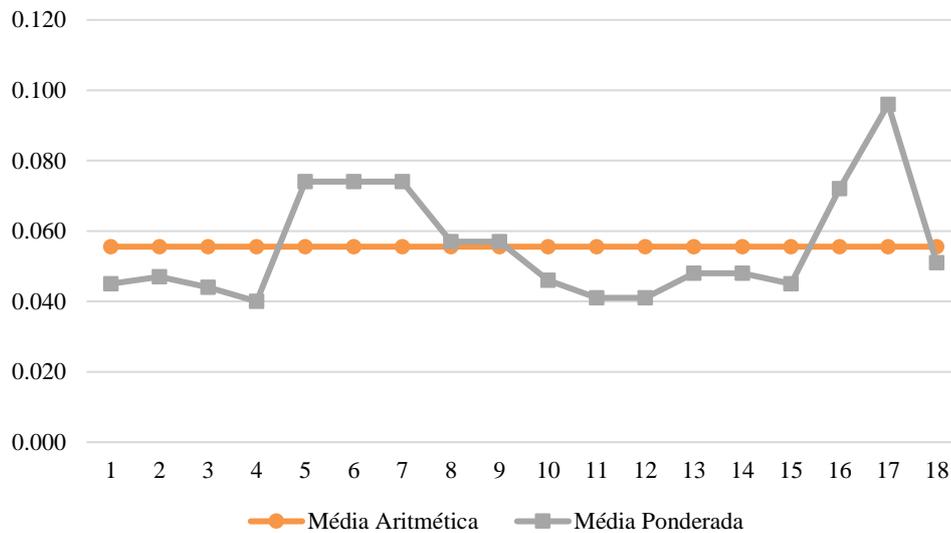
Considerando os ajustes nos elementos do modelo, a nova lista após a validação é apresentada na Tabela 5. A tabela também mostra os pesos atualizados de cada elemento, considerando os ajustes necessários devido à inclusão de 5 novos itens (geração de energia renovável fora do campus (aspecto 6), aquisição de eletricidade oriunda de fontes renováveis (7), certificação (9), participação em redes de pesquisa (12) e alcance das ações de extensão (14)) e exclusão de 2 itens (compartilhamento de bicicleta e mudanças climáticas sendo abordadas em planos ou políticas). Os dois novos elementos relacionados à energia renovável receberam o mesmo peso do item que já estava no modelo; o elemento de certificação recebeu o mesmo peso que o item de retrofit, pela proximidade da temática de aplicação de cada um; e os elementos relacionados à pesquisa e extensão também receberam os mesmos pesos dos itens já existentes nessas áreas de análise.

Tabela 5 - Elementos do modelo e seus respectivos pesos ajustados pós-validação

Área	Elementos	Peso revisado
Operações	1. Lâmpadas mais eficientes	0.045
	2. Controle centralizado	0.047
	3. Política ou plano	0.044
	4. Tipo de monitoramento	0.040
	5. Geração de energia renovável no campus	0.074
	6. Geração de energia renovável fora do campus	0.074
	7. Aquisição de energia renovável de opções certificadas	0.074
	8. Implementação de retrofit	0.057
	9. Certificação energética	0.057
	10. Gestão das práticas	0.046
Pesquisa	11. Existência de pesquisa na área de energia	0.041
	12. Participação em redes de pesquisa	0.041
Extensão	13. Existência de atividades de extensão	0.048
	14. Alcance das atividades de extensão	0.048
Ensino	15. Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino	0.045
	16. Oferta de treinamentos para funcionários e professores	0.072
Apoio Externo e ODS 7	17. Recebimento de apoio externo	0.096
	18. Integração com o ODS 7	0.051

A Figura 25 complementa a Tabela 5 ao apresentar os diferentes pesos dos 18 elementos do modelo no cenário de utilização de média ponderada e de um possível cenário de utilização de média aritmética (onde todos os elementos teriam a mesma importância no modelo). Observa-se, por exemplo, que valores abaixo da linha de pesos da média aritmética se referem a elementos de aplicação mais comum e frequente, portando recebendo menores pesos no modelo, e valores acima da linha recebem se referem a elementos com pesos maiores, por representarem iniciativas mais inovadoras ou que demandam maiores esforços. Essa comparação reforça a ideia dos pesos como importantes para a aplicação do modelo.

Figura 25 - Diferentes pesos de cada elemento ao considerar média aritmética e média ponderada



A lista a seguir resume as principais mudanças no modelo após a fase de validação:

- Exclusão de 2 itens e adição de 5 novos, para completar o modelo e delimitar o foco exclusivo em energia, resultando assim em 18 elementos de avaliação;
- Revisão dos pesos de cada elemento, considerando a modificação na lista de elementos;
- Além dos 4 estágios de transformação, o modelo também permite a opção de resposta “Não se aplica”, em casos em que determinado elemento não se enquadre no contexto da instituição. Nesses casos, os pesos devem ser redistribuídos.

A próxima sessão descreve a fase de aplicação do modelo.

4.3 Fase III: Aplicação do Modelo

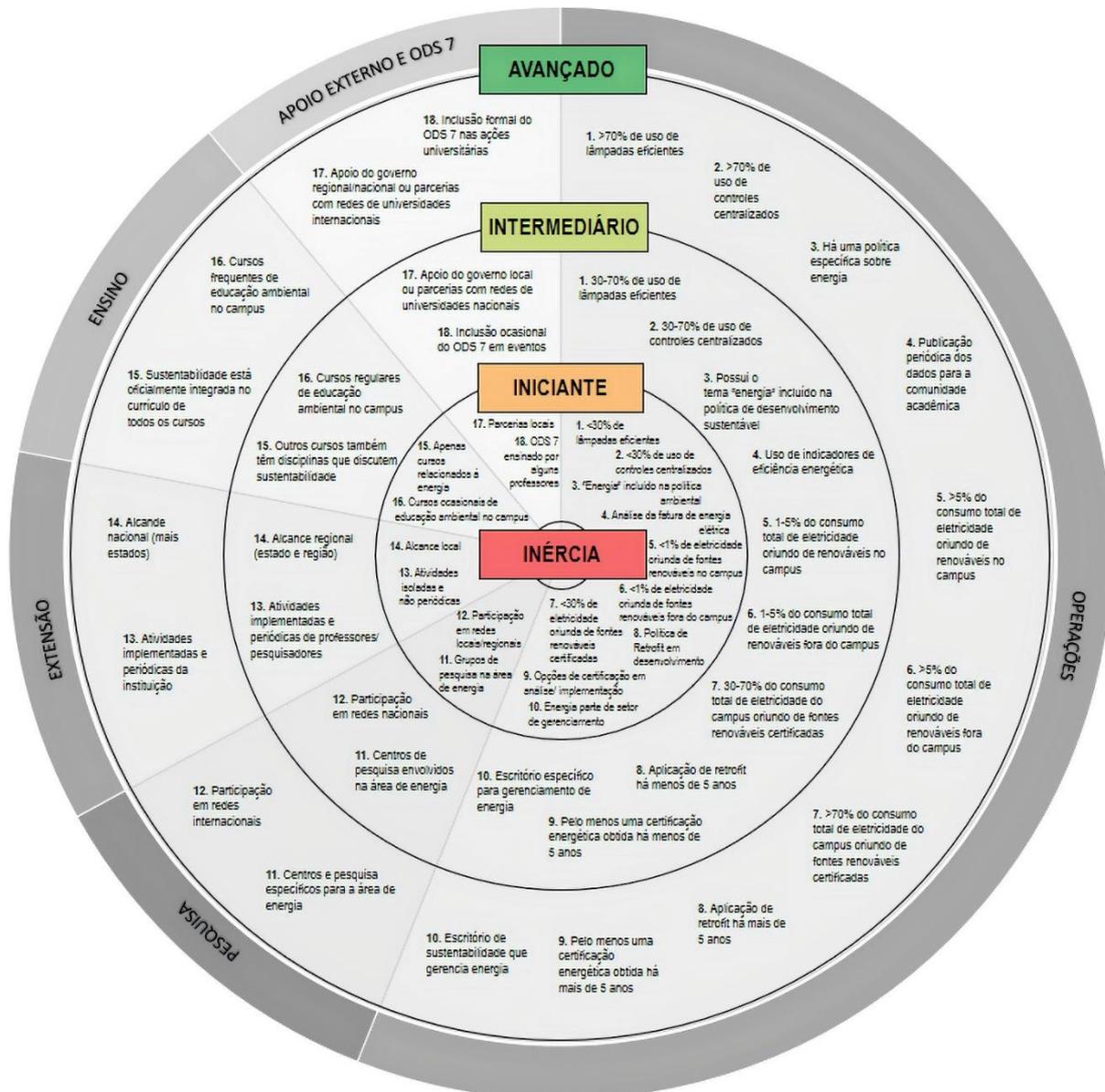
Os resultados desta fase se dividem na apresentação do modelo construído, na descrição da aplicação na Universidade de Passo Fundo, na avaliação dos diferentes pesos utilizados no modelo e na discussão acerca de desafios e potencialidades.

4.3.1 Apresentação do Modelo UniTS-Energy e suas Diretrizes

A Figura 26 apresenta o **Modelo de Transformação para a Sustentabilidade Energética em Universidades – UniTS-Energy** como resultado do conjunto de fases descritas anteriormente. Além das quatro áreas comuns de atuação das universidades (operações,

pesquisa, extensão e ensino), o modelo conta com a área “Apoio Externo e ODS 7”, reconhecendo assim a importância do contexto externo no qual a universidade se encontra e explicitando o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 como item de atenção na busca da transformação para a sustentabilidade energética. As áreas são representadas pelos setores circulares e os estágios de transformação são indicados por arcos concêntricos, sendo o centro do modelo o ponto de partida da transformação que ocorre no sentido do arco mais externo. A planilha para coleta dos dados de cada elemento para pontuação no modelo é apresentada no Apêndice C e as diretrizes para aplicação são apresentadas no Quadro 13.

Figura 26 - Modelo UniTS-Energy



Quadro 13 - Diretrizes para aplicação do Modelo UniTS-Energy

Diretrizes	Descrição
Responsabilidade	Responsabilidade inicialmente associada ao setor de gestão de energia na instituição, recomendando-se a formação de uma equipe multisetorial com apoio da alta administração, a fim de assegurar suporte para coleta de informações.
Registro	O registro das respostas à cada elemento do modelo deve ser acompanhado por uma descrição do enquadramento e preferencialmente com evidências para apoiar o monitoramento da transformação.
Ponderação	Cada elemento do modelo possui um peso associado . Esses pesos são redistribuídos apenas caso algum elemento não seja considerado aplicável ao contexto da instituição.
Resultado	A pontuação do modelo varia de 0 à 3. A pontuação zero se refere ao estágio de Inércia ; pontuação entre 0,1 e 1 caracteriza estágio Iniciante ; pontuação entre 1,1 e 2 se refere ao estágio Intermediário ; e pontuação 2,1 a 3 caracteriza estágio Avançado .
Divulgação	Visando a transparência do processo de avaliação e a importância de comunicar as iniciativas para a comunidade acadêmica, o resultado final de enquadramento no modelo deve ser acessível para todos .
Periodicidade	Recomenda-se aplicar o modelo anualmente , dessa forma mantendo o grupo responsável ativo entre aplicação e planejamento de ações futuras. A aplicação anual também objetiva motivar a equipe e valorizar toda e qualquer transformação.

Essas diretrizes, além de favorecer a aplicação metodológica do modelo, ainda apoiam o seu aspecto transformativo. Como apresentado desde a introdução da temática, a transformação demanda uma mudança de longo prazo no sistema organizacional, além de uma governança que apoie inteiramente esses esforços e tenha colaboração de múltiplos atores. Ao contrário de ferramentas de avaliação de sustentabilidade que podem ter aplicação pontual, o modelo estimula o acompanhamento periódico para que a transformação seja planejada e implementada.

4.3.2 Avaliação da Universidade de Passo Fundo no Modelo UniTS-Energy

A ideia dessa fase era não apenas aplicar o modelo para avaliar a universidade quanto ao seu estágio atual de transformação para a sustentabilidade energética, mas também investigar como o processo de aplicação do modelo aconteceria na prática. Por esse motivo a solicitação de aplicação do modelo por meio do preenchimento das respostas para cada elemento foi encaminhada ao Setor de Sistemas Elétricos da UPF. O Quadro 14 apresenta o modelo final e as respostas obtidas por meio de sua aplicação da universidade em estudo. Cada elemento do modelo é discutido nos itens a seguir:

1. Uso de lâmpadas mais eficientes

Considerando os recentes esforços da instituição em medidas de eficiência energética, especificamente a substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED, a opção indicada foi a de nível intermediário (30 a 70% da instituição usando lâmpadas mais eficientes). Segundo o Setor de Sistemas Elétricos, já foram substituídas aproximadamente 11 mil lâmpadas fluorescentes tubulares por lâmpadas LED, sobre um total de aproximadamente 19 mil unidades, resultando em uma taxa de quase 58% de substituição. O programa de substituição da instituição ocorre gradativamente, na medida em que as lâmpadas vão queimando ou ao ocorrerem reformas nos ambientes. Setores com alto índice de utilização (dois turnos ou mais) possuem prioridade quanto aos investimentos de troca de iluminação.

A Figura 27 ilustra melhorias obtidas na universidade por meio do uso de lâmpadas mais eficientes. Além da redução do consumo de energia, o aspecto visual é outra consequência bastante importante da substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED. Como indicado por Rebelatto *et al.* (2019), a substituição de lâmpadas antigas por LED na avenida principal do campus resultou em uma considerável redução de 60% no consumo anual de energia elétrica. A substituição de lâmpadas na Biblioteca Central resultou em 3% de redução do consumo mensal de energia, mas o impacto maior nesse caso foi o de atingir um elevado número de estudantes com essa melhoria, visto que o uso desta edificação não depende do curso de graduação ou do prédio onde a maioria das aulas ocorre.

Quadro 14 - Versão do modelo utilizada na fase de aplicação e avaliação da Universidade de Passo Fundo

Área	Elemento	N/A	INÉRCIA	INICIANTE	INTERMEDIÁRIO	AVANÇADO
Operações	1. Uso de lâmpadas mais eficientes (ex. LED)	NA ()	Nenhuma implementação ()	<30% das salas de aula/escritórios ou edificações usam lâmpadas eficientes ()	30% a 70% das salas de aula/escritórios ou edificações usam lâmpadas eficientes (x)	>70% das salas de aula/escritórios ou edificações usam lâmpadas eficientes ()
	2. Uso de sistemas de controle centralizado para controlar aquecimento, resfriamento ou iluminação de edifícios	NA ()	Nenhuma implementação ()	<30% dos sistemas do campus (x)	30% a 70% dos sistemas do campus ()	>70% dos sistemas do campus ()
	3. Política ou plano focado em eficiência energética	NA ()	Nenhuma implementação ()	O tema “energia” é incluído na política ambiental da universidade ()	O tema “energia” é incluído na política de desenvolvimento sustentável da universidade (x)	Há uma política específica sobre energia (Plano Energético, Política Energética) ()
	4. Monitoramento do consumo de energia e seus custos	NA ()	Nenhuma implementação ()	Apenas análise da fatura de energia elétrica ()	Análise da fatura de energia elétrica e uso de indicadores de eficiência energética (x)	Análise da fatura de energia elétrica, uso de indicadores de eficiência energética, e publicação periódica dos dados para a comunidade acadêmica ()
	5. Geração de eletricidade por fontes renováveis no campus	NA ()	Nenhuma implementação ()	A energia renovável no campus é basicamente para fins educacionais - gera menos de 1% do consumo total de eletricidade ()	A energia renovável no campus gera entre 1 e 5% do consumo total de eletricidade (x)	A energia renovável no campus gera mais de 5% do consumo total de eletricidade ()
	6. Fomento à geração de energia renovável fora do campus	NA (x)	Nenhuma implementação ()	A energia renovável fora campus é basicamente para fins educacionais - gera menos de 1% do consumo total de eletricidade ()	A energia renovável fora do campus gera entre 1 e 5% do consumo total de eletricidade ()	A energia renovável fora campus gera mais de 5% do consumo total de eletricidade ()
	7. Aquisição de energia renovável de opções certificadas	NA ()	Nenhuma implementação ()	Menos que 30% do consumo total de eletricidade do campus é abastecido por energia renovável adquirida por fontes certificadas ()	Entre 30-70% do consumo total de eletricidade do campus é abastecido por energia renovável adquirida por fontes certificadas ()	Mais que 70% do consumo total de eletricidade do campus é abastecido por energia renovável adquirida por fontes certificadas (x)

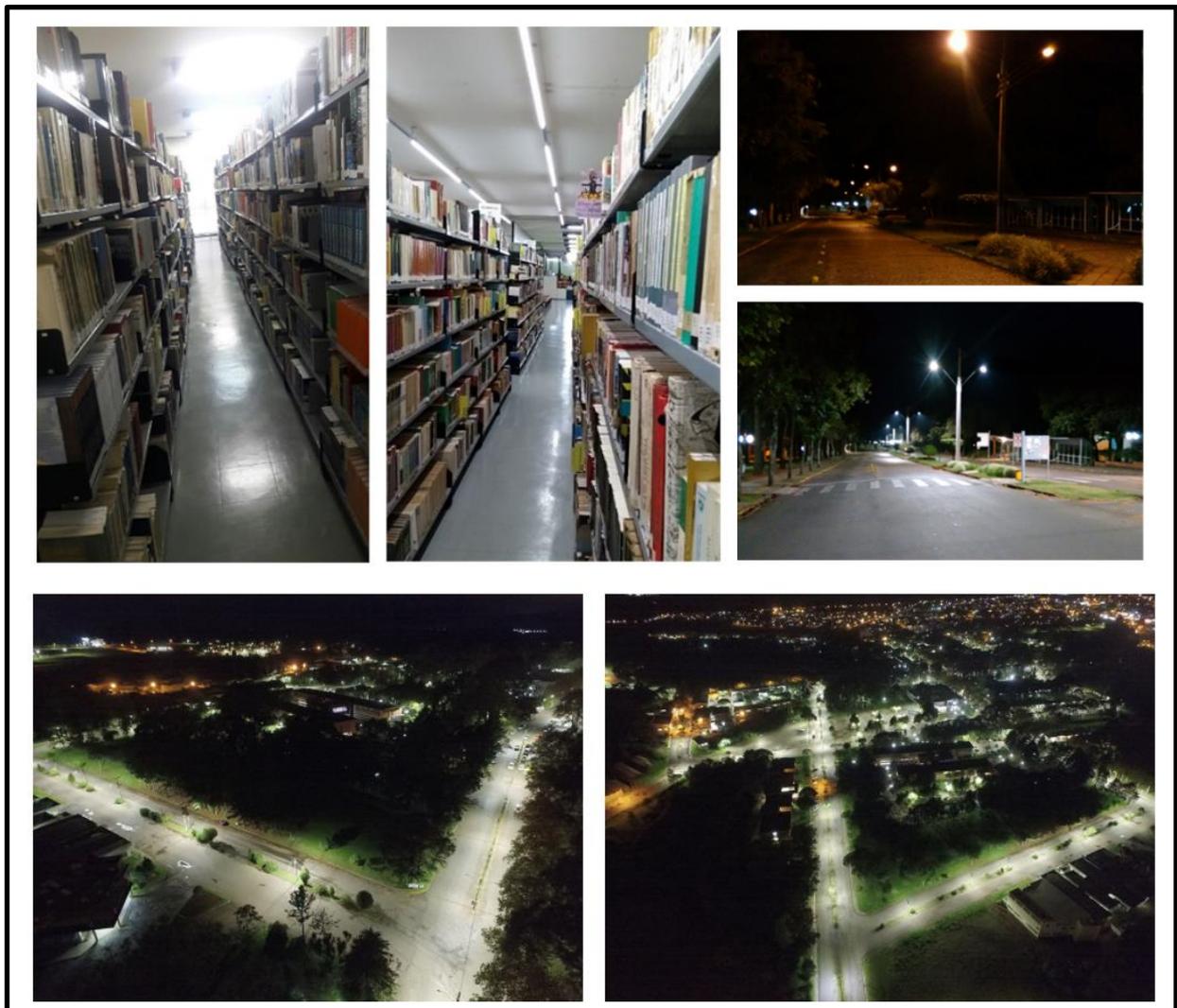
Área	Elemento	N/A	INÉRCIA	INICIANTE	INTERMEDIÁRIO	AVANÇADO
	8. Implementação de retrofit nas edificações	NA ()	Nenhuma implementação ()	Política de Retrofit em desenvolvimento ()	Universidade vem aplicando retrofit em algumas edificações há menos de 5 anos ()	Universidade vem aplicando retrofit regularmente em algumas edificações há mais de 5 anos (x)
	9. Certificação energética	NA ()	Nenhuma implementação ()	Opções de certificação em análise ou em processo de implementação ()	Universidade possui pelo menos uma certificação energética obtida há menos de 5 anos (x)	Universidade possui pelo menos uma certificação energética obtida há mais de 5 anos ()
	10. Gestão de práticas	NA ()	Nenhuma implementação ()	Energia é apenas parte de um algum setor de gerenciamento ()	Existe um escritório específico para gerenciamento de assuntos relacionados à energia (x)	Existe um escritório de sustentabilidade, que lida com práticas de energia, entre outros aspectos de sustentabilidade. ()
Pesquisa	11. Pesquisa na área de energia	NA ()	Nenhuma implementação ()	A universidade possui grupo(s) de pesquisa envolvido(s) na área de energia (x)	A universidade possui centro(s) de pesquisa envolvido(s) na área de energia) ()	A universidade possui centro(s) de pesquisa específico(s) para a área de energia ()
	12. Participação em redes de pesquisa	NA ()	Nenhuma implementação ()	Participação em rede(s) de universidades locais/regionais ()	Participação em rede(s) nacional(is) ()	Participação em rede(s) internacional(is) (x)
Extensão	13. Extensão na área de energia	NA ()	Nenhuma implementação ()	Há atividade(s) isolada(s) e não periódica(s) realizada(s) pela universidade ou por alguns professores/pesquisadores ()	Há atividade(s) implementada(s) e regular(es) organizada(s) por alguns professores/pesquisadores (x)	Há atividade(s) implementada(s) e regular(es) organizada(s) pela gerência da universidade ()
	14. Alcance das atividades de extensão	NA ()	Nenhuma implementação ()	Alcance local (cidade e entorno) (x)	Alcance regional (estado e região) ()	Alcance nacional (mais estados) ()

Área	Elemento	N/A	INÉRCIA	INICIANTE	INTERMEDIÁRIO	AVANÇADO
Ensino	15. Inclusão do tema de sustentabilidade energética (eficiência energética & energia renovável) em atividades de ensino	NA ()	Nenhuma implementação ()	Apenas cursos relacionados à energia estudam oficialmente esse tópico ()	Outros cursos também têm disciplinas que discutem sustentabilidade (x)	Sustentabilidade está oficialmente integrada no currículo de todos os cursos ()
	16. Oferta de treinamentos sobre sustentabilidade energética para professores e funcionários	NA ()	Nenhuma implementação ()	Ocasionalmente existem cursos relacionados à educação ambiental no campus, que podem incluir tópicos sobre energia (x)	Frequentemente existem cursos relacionados à educação ambiental no campus, que podem incluir tópicos sobre energia ()	Regularmente existem cursos relacionados à educação ambiental no campus, que incluem tópicos sobre energia ()
Apoio externo e ODS 7	17. Nível de apoio externo (ex. financiamentos, doações, concessões) que incentivem a sustentabilidade energética no campus	NA ()	Nenhuma implementação (x)	Parcerias com partes interessadas locais, como empresas de energia ()	Apoio do governo local ou parcerias com redes de universidades nacionais ()	Apoio do governo regional/nacional ou parcerias com redes de universidades internacionais ()
	18. Integração do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 7 nas ações da universidade	NA ()	Nenhuma implementação ()	Pode ser ensinado em sala de aula por alguns professores ()	A universidade está parcialmente comprometida com o ODS 7, incluindo-o em atividades/eventos ocasionais (x)	A universidade está totalmente comprometida com o ODS 7, incluindo-a em pesquisa, currículo ou em campanhas regulares no campus ()

2. *Uso de sistemas de controle centralizado para controlar aquecimento, resfriamento ou iluminação de edifícios*

Este item recebeu pontuação “iniciante”, visto que o controle de climatização centralizado existe de forma pontual para auditórios, centro de convivência (restaurantes, lojas e afins) e Reitoria, representando menos que 30% do campus. Para a iluminação não existem controle remotos para edificações, apenas in loco.

Figura 27 - Melhorias obtidas por meio da utilização de lâmpadas mais eficientes no campus



Fonte: UPF (2019a) e Rebelatto *et al.* (2019)

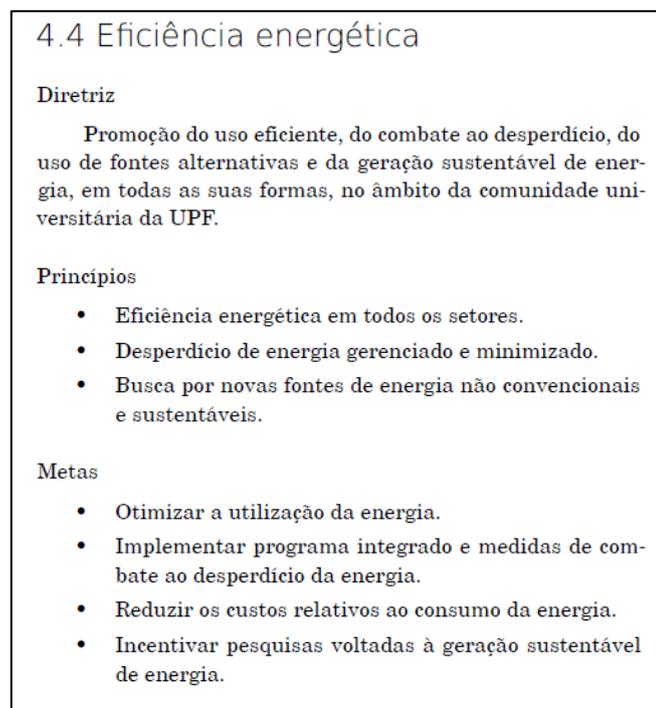
A Universidade de Passo Fundo indica que já foram avaliadas possibilidades de investimento em controle centralizado de climatização e iluminação, porém os custos são bastante elevados. Diversos estudos apontam questões semelhantes, indicando que

equipamentos de central tendem a não apresentar uma relação custo-benefício favorável ou ainda esbarram em questões de gestão (relacionadas à responsabilidade por custos e divisão de responsabilidades) (MAGALHÃES, 2001; BEZERRA, 2008).

3. Política ou plano focado em eficiência energética

A Universidade possui a temática da eficiência energética integrada em sua Política de Responsabilidade Social e no Plano de Desenvolvimento Institucional. Na Política, apresentado como um eixo temático dentro da sessão de Meio Ambiente (juntamente com preservação, conservação e sustentabilidade ambiental; educação e comunicação ambiental; gerenciamento de resíduos, efluentes, emissões e prevenção da poluição; e planejamento, urbanização e ocupação dos espaços), o tema de Eficiência Energética inclui também a promoção de energias limpas dentro da instituição. A Figura 28 apresenta como esse tema é abordado dentro da Política de Responsabilidade Social da universidade.

Figura 28 - Eficiência Energética incluída na Política de Responsabilidade Social da Universidade de Passo Fundo



Fonte: UPF (2014)

Neste item a instituição pontuou resultado “intermediário” por ainda não possuir uma política exclusiva e mais abrangente sobre a temática. Apesar disso, o Setor de Sistemas

Elétricos aponta o objetivo de implementar uma Política Energética para toda a Instituição, o que pode indicar uma futura transformação nesse resultado e ainda contribuir para que as ações sejam menos individualizadas (SALVIA *et al.*, 2018). Atualmente as barreiras para esta melhoria são relacionadas à destinação de carga horária de uma determinada comissão no trabalho de levantamento e implementação, além da necessidade de investimento financeiro para devidas adequações.

4. Monitoramento do consumo de energia e seus custos

Neste elemento a universidade também possui resultado intermediário por já desenvolver uma análise mais aprofundada de indicadores de eficiência energética (e não apenas da fatura de energia), mas ainda demanda esforços para alcançar o nível seguinte de publicação periódica desses dados para toda a comunidade acadêmica. O controle dos indicadores ocorre diariamente e de forma mais completa mensalmente, quando são analisados fatores de qualidade de energia, consumo, comportamento e custos. Planos futuros do setor incluem a implementação de uma rotina mensal de publicação dos dados relevantes à comunidade. Essa comunicação de dados pode auxiliar a comunidade acadêmica reconhecer os esforços da instituição e ainda entender melhor os impactos associados ao consumo de energia, podendo também contribuir para um maior senso de pertencimento (KELLY; MULROONEY, 2019) e mudança de comportamento.

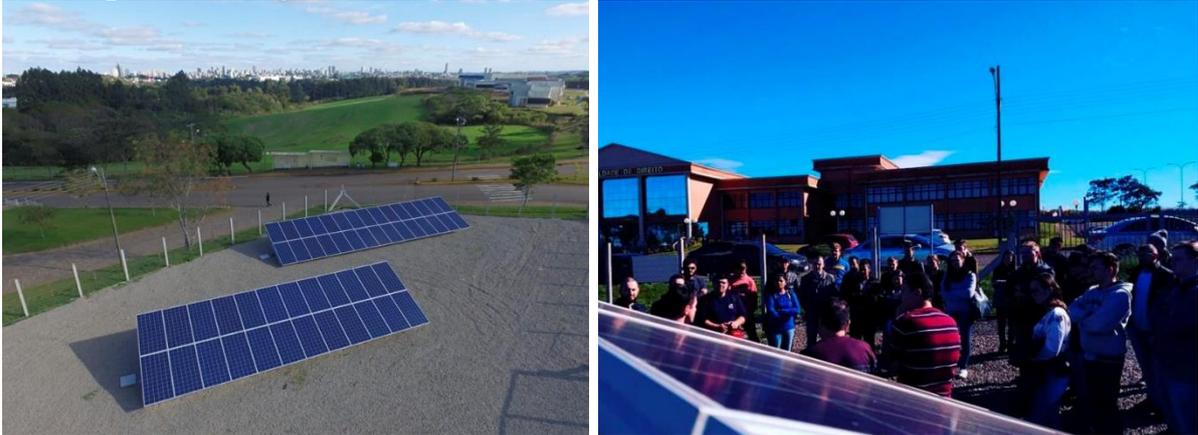
5. Geração de eletricidade por fontes renováveis no campus

Também com pontuação intermediária, a geração de energia por fontes renováveis no campus atende entre 1 e 5% do consumo total de eletricidade da instituição. Isso é possível devido à implementação do Parque de Geração Solar Fotovoltaica, ativo desde abril de 2018 no Campus I da universidade. O parque está alocado em uma área de 750 m² e conta com 54 painéis fotovoltaicos com potência total de 17,55 KWp, com geração de energia de até 2400 KWh/mês. Essa implementação representa a primeira etapa do Complexo de Energias Renováveis UPF, visto que a instituição visa expandir a geração renovável no campus por meio de investimentos em energia eólica, além de buscar desenvolver conceitos de construções sustentáveis (UPF, 2019b).

O projeto atende os três pilares da sustentabilidade por meio da utilização do espaço para ensino e pesquisa, sendo também uma referência na região em termos de difusão do conhecimento e prática de energias renováveis, especificamente fotovoltaica. Por ter sido instalado no solo, o sistema facilita processos de manutenção, captação, preparação e injeção

da energia na rede elétrica, mas também proporciona fácil acesso da comunidade acadêmica, que pode utilizar esse recurso em sala de aula e como pesquisa. Imagens do parque e de um grupo em visita são apresentadas na Figura 29.

Figura 29 - Parque de Geração Solar Fotovoltaica da Universidade de Passo Fundo



Fonte: UPF (2019b)

6. Fomento à geração de energia renovável fora do campus

Dentro do contexto da Universidade de Passo Fundo, este foi o único elemento do modelo a não se aplicar. A instituição possui áreas passíveis para geração própria em suas infraestruturas, portanto não demanda investimentos fora do campus para geração de energia renovável.

7. Aquisição de energia renovável de opções certificadas

O item de aquisição de energia de fonte renovável obteve pontuação máxima (nível avançado) já que mais que 70% do consumo total de eletricidade do campus é abastecido por energia renovável adquirida por fontes certificadas. O Campus I da UPF representa aproximadamente 90% do consumo global de todas as Infraestruturas da instituição. Esta unidade se encontra no Ambiente Livre de Energia desde outubro de 2018, realizando a aquisição de energia limpa e renovável através de contratos diretos com geradoras, ao invés de permanecer no mercado convencional de energia onde não há controle das fontes utilizadas.

Desta forma, toda a energia elétrica consumida pela universidade é certificadamente proveniente de usinas de fontes incentivadas pelo governo federal, objetivando uma matriz energética sustentável e renovável (UPF, 2019c). Outro aspecto positivo do Ambiente Livre de Energia é a possibilidade de obter um preço de eletricidade constante, sem o risco de aumento de preços quando o país passa por um período de alta demanda ou com chuvas escassas (que

poderia demandar também fornecimento por fontes não renováveis). Além disso, a UPF passa a ter maior estabilidade na oferta de energia e pode desligar o gerador a diesel, utilizado nos horários de pico e emergência, pois o mercado livre permite o uso gratuito da energia sem exceder os custos em momentos de alta demanda, contribuindo também para a redução de impactos ambientais (REBELATTO *et al.*, 2019).

8. Implementação de retrofit nas edificações

Por ter mais de 50 anos, a Universidade vem gradativamente revitalizando seus espaços, com o retrofit em climatização por equipamentos mais eficientes, melhoria de equipamentos elétricos, atualização e automação da iluminação acompanhando a evolução das tecnologias, aspectos construtivos, de envoltória e afins. Essa ação é especialmente importante considerando investigações que apontam para a necessidade de melhorias estruturais em edificações do campus dada a orientação desfavorável ou falta de ventilação que contribuem para aumento da demanda de energia elétrica (FRANDOLOSO *et al.*, 2014).

9. Certificação energética

Desde 2018, a Instituição recebe certificação por intermédio da Ludfor Energia Ltda. pelo uso de energia limpa com destaque para a quantidade de Gases de Efeito Estufa que deixaram de ser emitidos para a atmosfera (seguindo metodologias internacionalmente reconhecidas como o *GHG Protocol Corporate Standart da Greenhouse Gas Protocol Initiative* e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), principalmente devido à migração para o Ambiente Livre de Energia. De acordo com a instituição, no ano de 2018, a Fundação Universidade de Passo Fundo reduziu “96,80 toneladas de CO₂ em emissões, o equivalente a 2.675 mudas de árvores conservadas por 20 anos; 962 veículos leves a gasolina percorrendo 500 km; 241 transportes rodoviários de uma tonelada de carga percorrendo um trajeto de 500km; e 41 toneladas de papel/papelão enviadas para aterro sanitário.” (UPF, 2019c).

10. Gestão de práticas

A UPF possui um escritório específico para gerenciamento de assuntos relacionados à energia, pontuando resultado intermediário para este elemento. O Setor de Sistemas Elétricos engloba a gestão de todos os assuntos relacionados a administração da energia da Instituição: aspectos de geração própria (sistema de emergência com geradores a diesel, sistemas de geração solar fotovoltaica e futuras implementações), gestão de contratos de energia no mercado

convencional e livre, gestão da manutenção preventiva e corretiva de todas as infraestruturas, projetos e adequações, captação de recursos externos e estudos de qualidade de energia, dentre outros. Ter uma equipe especificamente focada nessa temática facilita o desenvolvimento de ações e permite a busca por inovações e medidas voltadas à sustentabilidade, por exemplo. Ainda assim, há espaço para melhorias, considerando a possibilidade de uma gestão também focada, mas em todos os aspectos de sustentabilidade do campus, facilitando o contato de diferentes setores e uma aplicação coordenada de esforços.

11. Pesquisa na área de energia

A Instituição possui grupos envolvidos com energia no campo da graduação e pós-graduação, essencialmente ligados aos cursos de engenharia, visando publicações e parcerias com instituições nacionais e internacionais. Ainda assim, pontua no modelo como “iniciante”, pois não possui centro de pesquisa relacionados à área de energia ou especificamente atuando nessa questão. A pesquisa, importante eixo da universidade, ainda é desenvolvida de forma pontual e isolada, demandando maiores esforços. Exemplos internacionais, como o próprio Centro de Competências para Energias Renováveis e Eficiência Energética (CC4E), da HAW Hamburg, comprovam a necessidade de financiamentos para que algo de maior porte (e inclusive multidisciplinar) seja desenvolvido.

12. Participação em redes de pesquisa

A Universidade de Passo Fundo é membro do Inter-University Sustainable Development Research Programme (IUSDRP), uma rede de pesquisa internacional que une universidades de forma que possam desenvolver mais pesquisas sobre assuntos relacionados ao desenvolvimento sustentável. Além disso, visa também realizar projetos de pesquisa entre universidades parceiras, treinar estudantes de doutorado, publicar artigos em revistas e eventos internacionais. Dessa forma, cinco atividades se destacam nessa rede: proposta e participação em projetos de pesquisa; desenvolvimento de publicações científicas; treinamento de recursos humanos na área de sustentabilidade; transferência de conhecimento; e fortalecimento da rede como um todo para maior eficiência na busca por oportunidades de financiamento.

Por participar desta rede, este elemento recebeu pontuação máxima no modelo. A universidade e seus pesquisadores possuem realmente uma lista de resultados positivos por integrar este grupo: oportunidade de desenvolvimento de doutorado sanduíche em universidades parceiras; possibilidade de publicações em revistas científicas ou como capítulos de livros; co-organização de eventos; e participação em projetos e pesquisas. Com foco

específico em energia, pesquisadores da UPF já foram representados em artigos científicos (LEAL FILHO *et al.*, 2019c); em apresentações de trabalhos em eventos do programa (SALVIA; BRANDLI, 2020); além de outros trabalhos em desenvolvimento relacionados à energias renováveis, segurança energética e ao ODS 7. A participação nessas pesquisas possibilitou pesquisadores da UPF a integrarem a lista de autores mais relevantes na base de dados Web of Science quando se busca por trabalhos sobre sustentabilidade energética e universidades.

Em termos de grupos de pesquisa cadastrados no CNPQ, se destacam na área de energia os grupos “Automação e Sistemas de Potência” e “Gestão da Infraestrutura e Meio Ambiente”, das áreas de concentração Engenharia Elétrica e Engenharia Civil, respectivamente, e consolidados desde o início da década de 2000. O primeiro envolve temáticas de estudo relacionadas à sistemas de automação e controle e iluminação LED, enquanto que o segundo reconhece a fundamentação de trabalhos na Agenda 2030, com o ODS 7 incluído dentre os principais aspectos (DGP/CNPq, 2020).

13. Extensão na área de energia

A UPF pontuou “intermediário” nesse elemento principalmente em função do projeto de extensão chamado *Green Energy*, vinculado ao curso de Engenharia Elétrica, que visa “desenvolver projetos de Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica (...) para comunidades marginais com baixa ou nenhuma presença de energia elétrica, atendendo associações, prefeituras, organizações não governamentais e demais interessados na realização de projetos, avaliação de desempenho e de implantação de tecnologias de geração de energia limpa” (UPF, 2020b), sendo ainda reconhecido como referência pela comunidade local no que diz respeito à implantação de sistemas de geração de energia renovável.

14. Alcance das atividades de extensão

Nesta categoria a instituição pontuou apenas como iniciante devido ao alcance local das ações dos projetos de extensão. Vale destacar que o alcance não está relacionado ao impacto das atividades – entende-se que, ao serem desenvolvidas mais atividades com alcance estadual e/ou nacional, os grupos de extensão vão desenvolvendo mais habilidades e parcerias para aplicação das medidas de sustentabilidade energética. O impacto da contribuição local é igualmente importante e deve ser inclusive fortemente valorizado (LEAL FILHO *et al.*, 2019c; MBAH, 2019).

15. Inclusão do tema de sustentabilidade energética (eficiência energética & energia renovável) em atividades de ensino

Também com resultado intermediário para este elemento (Outros cursos também têm disciplinas que discutem sustentabilidade), a universidade se encontra entre a situação de apenas cursos relacionados à energia estudarem esse tópico e ter sustentabilidade integrada e oferecida de alguma forma a todos os cursos. Dada a crescente preocupação com questões ambientais, mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável, a tendência é que, gradativamente, as reformas curriculares possam caminhar para situações de ensino que favoreçam a abordagem dessas temáticas.

Um exemplo recente de esforços nesse sentido e no qual a UPF está vinculada como parceira é o Dia Mundial do Ensino sobre Desenvolvimento Sustentável 2020 (UPF, 2020c). Organizado pela HAW Hamburg e pelo IUSDRP, este evento visa atingir estudantes universitários de todos os cursos, além de membros da comunidade em geral. O formato desta iniciativa incluirá:

- Palestras preparadas por especialistas em desenvolvimento sustentável;
- Módulos online sobre os ODS;
- Fóruns de discussão (UPF, 2020c).

Além disso, abordará também a teoria e a prática do desenvolvimento sustentável em todos os seus eixos, incluindo energia; apresentações sobre aspectos ambientais, sociais, políticos e econômicos do desenvolvimento sustentável; educação, comunicação e formação em desenvolvimento sustentável; e resultados de iniciativas locais e regionais passíveis de replicação.

16. Oferta de treinamentos sobre sustentabilidade energética para professores e funcionários

Neste elemento a universidade ainda pontua como iniciante, dada a oferta ocasional de cursos relacionados à educação ambiental e que podem incluir questões de energia. Treinamentos também ocorrem na medida que mudanças de sistemas e protocolos ocorrem dentro da universidade ou em determinados setores. A literatura aponta as vantagens de se aplicar treinamentos na temática de eficiência energética para professores e funcionários, não só pela redução do consumo de energia elétrica no campus, mas também pela contribuição para mudança de comportamento, aumento da consciência ambiental e força de trabalho mais qualificada (NRCAN, 2016).

17. Nível de apoio externo (ex. financiamentos, doações, concessões) que incentivem a sustentabilidade energética no campus

Este elemento é um diferencial neste modelo por reconhecer que esforços e bons resultados dependem também de forças e incentivos externos e não apenas internos. No caso da UPF, a pontuação indica nenhuma implementação, caracterização o estágio de inércia. Esse é um ponto que retarda a busca por mais medidas de eficiência energética e investimentos em renováveis no campus.

Existem atividades pontuais a serem implementadas, ligadas à captação de recursos para projetos de sustentabilidade e geração de energia, como o sistema de ultrafiltração de água da chuva alimentado via energia solar fotovoltaica, a ser desenvolvido com recurso advindo de Instituições do exterior.

18. Integração do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 7 nas ações da universidade

A pontuação deste elemento é intermediária visto que o comprometimento da universidade com todos os ODS deve ser reconhecido, mesmo que não haja uma atividade específica voltada para o ODS 7. Em 2018, a UPF adotou o compromisso de contribuir com a Agenda 2030 e os ODS, e desde então algumas atividades vem sendo desenvolvidas. Teve destaque a exposição sobre os ODS realizada no Centro de Convivência da instituição (Figura 30), que visou apresentar os objetivos à comunidade acadêmica por meio de cubos e placas interativas. A exposição também foi levada para algumas unidades acadêmicas para maior divulgação da Agenda.

Figura 30 - Exposição sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: UPF (2018)

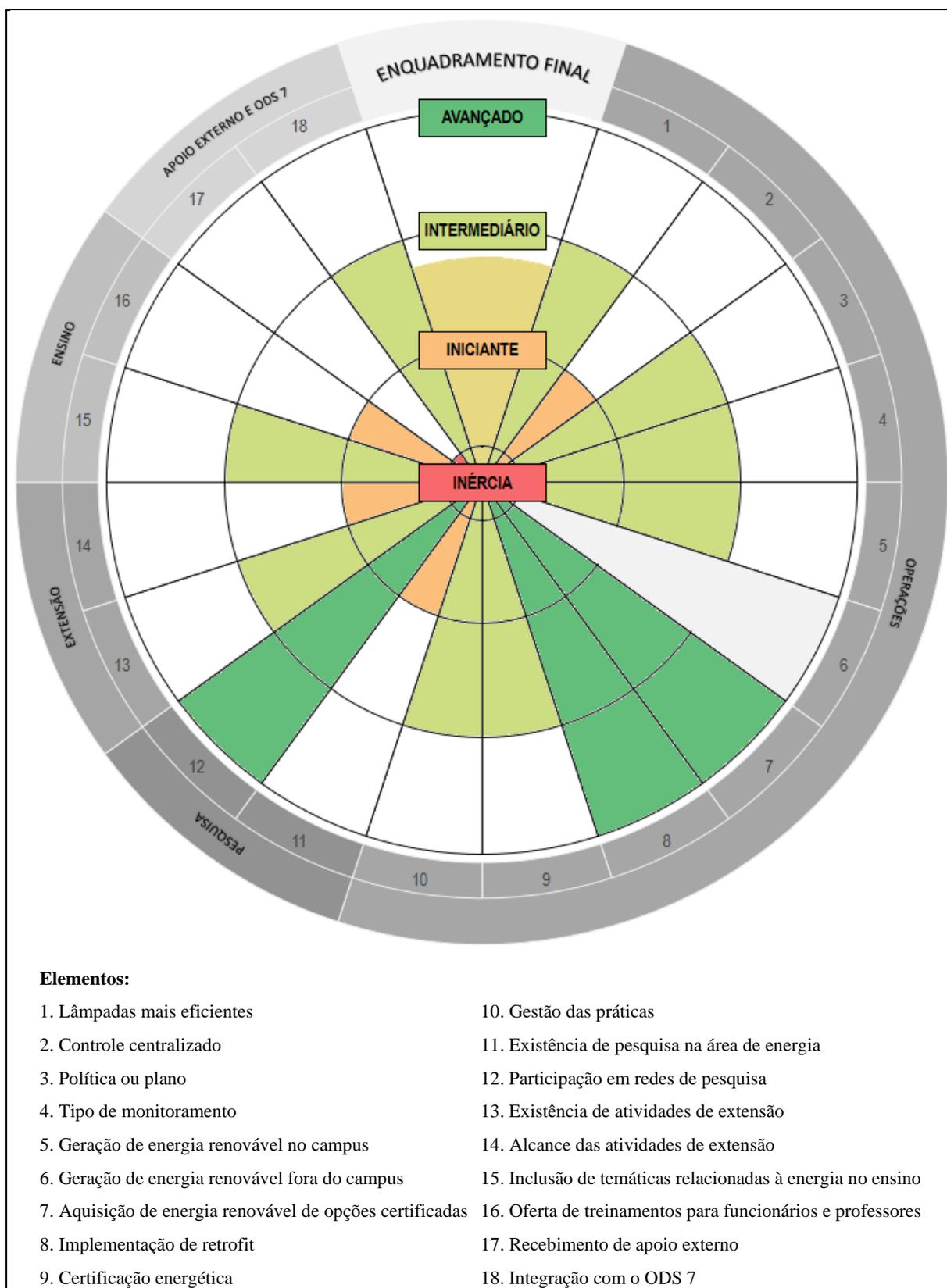
Pontuando as respostas de acordo com a escala utilizada (de forma alguma = 0, pouco = 1, muito = 2, extremamente = 3), foi possível calcular as notas para cada elemento e gerar a pontuação final para a Universidade de Passo Fundo, como apresentado na Tabela 6. Vale ressaltar que dada a existência de um elemento com resposta “Não se aplica” (N/A) no modelo, a redistribuição de pesos teve que ser realizada.

Tabela 6 - Avaliação da Universidade de Passo Fundo por meio de pontuação por elemento

Área	Elemento	Peso ajustado	Pontuação modelo	Nota
Operações no Campus	1. Lâmpadas mais eficientes	0.049	2	0.097
	2. Controle centralizado	0.051	1	0.051
	3. Política ou plano	0.047	2	0.094
	4. Tipo de monitoramento	0.043	2	0.086
	5. Geração de energia renovável no campus	0.079	2	0.159
	6. Geração de energia renovável fora do campus	-	-	-
	7. Aquisição energia renovável de opções certificadas	0.079	3	0.238
	8. Implementação de retrofit	0.062	3	0.185
	9. Certificação energética	0.062	2	0.123
	10. Gestão das práticas	0.050	2	0.099
Pesquisa	11. Existência de pesquisa na área de energia	0.044	1	0.044
	12. Participação em redes de pesquisa	0.044	3	0.133
Extensão	13. Existência de atividades de extensão	0.052	2	0.104
	14. Alcance das atividades de extensão	0.052	1	0.052
Ensino	15. Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino	0.049	2	0.097
	16. Oferta de treinamentos para funcionários e professores	0.077	1	0.077
Apoio Externo e ODS 7	17. Recebimento de apoio externo	0.104	0	0.000
	18. Integração com o ODS 7	0.055	2	0.110
			Nota final:	1.75

Os resultados indicam uma nota final de 1,75 para a Universidade de Passo Fundo, representando em um enquadramento final no estágio Intermediário. A representação gráfica da UPF no UniTS-Energy é apresentada na Figura 31. O resultado final da avaliação da universidade aponta para uma situação na qual já foram reconhecidos os esforços da instituição para investir em sustentabilidade, e se encaminha para uma frequência mais regular de ações e também de forma mais institucionalizada, se assemelhando muito à curva de resultados obtida na pesquisa exploratória.

Figura 31 - Representação gráfica da sustentabilidade energética na Universidade de Passo Fundo



4.3.3 Teste de ponderação

A fim de testar diferentes níveis de importância para a ponderação aplicada, calculou-se a nota final para a universidade considerando também pesos com variação no fator de ponderação. A Tabela 7 apresenta os pesos revisados pós-validação para as variações de fator de ponderação 0,5 e 2, além do valor 1 já apresentado anteriormente (Tabela 5).

Tabela 7 - Pesos revisados* pós-validação (p=0,5, p=1 e p=2)

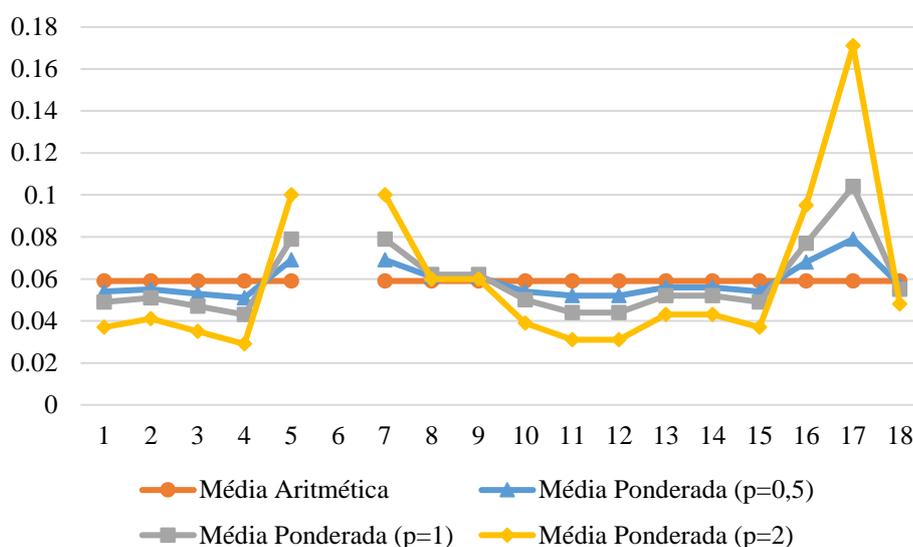
Área	Elementos	Pesos revisados		
		p = 0,5	p = 1	p = 2
Operações	1. Lâmpadas mais eficientes	0.050	0.045	0.034
	2. Controle centralizado	0.052	0.047	0.038
	3. Política ou plano	0.050	0.044	0.032
	4. Tipo de monitoramento	0.048	0.040	0.027
	5. Geração de energia renovável no campus	0.065	0.074	0.091
	6. Geração de energia renovável fora do campus	0.065	0.074	0.091
	7. Aquisição de energia renovável de opções certificadas	0.065	0.074	0.091
	8. Implementação de retrofit	0.057	0.057	0.055
	9. Certificação energética	0.057	0.057	0.055
	10. Gestão das práticas	0.051	0.046	0.035
Pesquisa	11. Existência de pesquisa na área de energia	0.048	0.041	0.028
	12. Participação em redes de pesquisa	0.048	0.041	0.028
Extensão	13. Existência de atividades de extensão	0.052	0.048	0.039
	14. Alcance das atividades de extensão	0.052	0.048	0.039
Ensino	15. Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino	0.050	0.045	0.034
	16. Oferta de treinamentos para funcionários e professores	0.064	0.072	0.086
Apoio Externo e ODS 7	17. Recebimento de apoio externo	0.074	0.096	0.156
	18. Integração com o ODS 7	0.054	0.051	0.043

*Revisão se refere aos ajustes feitos pós inclusão e exclusão de elementos no modelo

A variação no fator de ponderação implica em maiores ou menores amplitudes entre os pesos (como observado nos valores máximo e mínimo destacados na Tabela 7). A Figura 32 apresenta essa variação nos pesos de forma gráfica em comparação com o peso único que seria utilizado caso a média aritmética fosse aplicada. Da mesma forma como apresentado anteriormente (Figura 25), o uso dos fatores de ponderação ajusta a importância dada aos elementos, principalmente aqueles mais e menos convencionais nas universidades, com destaque para o uso de renováveis (elementos 5 e 7) o treinamento para

funcionários/professores (elemento 16) e recebimento de apoio externo (elemento 17). Menores variações foram obtidas para elementos mais comuns da área de operações (1-3) e das áreas de pesquisa e extensão (11-15). Essa comparação apoia a metodologia do uso de pesos para eliminar a distorção de resultados que poderia ser obtida sem considerar as diferenças de aplicação de cada elemento do modelo.

Figura 32 - Diferentes pesos de cada elemento ao considerar média aritmética a médias ponderadas



O resultado final de aplicação do modelo para a Universidade de Passo Fundo também foi calculado para estas duas variações, conforme apresentado na Tabela 8. Destaca-se que os pesos foram ajustados devido à não aplicabilidade do elemento 6 para o caso em estudo.

A partir da Tabela 8 pode-se observar que apesar de diferentes notas finais para o modelo, todas as formas de cálculo retornam mesmo nível de classificação: Universidade de Passo Fundo com resultado intermediário no modelo UniTS-Energy. Se a média aritmética fosse utilizada – desconsiderando os diferentes pesos para os itens do modelo, a UPF teria uma nota final de 1,82. Apesar da mesma classificação, o valor seria um pouco superior pela maior valorização de elementos mais facilmente implementados.

Levando em consideração os motivos que justificaram a ponderação desde o princípio, conclui-se que o uso de pesos deve ser utilizado por reconhecer os diferentes esforços da instituição para atender os elementos do modelo. Além disso, como o uso dos fatores de ponderação alternativos ($p=0,5$ e $p=2$) deixaram os valores muito próximos ao que seria o peso

da média aritmética e deram muita importância à diferença, respectivamente, optou-se por considerar os pesos calculados com fator de ponderação $p = 1$.

Seguindo a etapa de aplicação do modelo, a próxima sessão discute os desafios e potencialidades relacionados ao modelo.

Tabela 8 - Avaliação da Universidade de Passo Fundo por meio de pontuação por elemento e comparação dos resultados com diferentes pesos

Área	Elemento	Pontuação modelo	Peso	Nota	Peso (p=0.5)	Nota	Peso (p = 1)	Nota	Peso (p = 2)	Nota
Operações no Campus	1. Lâmpadas mais eficientes	2	0.059	0.118	0.054	0.108	0.049	0.097	0.037	0.075
	2. Controle centralizado	1	0.059	0.059	0.055	0.055	0.051	0.051	0.041	0.041
	3. Política ou plano	2	0.059	0.118	0.053	0.106	0.047	0.094	0.035	0.070
	4. Tipo de monitoramento	2	0.059	0.118	0.051	0.102	0.043	0.086	0.029	0.059
	5. Geração de energia renovável no campus	2	0.059	0.118	0.069	0.138	0.079	0.159	0.100	0.199
	6. Geração de energia renovável fora do campus	N/A	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
	7. Aquisição de energia renovável de opções certificadas	3	0.059	0.176	0.069	0.207	0.079	0.238	0.100	0.299
	8. Implementação de retrofit	3	0.059	0.176	0.061	0.182	0.062	0.185	0.060	0.180
	9. Certificação energética	2	0.059	0.118	0.061	0.121	0.062	0.123	0.060	0.120
	10. Gestão das práticas	2	0.059	0.118	0.054	0.109	0.050	0.099	0.039	0.077
Pesquisa	11. Existência de pesquisa na área de energia	1	0.059	0.059	0.052	0.052	0.044	0.044	0.031	0.031
	12. Participação em redes de pesquisa	3	0.059	0.176	0.052	0.155	0.044	0.133	0.031	0.093
Extensão	13. Existência de atividades de extensão	2	0.059	0.118	0.056	0.112	0.052	0.104	0.043	0.086
	14. Alcance das atividades de extensão	1	0.059	0.059	0.056	0.056	0.052	0.052	0.043	0.043
Ensino	15. Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino	2	0.059	0.118	0.054	0.108	0.049	0.097	0.037	0.075
	16. Oferta de treinamentos para funcionários e professores	1	0.059	0.059	0.068	0.068	0.077	0.077	0.095	0.095
Apoio Externo e ODS 7	17. Recebimento de apoio externo	0	0.059	0.000	0.079	0.000	0.104	0.000	0.171	0.000
	18. Integração com o ODS 7	2	0.059	0.118	0.057	0.115	0.055	0.110	0.048	0.095
			MA=	1.82	MP=	1.79	MP=	1.75	MP=	1.64
			Média aritmética (MA)		Médias ponderadas (MP)					

4.3.4 Desafios e Potencialidades

A representação gráfica da sustentabilidade energética na Universidade de Passo Fundo (Figura 31) auxilia a discussão dos pontos positivos e dos pontos com potencial de melhoria. Os elementos de aquisição de energia renovável de opções certificadas, implementação de retrofit e participação de redes de pesquisa tem maior destaque pelo resultado avançado. As iniciativas devem se manter para garantir a pontuação máxima em futuras avaliações. Além disso, apesar do resultado positivo nesses elementos específicos, continuar investindo nessas ações contribui de forma continuada para a sustentabilidade energética da instituição em outros aspectos, como redução do consumo de energia e oportunidades de educação ambiental, relacionados com ações de retrofit; possibilidade de realização de projetos na área de energia como resultado da participação em redes de pesquisa; e estabilidade na oferta de energia e acesso mais acessível, vinculados à compra de energia renovável certificada.

Resultados intermediários foram a maioria na universidade, distribuídos em todas as áreas (com exceção da pesquisa), apontando para diversos aspectos com potencial de transformação. A maioria desses elementos já tem planos de melhoria, como a expansão do uso de lâmpadas mais eficientes e de energias renováveis no campus, o desenvolvimento de uma política específica para a área de energia e a intensificação no monitoramento realizado com publicação das informações para a comunidade acadêmica. Ainda na área de operações, a certificação energética possui margem para melhoria, não só por manter a certificação no futuro, mas também por investir em outras opções. Atualmente, a gestão das questões voltadas à sustentabilidade é feita de forma compartimentada, com o Setor de Sistemas Elétricos atendendo a sustentabilidade energética juntamente com as demais demandas energéticas de estrutura e fornecimento. Futuros planejamentos da administração da universidade podem considerar a possibilidade de desenvolver um setor específico para gestão de esforços voltados à sustentabilidade em todas as áreas. As áreas de extensão e ensino também podem ver a avaliação do modelo como guia para futuras ações, como o desenvolvimento de projetos institucionais e de oportunidades de aprendizado para todos os cursos.

Na área de operações, apenas o elemento de controle centralizado de aquecimento, resfriamento ou iluminação de edifícios foi classificado como iniciante. Da mesma forma que os elementos de maiores esforços em pesquisa, como o desenvolvimento de centros específicos, e em extensão, para gerar maior alcance de ações, esse elemento operacional demanda maior apoio e investimento financeiro, dificultando melhores resultados nesses aspectos. O elemento de oferta de treinamento para funcionários e professores da instituição, apesar de também

demandar investimento, pode representar o item com maior potencial nessa área. Além da contribuição para um trabalho mais qualificado, funcionários mais conscientes e economia financeira por meio da eficiência energética, esses treinamentos também podem preparar os professores a, sempre que possível, transmitir o conhecimento em sala de aula.

O único elemento do modelo UniTS-Energy classificado no estágio de inércia foi o de recebimento de apoio externo. Vale ressaltar que, independentemente da existência desse elemento no modelo, o nível de investimento em ações sustentáveis (e em consequência, o resultado da avaliação) está conectado ao contexto externo da universidade (WITHYCOMBE KEELER *et al.*, 2018) e às oportunidades disponibilizadas. Contextos que priorizam, incentivam e cobram o desenvolvimento sustentável tendem a conduzir as instituições a investir mais recursos nessas questões ou ainda receber apoio para tanto. Esse resultado aponta para a importância de valorizar esse elemento e buscar transformar essa situação para uma mais sustentável, gerando possivelmente melhores resultados em outros elementos também. No cenário da HAW Hamburg, estudo de caso da Fase I do desenvolvimento do modelo, o recebimento de apoio externo é um dos diferenciais na atuação da universidade para o desenvolvimento sustentável – investimentos próprios também são importantes, mas provavelmente manteriam os esforços a um nível de contribuição com foco mais educacional (como o caso da implementação das árvores solares na biblioteca ou da usina de geração solar fotovoltaica no campus). Iniciativas mais aprofundadas, como as de eficiência energética em parceria com a Siemens, ou de criação de um centro de competências para estudos energéticos, são oportunidades oriundas de apoio externo. Como apresentado durante a descrição da pontuação dos elementos, a Universidade de Passo Fundo vem planejando iniciativas relacionadas à sustentabilidade energética com recursos de apoio externo, então há expectativa de melhoria nesse campo no futuro.

A aplicação do modelo UniTS-Energy na UPF possibilitou não apenas a avaliação da instituição mas também a identificação de questões práticas a serem consideradas. Os principais desafios observados na aplicação do modelo se referem a:

- a) Acesso às informações: como o modelo apresenta uma visão holística da sustentabilidade energética no ensino superior, mesmo o setor responsável pela gestão da energia na instituição pode não deter todas as informações e evidências necessárias para aplicação. Esse desafio foi observado na UPF, demandando contato com outros setores e pesquisa acerca das ações realizadas;

- b) Segregação dos setores: conectado com o tópico anterior, a segregação de setores também representa um desafio para a coleta de dados. A falta de integração e compartilhamento de informações dificulta o processo de aplicação do modelo. Nesse sentido, a possibilidade de haver um setor responsável por gerir a sustentabilidade na instituição como um todo e em todas as áreas pode voltar a ser discutida como um aspecto a ser considerado. Não sendo possível, uma recomendação importante seria formar uma equipe multidisciplinar, com representantes de todas as áreas, garantindo assim um processo de avaliação mais rápido e concreto. Adicionalmente, a coordenação de ações futuras (visando melhoria no resultado) e de aplicações periódicas do modelo seriam favorecidas, garantindo a avaliação da transformação de fato e não de apenas uma aplicação pontual;
- c) Comunicação e envolvimento da comunidade acadêmica: esse item se refere mais ao resultado obtido do que ao processo de avaliação propriamente dito. Observa-se uma tendência de a comunidade acadêmica cobrar mais ações e melhores resultados da instituição. Muitas vezes essas ações e esses resultados estão sendo obtidos, porém não comunicados devidamente. Com comunicação fraca, menor senso de pertencimento se observa em alunos e funcionários, o que pode implicar na redução do interesse em participar de esforços para a sustentabilidade (FIGUEREDO, TSARENKO, 2013).

O modelo e o processo de aplicação na UPF também possibilitou gerar uma lista de potencialidades para a universidade:

- a) Desenvolvimento de um “*Green Office*”: o formato de um *Green Office* implica no envolvimento de alunos no processo de criação e prática do escritório, focado em desenvolvimento sustentável (LEAL FILHO *et al.*, 2019d). Como a disponibilidade de recursos (de tempo, humanos e financeiros) para investimentos nessa área pode ser um grande desafio, iniciativas voluntárias de alunos e professores da instituição para criar esse espaço e compartilhar a responsabilidade de planejar ações de sustentabilidade seriam uma ótima oportunidade. As vantagens se estenderiam também aos participantes de um projeto deste tipo, dado o aprendizado esperado;
- b) Abordagem sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: considerando o importante papel da universidade no contexto da Agenda 2030 e o potencial de

melhoria no elemento referente ao ODS 7, a Universidade de Passo Fundo pode explorar essa oportunidade e reforçar seu comprometimento com o Objetivo;

- c) Ações locais: pensando em reforçar o comprometimento com o ODS 7, a universidade precisa fazer mais do que pensar apenas na sua estrutura – é necessário pensar em formas de melhorar o acesso à serviços relacionados com sustentabilidade energética e engajar com a comunidade local (McCOWAN, 2019). Parcerias internacionais são importantes e certamente oportunizam recursos e oportunidades de projetos práticos, mas o impacto local deve ser valorizado e priorizado tanto quanto possível.
- d) Módulos de ensino online: principalmente em um cenário de maior experiência com o ensino online, em função da pandemia do Coronavírus, o uso de módulos de aprendizado online representam uma oportunidade de ação dentro da área de Ensino no modelo. Treinamentos e seminários/disciplinas sobre temáticas da área de sustentabilidade podem ser oferecidas para toda a comunidade acadêmica e assim atingir um maior número de pessoas.

O Quadro 15 apresenta uma contribuição adicional do modelo para o desenvolvimento sustentável. Além de guiar os esforços das universidades para a sustentabilidade energética, também relaciona esses esforços com as contribuições para o ODS 7 e suas metas.

Quadro 15 - Contribuição do modelo para o ODS 7

Área	Elementos	Metas do ODS 7
Operações no Campus	1. Lâmpadas mais eficientes	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	2. Controle centralizado	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	3. Política ou plano	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	4. Tipo de monitoramento	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	5. Geração de energia renovável no campus	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	6. Geração de energia renovável fora do campus	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	7. Aquisição de energia renovável de opções certificadas	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	8. Implementação de retrofit	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	9. Certificação energética	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	10. Gestão das práticas	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b

Área	Elementos	Metas do ODS 7
Pesquisa	11. Existência de pesquisa na área de energia	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	12. Participação em redes de pesquisa	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
Extensão	13. Existência de atividades de extensão	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	14. Alcance das atividades de extensão	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
Ensino	15. Inclusão de temáticas relacionadas à energia no ensino	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	16. Oferta de treinamentos para funcionários e professores	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
Apoio Externo e ODS 7	17. Recebimento de apoio externo	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b
	18. Integração com o ODS 7	7.1 7.2 7.3 7.a 7.b

Assim como discutido acerca das áreas de atuação da universidade e contribuição para o ODS 7 na revisão sistemática, por meio do modelo também pode-se observar que cada elemento contribui diretamente ou indiretamente para algumas metas do ODS. Grande destaque é observado para as metas referentes à energia renovável (7.2) eficiência energética (7.3), os principais pilares da sustentabilidade energética. Promover o acesso confiável e universal (7.1) também se vincula com diversos elementos do modelo, como a existência de política, que pode regular essa questão e formalizar a necessidade de engajamento com comunidades com baixa ou nenhuma infraestrutura de energia, ou ainda a geração de energia renovável no campus, favorecendo segurança e autonomia energética. O elemento de integração com o ODS 7 certamente se relaciona com todas as metas, assim como o elemento de apoio externo. Destaca-se a contribuição das áreas de pesquisa, ensino e extensão para as metas de meio de implementação (7.a e 7.b), valorizando ainda mais o seu importante papel na prática do desenvolvimento sustentável e de atingimento das demais metas.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho buscou responder a questão “Como avaliar o processo de transformação para a sustentabilidade energética em universidades e dessa forma promover o papel destas instituições de ensino para o desenvolvimento sustentável?”. Os elementos do modelo representam de forma objetiva como as universidades podem e devem contribuir para a sustentabilidade com foco em energia, e todas as áreas da instituição fazem parte desse processo. Nesse sentido, a hipótese de que o modelo desenvolvido deveria incorporar os diversos papéis da universidade para uma avaliação completa e holística foi corroborada pelas etapas metodológicas e resultados obtidos. Apesar do destaque para as ações de operações dentro das instituições de ensino, observa-se uma crescente onda de esforços para desenvolvimento também nas áreas de ensino, pesquisa e extensão.

O primeiro objetivo específico visava investigar elementos e estágios necessários para compor o modelo de avaliação da transformação para a sustentabilidade energética em universidades. Para tanto, três etapas metodológicas foram desenvolvidas. Com o auxílio da análise de conteúdo, foi possível identificar um grupo de ações que as universidades devem aplicar para contribuir para a sustentabilidade no contexto energético. Se destacam a implementação de medidas de eficiência energética, monitoramento e uso de energias renováveis no campus. A segunda etapa utilizada para atender esse objetivo consistiu no estudo de caso na Hamburg University of Applied Sciences, universidade com destaque na área de energia, principalmente pela existência de um centro de pesquisa em eficiência energética e energias renováveis. Durante o período de doutoramento sanduíche, a triangulação de informações coletadas por meio de observação, entrevistas e análise documental, possibilitou a descrição de elementos e estágios do modelo. Na terceira etapa, uma pesquisa exploratória internacional descreveu a situação da sustentabilidade energética em um grupo de universidades e possibilitou o melhor entendimento acerca dos estágios de transformação a serem considerados. Foi possível caracterizar a situação internacional em termos de o que é colocado em prática na sustentabilidade energética em universidades e ponderar a importância de cada elemento para a avaliação final do modelo.

A verificação da compreensão e abrangência do modelo consistiu no segundo objetivo específico, realizado por meio da sua validação em um grupo focal. Especialistas da área de sustentabilidade discutiram os elementos do modelo e sua classificação entre os estágios de transformação, permitindo o seu refinamento e direcionando os ajustes necessários a fim de gerar uma versão final clara, completa e objetiva. A versão final do Modelo de Transformação

para a Sustentabilidade Energética em Universidades – **UniTS-Energy**, possui 5 áreas (Operações, Pesquisa, Ensino, Extensão e Apoio Externo e ODS 7) e 18 elementos de avaliação. A transformação ocorre entre os estágios Inércia, Iniciante, Intermediário e Avançado, que em termos quantitativos, recebem pontuações de 0 a 3 com escalas crescentes de sustentabilidade para cada elemento.

O terceiro e último objetivo do modelo, que visava relatar o seu processo de aplicação e recomendar diretrizes para a avaliação do estágio de transformação, foi atendido por meio da avaliação do estágio atual da Universidade de Passo Fundo. O setor responsável pela gestão dos sistemas elétricos forneceu as respostas ao modelo e suas evidências, resultando em uma nota final de 1,75/3 para a universidade. Este valor classifica a instituição no estágio intermediário, com destaque para ações de retrofit, aquisição de energia por fontes renováveis e participação em redes internacionais de pesquisa. As menores pontuações foram indicadas nos itens relacionados a controle centralizado de aquecimento, resfriamento e iluminação, pesquisa na área de energia, alcance das atividades de extensão, oferta de treinamentos para professores e funcionários e, com o pior resultado, o elemento de recebimento de apoio externo.

A experiência com a Universidade de Passo Fundo apontou para alguns desafios na aplicação do modelo: o acesso às informações necessárias para seu preenchimento, a segregação dos setores e a importância de haver uma equipe de trabalho multisetorial, e a necessidade de aumentar a comunicação e o envolvimento da comunidade acadêmica. Em termos de potencialidades, se discutiu o desenvolvimento de um escritório com foco em iniciativas de sustentabilidade, principalmente com a participação de toda a comunidade universitária; a conexão com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para reforçar o papel da instituição no seu atendimento e o potencial desses objetivos em moldar uma universidade mais preparada para os desafios do futuro; maior engajamento com ações em comunidades locais; e, em um cenário pós-pandemia, explorar mais a fundo as possibilidades de módulos de ensino online e aprofundar o ensino sobre a sustentabilidade.

O Modelo **UniTS-Energy** é uma iniciativa inovadora de avaliar a sustentabilidade no ensino superior com foco em energia e de forma holística. Assim como muitas outras ferramentas, surge como possibilidade voluntária de aplicação, mas o panorama energético global e a urgência em contribuir para a ação climática pode levar a um cenário em que universidades serão cada vez mais cobradas a comprovar a sua contribuição para a sustentabilidade, seja por meio de participação em *rankings* específicos sobre o tema de sustentabilidade, como critério de avaliação institucional ou de seleção para oportunidades de cooperação. As diretrizes de aplicação do modelo envolvem a responsabilidade compartilhada

entre uma equipe multisetorial, com integrantes de todas as áreas administrativas (operações, ensino, pesquisa e extensão), a fim de favorecer a coleta de evidências e haver maior mobilização pela busca de resultados e pelo planejamento das ações de transformação pós-avaliação; o registro detalhado dos resultados obtidos, contribuindo para um histórico de transformação que gera aprendizado sobre os pontos a melhorar e indica aspectos que podem ser mais explorados; a forma como a ponderação dos elementos é feita e como o resultado é apresentado; a indicação de divulgação dos resultados para comunicar os avanços para a comunidade acadêmica; e a periodicidade anual de avaliação.

A avaliação do modelo serve como guia de ações: a universidade pode utilizá-lo para entender seu processo de transformação para a sustentabilidade e como roteiro de planejamento e implementação de práticas, visando não apenas maiores pontuações, mas percorrer um caminho de transformação que valorize todas as suas áreas de atuação e da sustentabilidade propriamente dita: com melhoria ambiental, contribuição social e resultados econômicos. A ideia de transformação implica em um processo institucional, holístico e coordenado entre todas as áreas, que levam à melhoria dos elementos avaliados mas também à um aprendizado e entendimento acerca dos pontos positivos a se explorar e dos desafios a superar.

O modelo focou em sustentabilidade energética e portanto a sua contribuição para o desenvolvimento sustentável é apresentada como tendo forte conexão com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7. Vale destacar, porém, que no momento em que universidades se veem participando de um processo de transformação para a sustentabilidade, a contribuição transversal para outros ODS ocorre naturalmente. De fato, a necessidade de envolvimento com outros objetivos é essencial, como por exemplo o ODS 4, referente à Educação de Qualidade, e o ODS 17, sobre Parcerias e Meios de Implementação.

A metodologia utilizada para o modelo **UniTS-Energy** pode servir como guia para o desenvolvimento de outros modelos para universidades, focando na avaliação de mais aspectos, como gestão de resíduos, água ou mobilidade, e permitindo a construção de uma família de modelos **UniTS**. Trabalhos futuros podem também investigar a utilização do modelo em outros setores, além de universidades. Os elementos a serem considerados e suas áreas de classificação irão diferir, mas o ponto de partida e contexto organizacional podem ser adaptados. Outra área com potencial para estudos futuros consiste no uso de *ranking* para avaliar e classificar um conjunto de universidades em relação ao seu estágio de transformação no modelo UniTS-Energy. Outros trabalhos podem investigar também a inclusão de aspectos quantitativos ao modelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGDAS, D. *et al.* Energy use assessment of educational buildings: Toward a campus-wide sustainable energy policy. **Sustainable Cities and Society**, v. 17, p.15-21, 2015.
- AGENDA 2030. **A Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. 2017. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br>. Acesso em: 7 jan. 2017.
- ALAWIN, A.A. *et al.* Renewable energy education in engineering schools in Jordan: Existing courses and level of awareness of senior students. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 65, p. 308-318, 2016.
- ALBAREDA-TIANA, S. *et al.* Implementing the sustainable development goals at University level. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 19, n. 3, p. 473-497, 2018.
- ALGHAMDI, N. *et al.* Assessment tools' indicators for sustainability in universities: an analytical overview. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 18, p. 84-115, 2017.
- ALSHEHRY, A. S.; BELLOUMI, M. Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth: The case of Saudi Arabia. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 41, p. 237-247, 2015.
- ALSHUWAIKHAT, H.M.; ABUBAKAR, I. An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 16, p.1777-1785, 2008.
- ALVES, J. E. D. Os 70 anos da ONU e a agenda global para o segundo quinquênio (2015-2030) do século XXI. **Revista Brasileira de estudos de população**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 587-598, 2015.
- AMARAL, A. R. *et al.* A review of empirical data of sustainability initiatives in university campus operations. **Journal of Cleaner Production**, v. 250, p. 119558, 2020.
- ANACIO, D. B. Designing Sustainable Consumption and Production Systems in Higher Education Institutions: The Case of Solid Waste Management. *In*: LEAL FILHO, W.; MIFSUD, M.; SHIEL, C.; PRETORIUS, R. (Eds.) **Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education**. Cham: Springer International Publishing, 2017, p. 3-25.
- APARICIO, N. A; LAI, C.; CHAN-HALBRENDT, C. “DOSSA”, highway to energy self-sustainability. **Applied Energy**, v. 97, p. 217-224, 2012.
- ARIS M.S.; BHASKORO P.T. Energy saving technique for cooling dominated academic building: Techno-economic analysis of its application. **Applied Energy**, v. 132, p. 192-199, 2014.

ARMIN RAZMJOO, A.; SUMPER, A.; DAVARPANA, A. Energy sustainability analysis based on SDGs for developing countries. **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects**, v. 42, n. 9, p. 1041-1056, 2020.

ARORA, N.K.; MISHRA, I. United Nations Sustainable Development Goals 2030 and environmental sustainability: race against time. **Environmental Sustainability**, v. 2, p. 339–342, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42398-019-00092-y>

ASDRUBALI, F. *et al.* Evaluation of green buildings' overall performance through in situ monitoring and simulations. **Energies**, v. 6, n. 12, p. 6525-6547, 2013.

AUA - ALTERNATIVE UNIVERSITY APPRAISAL. **AUA model for ESD in higher education institutions**, 2012. Disponível em: <http://sustain.oia.hokudai.ac.jp/aua/>. Acesso em: 15 jul. 2018.

AVILA, L. V. *et al.* Barriers, potentialities, and actions for implementation of sustainable energy procedures in Brazilian federal universities. **Environmental Quality Management**, v. 29, n. 2, p. 129-137, 2019.

BAKER-SHELLEY, A.; VAN ZEIJL-ROZEMA, A.; MARTENS, P. A conceptual synthesis of organisational transformation: How to diagnose, and navigate, pathways for sustainability at universities? **Journal of Cleaner Production**, v. 145, p. 262-276, 2017.

BAMBAWALE, M. J.; SOVACOO, B. K. India's energy security: a sample of business, government, civil society, and university perspectives. **Energy Policy**, v. 39, n. 3, p. 1254-1264, 2011.

BARBIER, E. B.; BURGESS, J. C. Sustainability and development after COVID-19. **World Development**, v. 135, p. 105082, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011. 229 p.

BERCHIN, I. I. *et al.* The importance of international conferences on sustainable development as higher education institutions' strategies to promote sustainability: A case study in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 756–772, 2018.

BEZERRA, D. B. Análise do potencial de conservação de energia elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro: sistemas de iluminação e ar condicionado. 2008. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/7386>. Acesso em: 10 jun. 2020.

BIRESSELIOGLU, M. E.; YELKENCI, T. Scrutinizing the causality relationships between prices, production and consumption of fossil fuels: A panel data approach. **Energy**, v. 102, p. 44-53, 2016.

BLOCH, H. *et al.* Economic growth with coal, oil and renewable energy consumption in China: Prospects for fuel substitution. **Economic Modelling**, v. 44, p. 104-115, 2015.

BOTHWELL, E. **Global Boom in Private Enrollments**. Times Higher Education. 2018. Disponível em: <https://www.insidehighered.com/news/2018/03/08/survey-finds-global-boom-private-higher-education-enrollments>. Acesso em: 29 set. 2020.

BRAUN-WANKE, K. Learning and Teaching for a Sustainable Future. *In*: LEAL FILHO, W.; AZEITEIRO, U. M.; ALVES, F.; MOLTHAN-HILL, P. (Eds). **Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education**. Cham: Springer International Publishing, 2017, p. 15-29.

BUNSE, K. *et al.* Integrating energy efficiency performance in production management—gap analysis between industrial needs and scientific literature. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, p. 667-679, 2011.

CAI, Y.; SAM, C. Y.; CHANG, T. Nexus between clean energy consumption, economic growth and CO2 emissions. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 1001-1011, 2018.

CAIADO, R. G. G. *et al.* Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency—A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 165, p. 890-904, 2017.

CARVALHO, M. G.; BONIFACION, M.; DECHAMPS, P. Building a low carbon society. **Energy**, v. 36, p. 1842–1847, 2011.

CARVALHO, P. G. M. de; BARCELLOS, F. C. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio-ODM: Uma avaliação crítica. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 5, n. 3, 2014.

CHOKOR, A. *et al.* Dual assessment framework to evaluate LEED-certified facilities' occupant satisfaction and energy performance: Macro and micro approaches. **Journal of Architectural Engineering**, v. 22, n. 4, p. 1-13, 2015.

CORPORATE SUSTAINABILITY SCORECARD. The four stages of sustainable transformation. 2018. Disponível em: <https://www.greenbiz.com/article/four-stages-sustainable-transformation>. Acesso em: 10 jun. 2018.

CORREIA, E.; CONDE, F.; NUNES, R.; VISEU, C. Students' perceptions of HEI regarding environmental sustainability—a comparative analysis. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 21, n. 4, p. 629-648, 2020.

COTANA, F. *et al.* Energy opportunities from lignocellulosic biomass for a biorefinery case study. **Energies**, v. 9, n. 9, p. 748-758, 2016.

DALMOLIN, B. M.; MORETTO C. M. (Orgs.). **Política de responsabilidade social 2013/2016**. Passo Fundo: UPF Editora, 2014.

DENYER, D.; TRANFIELD, D. Producing a Systematic Review. *In*: BUCHANAN; D.; BRYMAN, A. (Eds). **The Sage Handbook of Organizational Research Methods**. London: Sage, 2009, p. 671–689.

DESHA C.J.; HARGROVES K.C. Surveying the state of higher education in energy efficiency, in Australian engineering curriculum. **Journal of Cleaner Production**, v.18, n. 7, p. 652-658, 2010.

DGP/CNPq. Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil, 2020. Disponível em: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/3922419791759242>; <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8678862877336658>. Acesso em: 10 jul. 2020.

DISTERHEFT, A. **Participatory approaches in higher education's sustainability practices: a mixed-methods study leading to a proposal of a new assessment model**. 2015. 309 f. Tese (Doutorado). Universidade Aberta, Portugal, 2015.

DURRANS, B.; WHALE, J.; CALAIS, M. Benchmarking a sustainable energy engineering undergraduate degree against curriculum frameworks and pedagogy standards from industry and academia. **Energies**, v. 13, n. 4, p. 822, 2020.

EIA - Energy Information Administration. **International Energy Outlook 2019**. Washington, DC: U.S. Energy Information Administration, 2019. 85 p. Disponível em: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/ieo2019.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

ELLABBAN, O. *et al.* Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 39, p. 748-764, 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2020**: Ano base 2019. Relatório Síntese Final. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>. Acesso em: 10 ago. 2020.

EPA - United States Environmental Protection Agency. **Green Power Partnership Top 30 College & University**. United States Environmental Protection Agency, 2020. Disponível em: <https://www.epa.gov/greenpower/green-power-partnership-top-30-college-university>. Acesso em: 13 ago. 2020.

ERNST, L. *et al.* Sustainable urban transformation and sustainability transitions; conceptual framework and case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, n. 4, p. 2988-2999, 2016.

ESTRATÉGIA ODS. **Do que trata o ODS 7**. 2017. Disponível em: <http://www.estrategiaods.org.br/os-ods/ods7/>. Acesso em: 5 jan. 2017.

ETZION, D. *et al.* Unleashing sustainability transformations through robust action. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p.167-178, 2017.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE**, v. 15, n. 3, p. 667-681, 2017.

FERNÁNDEZ, M. *et al.* Methodological approaches to change consumption habits of future teachers in Barcelona, Spain: reducing their personal Ecological Footprint. **Journal of Cleaner Production**, v. 122, p. 154-163, 2016.

FIGUEREDO, F. R.; TSARENKO, Y. Is “being green” a determinant of participation in university sustainability initiatives?. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 14, n. 3, p. 242-253, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2011-0017>

FIOREZE, C., MCCOWAN, T. Community universities in the South of Brazil: prospects and challenges of a model of non-state public higher education. **Comparative Education**, v. 54, n. 3, p. 370-389, 2018.

FRANDOLOSO, M. A. L.; BRANDLI, L. L.; SCHEFFER, A. P. Avaliação do parque construído da Universidade de Passo Fundo-RS, com base na eco-eficiência: o consumo de energia e o conforto dos usuários. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 2, n. 2, p. 123-145, 2014.

FUTURE EARTH. **Future Earth Initial Design: Report of the Transition Team**. 2013. Paris: International Council for Science (ICSU).

GALVIN, D. *et al.* Building Climate Change Resilience in East African University Campuses. In: LEAL FILHO, W.; AZEITEIRO, U. M.; ALVES, F.; MOLTHAN-HILL, P. (Eds). **Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education**. Cham: Springer International Publishing, 2017, p. 367-387.

GASPARATOS, A., SCOLOBIG, A. Choosing the most appropriate sustainability assessment tool. **Ecological Economics**, v. 80, p. 1-7, 2012.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GLAVIČ, P.; LUKMAN, R., Review of sustainability terms and their definitions. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 18, p.1875-1885, 2007.

GODOY, A. S. Estudo de caso qualitativo. In: GODOI, C.; BANDEIRA-DE-MELLO, R.; SILVA, A.B. **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. São Paulo: Saraiva, 2006, p. 115-146.

GÓMEZ, F. **Adaptable model to assess sustainability in higher education: Application to five Chilean institutions**. (Dissertação de Mestrado). Pontifical Catholic University of Chile. 2013. Disponível em: http://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/1783/608595.pdf?sequence_1. Acesso em: 10 jan. 2018.

GÓMEZ, F. *et al.* Adaptable model for assessing sustainability in higher education. **Journal of Cleaner Production**, v. 107, p. 475-485, 2015.

GREEN METRIC. **UI's GreenMetric University sustainability ranking**, 2014. Disponível em: <http://greenmetric.ui.ac.id/>. Acesso em: 15 jul. 2018.

GREEN PLAN. **The green plan is not just green**, 2010. Disponível em: http://www.eauc.org.uk/theplatform/the_plan_vert_green_plan. Acesso em: 17 jul. 2018.

GÜNEY, T. Renewable energy, non-renewable energy and sustainable development. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 26, n. 5, p. 389-397, 2019.

HAIR Jr. *et al.* **Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAJER, M. *et al.* Beyond cockpit-ism: Four insights to enhance the transformative potential of the sustainable development goals. **Sustainability**, v. 7, n. 2, p.1651-1660, 2015.

HARVARD UNIVERSITY. **Harvard University Sustainability Plan Fiscal Year 2015 – 2020**. Cambridge, MA: Harvard, 2015. 40 p. Disponível em: <https://green.harvard.edu/sites/green.harvard.edu/files/Harvard%20Sustainability%20Plan-Web.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

HEDSTROM ASSOCIATES. Navigating the Sustainability Transformation. 2015. Disponível em: http://hedstromassociates.com/wp-content/uploads/2015/01/Navigating-the-Sustainability-Transformation_January-2015.pdf. Acesso em: 10 jun. 2018.

HO, Y. F. *et al.* Multi-objective programming model for energy conservation and renewable energy structure of a low carbon campus. **Energy and buildings**, v. 80, p. 461-468, 2014.

HOPE, A. Creating sustainable cities through knowledge exchange. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 17, n. 6, p. 796-811, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2015-0079>

IBRAHIM, M.; EL-ZAART, A.; ADAMS, C. Smart Sustainable Cities: A New Perspective on Transformation, Roadmap, and Framework Concepts. 2016. *In*: 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART CITIES, SYSTEMS, DEVICES AND TECHNOLOGIES, 2016, p. 8-14.

IBRAHIM, M.; EL-ZAART, A.; ADAMS, C. Smart Sustainable Cities roadmap: readiness for transformation towards urban sustainability. **Sustainable Cities and Society**, v. 37, p. 530-540, 2018.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy Technology Perspectives 2020**. [Paris: IEA], 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>. Acesso em: 21 set. 2020.

ISLAR, M. *et al.* Feasibility of energy justice: Exploring national and local efforts for energy development in Nepal. **Energy Policy**, v. 105, p. 668-676, 2017.

IUSDRP. Inter-University Sustainable Development Research Programme. **Current members**, 2017. Disponível em: <https://www.haw-hamburg.de/en/ftz-nk/programmes/iusdrp/>. Acesso em: 20 ago. 2019.

JAIN, S. *et al.* Fostering sustainability through education, research and practice: a case study of TERI University. **Journal of Cleaner Production**, v. 61, p. 20–24, 2013.

KALKAN, N. *et al.* A renewable energy solution for Highfield Campus of University of Southampton. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 6, p. 2940–2959, 2011.

KAMAL, A.; ASMUSS, M. Benchmarking tools for assessing and tracking sustainability in higher education institutions: Identifying an effective tool for University of Saskatchewan. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 14, n. 4, p. 449-465, 2013.

KAPLOWITZ, M. D. *et al.* Energy conservation attitudes, knowledge, and behaviors in science laboratories. **Energy policy**, v. 50, p. 581–591, 2012.

KASMAN, A.; DUMAN, Y. S. CO₂ emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: a panel data analysis. **Economic Modelling**, v. 44, p. 97-103, 2015.

KELLY, A. F.; MULROONEY, H. M. Student perceptions of belonging at university: a qualitative perspective. **New Directions in the Teaching of Physical Sciences**, n. 14, 2019.

KOLOKOTSA, D. *et al.* Development of a web based energy management system for University Campuses: The CAMP-IT platform. **Energy and Buildings**, v. 123, p. 119–135, 2016.

KOSTEVŠEK, A. *et al.* The concept of an ecosystem model to support the transformation to sustainable energy systems. **Applied Energy**, v. 184, p.1460-1469, 2016.

KRAMERS, A. *et al.* Smart sustainable cities–Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. **Environmental Modelling & Software**, v. 56, p. 52-62, 2014.

KRUEGER, R.A.; CASEY, M.A. **Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research** (3 ed.). Thousand Oaks: SAGE, 2000.

LAU, E.T. *et al.* Modelling carbon emissions in electric systems. **Energy Conversion and Management**, v. 80, p. 573–581, 2014.

LE QUÉRÉ, C. *et al.* Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. **Nature Climate Change**, v. 10, p. 647–653, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0797-x>

LEAL FILHO, W. About the role of universities and their contribution to sustainable development. **Higher Education Policy**, v. 24, n. 4, p. 427-438, 2011.

LEAL FILHO, W. *et al.* Identifying and overcoming obstacles to the implementation of sustainable development at universities. **Journal of Integrative Environmental Sciences**, v. 14, p. 93-108, 2017.

LEAL FILHO, W. *et al.* Implementing climate change research at universities: Barriers, potential and actions. **Journal of Cleaner Production**, v. 170, p. 269-277, 2018.

LEAL FILHO, W. *et al.* A comparative study of approaches towards energy efficiency and renewable energy use at higher education institutions. **Journal of Cleaner Production**, v. 237, p. 117728, 2019a.

LEAL FILHO, W. *et al.* Sustainable Development Goals and sustainability teaching at universities: Falling behind or getting ahead of the pack? **Journal of Cleaner Production**, v. 232, p. 285-294, 2019b.

LEAL FILHO, W. *et al.* The role of higher education institutions in sustainability initiatives at the local level. **Journal of Cleaner Production**, v. 233, p. 1004-1015, 2019c.

LEAL FILHO, W. *et al.* The role of green and Sustainability Offices in fostering sustainability efforts at higher education institutions. **Journal of Cleaner Production**, v. 232, p. 1394-1401, 2019d.

LEAL FILHO, W. *et al.* COVID-19 and the UN sustainable development goals: threat to solidarity or an opportunity?. **Sustainability**, v. 12, n. 13, p. 5343, 2020.

LEE, H.; BIROL, F. **Energy is at the heart of the solution to the climate challenge**. IPCC, 2020. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/2020/07/31/energy-climatechallenge/>. Acesso em 13 ago. 2020.

LEE, J. *et al.* Economic feasibility of campus-wide photovoltaic systems in New England. **Renewable Energy**, v. 99, p. 452–464, 2016.

LI, P.; ZHANG, J. Is China's energy supply sustainable? New research model based on the exponential smoothing and GM (1, 1) methods. **Energies**, v. 12, n. 2, p. 236, 2019.

LIPSCHUTZ, R. D.; DE WIT, D.; LEHMANN, M. Sustainable Cities, Sustainable Universities: Re-Engineering the Campus of Today for the World of Tomorrow. *In*: LEAL FILHO, W.; SKANAVIS, C.; PAÇO, A.; ROGERS, J.; KUZNETSOVA, O.; CASTRO, P. (Eds). **Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education**. Cham: Springer International Publishing, 2017, p. 3-16.

LOORBACH, D. A. **Transition Management: new mode of governance for sustainable development**. 2007. 328 f. Tese (Doutorado). University Rotterdam. International Books, Utrecht, 2007.

LOZANO, R. A tool for a Graphical Assessment of Sustainability in Universities (GASU). **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 963-972, 2006.

LOZANO, R. *et al.* A review of commitment and implementation of Sustainable Development in Higher Education: Results from a worldwide survey. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 1-18, 2015.

LU, G. Y.; WONG, D. W. An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique. **Computers & Geosciences**, v. 34, n. 9, p. 1044-1055, 2008.

LUND, H. *et al.* 4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. **Energy**, v. 68, p. 1-11, 2014.

MAGALHÃES, L. C. Orientações Gerais para Conservação de Energia Elétrica em Prédios Públicos. **ELETROBRÁS – PROCEL**. Brasília, p. 53, 2001.

MARTINS, M.D.F.; CÂNDIDO, G.A. Modelo de avaliação do nível de sustentabilidade urbana: proposta para as cidades brasileiras. **URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 3, p.397-410, 2015.

MAWONDE, A.; TOGO, M. Implementation of SDGs at the University of South Africa. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 20, n. 5, p. 932-950, 2019.

MBAH, M. Can local knowledge make the difference? Rethinking universities' community engagement and prospect for sustainable community development. **The Journal of Environmental Education**, v. 50, n. 1, p. 11-22, 2019.

McCOLLUM, D. *et al.* SDG 7: Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all. International Council for Science, Paris, 2017. Disponível em: <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/14621/1/SDGs-interactions-7-clean-energy.pdf>. Acesso em: 12 maio 2019.

McCOWAN, T. Higher Education For and Beyond the Sustainable Development Goals. London: *Palgrave Macmillan*, 2019. 359 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-19597-7>

MILLS, B.; SCHLEICH, J. Residential energy-efficient technology adoption, energy conservation, knowledge, and attitudes: An analysis of European countries. **Energy Policy**, v. 49, p. 616–628, 2012.

MOHAMADABADI, H. S. *et al.* Development of a multi-criteria assessment model for ranking of renewable and non-renewable transportation fuel vehicles. **Energy**, v. 34, p. 112-125, 2009.

MOHAMMADALIZADEHKORDE, M., WEAVER, R. Universities as models of sustainable energy-consuming communities? Review of selected literature. **Sustainability**, v. 10, n. 9, p. 3250, 2018.

MOLTHAN-HILL, P. *et al.* Climate change education for universities: A conceptual framework from an international study. **Journal of Cleaner Production**, v. 226, p. 1092-1101, 2019.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 9, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOUSA, A. A Business approach for transformation to sustainable construction: an implementation on a developing country. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 101, p. 9-19, 2015.

MOZZATO, A.R; GRZYBOVSKI, D. Análise de Conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea - RAC**, Curitiba, 2011.

MUÑOZ-SUÁREZ, M.; GUADALAJARA, N.; OSCA, J. M. A Comparative Analysis between Global University Rankings and Environmental Sustainability of Universities. **Sustainability**, v. 12, n. 14, p. 5759, 2020.

MYTAFIDES, C.K.; DIMOUDI, A.; ZORAS, S. Transformation of a university building into a zero energy building in Mediterranean climate. **Energy and Buildings**, v. 155, p. 98-114, 2017.

NERINI, F. F. et al. Mapping synergies and trade-offs between energy and the Sustainable Development Goals. **Nature Energy**, v. 3, n. 1, p. 10-15, 2018.

NHAMO, G. *et al.* **SDG7-Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable, and Modern Energy**. Bingley: Emerald Group Publishing, 2020.

NRCAN. **Energy management training primer**. Canada: Natural Resources Canada's Office of Energy Efficiency, 2016. Disponível em: www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeefiles/pdf/publications/commercial/EMT_Primer_en.pdf. Acesso em: 21 maio, 2020.

NTANOS, S. *et al.* Renewable energy and economic growth: Evidence from European countries. **Sustainability**, v. 10, n. 8, p. 2626, 2018.

NUNOO E.K.; MARIWAH S.; SHAFIC SULEMAN S. Energy Efficiency Processes and Sustainable Development in HEIs. *In*: Leal Filho W. (eds) **Encyclopedia of Sustainability in Higher Education**. Cham: Springer, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-11352-0_425

OLAWUMI, T. O.; CHAN, D. W. M. A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, p. 231-250, 2018.

ØSTERGAARD, P. A. *et al.* Sustainable development using renewable energy technology. **Renewable Energy**, v. 146, p. 2430-2437, 2020.

OWUSU, P. A.; ASUMADU-SARKODIE, S. A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. **Cogent Engineering**, v. 3, n. 1, p. 1167990, 2016.

OYEDEPO, S. O. Towards achieving energy for sustainable development in Nigeria. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 34, p. 255-272, 2014.

PALETTA, A.; BONOLI, A. Governing the university in the perspective of the United Nations 2030 Agenda. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 20, n. 3, p. 500-514, 2019.

PATTERSON, J. *et al.* Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 24, p. 1-16, 2017.

PICKETT, S. T. A. *et al.* Ecological science and transformation to the sustainable city. **Cities**, 32, p. S10-S20, 2013.

PNUD. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2017. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/post-2015.html>. Acesso em: 17 jul. 2017.

PODSAKOFF P.M. *et al.* The influence of management journals in the 1980 and 1990. **Strategic Management Journal**, v. 26, n. 5, p. 473–488, 2005.

POTHITOU, M. *et al.* Linking energy behaviour, attitude and habits with environmental predisposition and knowledge. **International Journal of Sustainable Energy**, v. 36, n. 4, p. 398–414, 2017.

PRADHAN, P. *et al.* A systematic study of Sustainable Development Goal (SDG) interactions. **Earth's Future**, v. 5, n. 11, p. 1169-1179, 2017.

PRINDLE, B. *et al.* The twin pillars of sustainable energy: synergies between energy efficiency and renewable energy technology and policy. [Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE)]. 2007. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.545.4606&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

RATAJCZYK, N. *et al.* University's multi-scale initiatives for redefining city development. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 18, n. 1, p. 50-62, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2015-0089>

RAZAK, D. A. **Alternative university appraisal (AUA): reconstructing universities' ranking and rating toward a sustainable future**. In: Sustainability Assessment Tools in Higher Education Institutions. Cham: Springer, 2013, p. 139-154.

REBELATTO, B. G. *et al.* Energy efficiency actions at a Brazilian university and their contribution to sustainable development Goal 7. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 20, n. 5, p. 842-855, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2019-0023>

RIBEIRO, J. M. P. *et al.* Identifying and Overcoming Communication Obstacles to the Implementation of Green Actions at Universities: A Case Study of Sustainable Energy Initiatives in South Brazil. In: Leal Filho W. *et al.* (eds) **Universities as Living Labs for Sustainable Development**. Cham: Springer, 2020, p. 103-119. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15604-6_7

ROORDA, N., *et al.* AISHE 2.0 manual: assessment instrument for sustainability in higher education, Edition 2.0., 2009. Disponível em: https://www.duurzaambo.nl/images/pdf/AISHE_2.0_Manual_-_2nd_draft.pdf. Acesso em 10 jul. 2018.

ROOTABILITY. **University Sustainability Assessment Framework**. 2017. Disponível em: <http://rootability.com/greenoffices/assessment/>. Acesso em: jan. 2019.

RUIZ-RIVAS, U. *et al.* Energy engineering curricula for sustainable development, considering underserved areas. **Journal of Cleaner Production**, v. 258, p. 120960, 2020.

SACHS, J. *et al.* **Sustainable Development Report 2019**. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), 478 p., 2019.

SACHS, J. *et al.* **The Sustainable Development Goals and COVID-19**. Sustainable Development Report 2020. Cambridge: Cambridge University Press, 520 p., 2020.

SADINENI, S.B.; ATALLAH, F.; BOEHM, R.F. Impact of roof integrated PV orientation on the residential electricity peak demand. **Applied Energy**, v. 92, p. 204-210, 2012.

SALEM, M.R. *et al.* Experimental investigation of the performance of a hybrid photovoltaic/thermal solar system using aluminium cooling plate with straight and helical channels. **Solar Energy**, v. 157, p. 147-156, 2017.

SALVIA A.L. Energy Research and Its Contribution to Sustainable Development Goal 7. *In*: LEAL FILHO W., AZUL A., BRANDLI L., SALVIA A. L., Wall T. (eds). **Affordable and Clean Energy. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals**. Cham: Springer, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-71057-0_4-1

SALVIA A.L.; BRANDLI L.L. Energy Sustainability at Universities and Its Contribution to SDG 7: A Systematic Literature Review. *In*: LEAL FILHO W., SALVIA, A.L., PRETORIUS, R., BRANDLI, L.L., MANOLAS, E., ALVES, F., AZEITEIRO, U., ROGERS, J., SHIEL, C., PAÇO, A. (eds.). **Universities as Living Labs for Sustainable Development**. Cham: Springer, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15604-6_3

SALVIA A.L.; SCHNEIDER L.L. Overall Energy Efficiency and Sustainable Development. *In*: Leal Filho W. (ed.). **Encyclopedia of Sustainability in Higher Education**. Cham: Springer, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63951-2_463-1

SALVIA, A. L. *et al.* Analysis of energy consumption and efficiency at University of Passo Fundo—Brazil. *In*: LEAL FILHO, W., FRANKENBERGER, F., IGLECIAS, P., MÜLFARTH, R.C.K. (eds.). **Towards Green Campus Operations** (pp. 519-533). Cham: Springer, 2018, p. 519-533. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-76885-4_35

SALVIA, A.L. *et al.* **Teacher's Handbook on SDG 7**, The digital introduction of the Sustainable Development Goals (SDGs) into Higher Education Teaching. 2019. Disponível em: <https://dl4sd.org/course/view.php?id=4>. Acesso em: 29 out. 2019.

SALVIA, A. L. *et al.* Energy sustainability in teaching and outreach initiatives and the contribution to the 2030 Agenda. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2020-0180>

SAMPAIO, G. A.; FERREIRA, W. R.; BAHIA, E. T.; HENKES, J. A. Fontes renováveis: análise dinâmica de sistemas aplicada à matriz energética do Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 438-459, 2020.

SCAS. **Sustainable campus assessment system**, 2014. Disponível em: http://www.eauc.org.uk/theplatform/sustainable_campus_assessment_system. Acesso em: 10 jul. 2018.

SCHULZE, M. *et al.* Energy management in industry—a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 3692–3708, 2016.

SCOULLOS, M. *et al.* Learning for and about sustainability in higher education—a regional perspective based on experiences from the Baltic and the Mediterranean. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 18, n. 6, p. 877-893, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-03-2016-0056>

SDSN. **Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector.** Australia, New Zealand and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network – Australia/Pacific, Melbourne. 2017. Disponível em: http://ap-unsdsn.org/wp-content/uploads/2017/08/University-SDG-Guide_web.pdf. Acesso em: 28 mar. 2018.

SDSN. **Accelerating Education for the SDGs in Universities: A guide for universities, colleges, and tertiary and higher education institutions.** New York: Sustainable Development Solutions Network (SDSN). 2020. Disponível em: <https://www.unsdsn.org/accelerating-education-for-the-sdgs-in-universities>. Acesso em: 23 set. 2020.

SESANA, M. M. *et al.* Methodology of energy efficient building refurbishment: Application on two university campus-building case studies in Italy with engineering students. **Journal of Building Engineering**, v. 6, p. 54–64, 2016.

SHIEL, C. *et al.* Evaluating the engagement of universities in capacity building for sustainable development in local communities. **Evaluation and Program Planning**, v. 54, p. 123-134, 2016.

SHRIBERG, M. Institutional assessment tools for sustainability in higher education: strengths, weaknesses, and implications for practice and theory. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 3, n. 3, p. 254-270, 2002.

SIEMENS. **Hamburg University of Applied Sciences.** [s.d.] Disponível em: <https://new.siemens.com/global/en/products/buildings/references/hamburg-university-of-applied-sciences.html>. Acesso em: 26 jun. 2019.

SINAKOU, E. *et al.* Academics in the field of Education for Sustainable Development: Their conceptions of sustainable development. **Journal of Cleaner Production**, v. 184, p. 321-332, 2018.

STALLER, H. *et al.* + ERS—Plus Energy Network Reininghaus Süd: A pilot project towards an energy self-sufficient urban district. **Energy and Buildings**, v. 115, p. 138–147, 2016.

STARS. Technical manual 2.0, 2014. Disponível em: <https://stars.aashe.org/pages/about/technical-manual.html>. Acesso em: 10 jul. 2018.

THE. **World University Rankings 2021**. Times Higher Education. 2020. Disponível em: https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2021/world-ranking#!/page/0/length/-1/sort_by/stats_number_students/sort_order/asc/cols/stats. Acesso em: 29 set. 2020.

TOAKLEY, A. R.; ARONI, S. The challenge of sustainable development and the role of universities. **Higher Education Policy**, v. 11, n. 4, p. 331-346, 1998.

TOGO, M.; LOTZ-SISITKA, H. Unit Based Sustainability Assessment Tool, 2009.

Disponível em:

http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11283/USAT_tool.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 10 jul. 2018.

TRAD, L. A. B. Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 19, n. 3, p. 777-796, 2009.

ULSF - UNIVERSITY LEADERS FOR A SUSTAINABLE FUTURE. **Sustainability Assessment Questionnaire for Colleges and Universities (SAQ)**, 2009. Disponível em: www.ulsf.org/programs_saq.html. Acesso em: 20 jul. 2018.

UNACHUKWU, G. O. Energy savings opportunities at the University of Nigeria, Nsukka. **Journal of Energy in Southern Africa**, v. 21, p. 2-10, 2010.

UNDP. **Glossário de termos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7: Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos**. 2018. Disponível em:

<https://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS/Gloss%C3%A1rio%20ODS%207.pdf>. Acesso em: 10 out 2019.

UNESCAP. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. **Transformations for Sustainable Development: Promoting Environmental Sustainability in Asia and the Pacific**, 2016. Disponível em:

<http://www.unescap.org/sites/default/files/Full%20report.pdf>. Acesso em 20 jan. 2018.

UNESCO. **Education 2030**. Incheon Declaration. Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all. World Education Forum, Republic of Korea, 2015. Disponível em:

http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/ED/pdf/FFA_Complet_Web-ENG.pdf. Acesso em: 13 jan. 2018.

UNITED NATIONS. **Global Sustainable Development Report 2016**. New York: Department of Economic and Social Affairs, 2016a. Disponível em:

<http://sdgindex.org/download/>. Acesso em: 21 out. 2017.

UNITED NATIONS. **United Nations Statistics Division: Goal 7**. 2016b. Disponível em:

<http://unstats.un.org/sdgs/files/metadata-compilation/Metadata-Goal-7.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2017.

UNITED NATIONS. **Report of the Secretary-General on SDG Progress 2019 Special Edition**, 2019a. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24978Report_of_the_SG_on_SDG_Progress_2019.pdf. Acesso em: 15 jul. 2020.

UNITED NATIONS. **Decade of Action**. 2019b. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/decade-of-action/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

UNITED NATIONS. **The Sustainable Development Goals Report 2020**. 2020. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>. Acesso em: 10 set 2020.

UNIVERSITY OF WASHINGTON BOTHELL. **Sustainability Action Plan**. [s.d.] Disponível em: <https://www.uwb.edu/sustainability/sustainability-action-plan>. Acesso em: 30 ago. 2019.

UNRISD (United Nations Research Institute for Social Development). **Understanding Transformation for Sustainable Development**. 2016. Disponível em: <http://www.unrisd.org/flagship2016-chapter1>. Acesso em: 30 abr. 2018.

UPF. **Exposição apresenta os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030**. 2018. Disponível em: <https://www.upf.br/noticia/exposicao-apresenta-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-agenda-2030#:~:text=A%20Universidade%20de%20Passo%20Fundo,crescimento%20econ%C3%B4mico%2C%20inclus%C3%A3o%20social%20e>. Acesso em: 5 jul. 2020.

UPF. **Projeto de revitalização da iluminação externa contempla o Campus I da UPF**. 2019a. Disponível em: <https://www.upf.br/noticia/projeto-de-revitalizacao-da-iluminacao-externa-contempla-o-campus-i-da-upf>. Acesso em: 5 jul. 2020.

UPF. **Um ano gerando energia renovável**. 2019b. Disponível em: <https://www.upf.br/noticia/um-ano-gerando-energia-renovavel>. Acesso em: 5 jul. 2020.

UPF. **FUPF recebe certificação pela utilização de energia de fonte renovável**. 2019c. Disponível em: <https://www.upf.br/noticia/fupf-recebe-certificacao-pela-utilizacao-de-energia-de-fonte-renovavel>. Acesso em: 5 jul. 2020.

UPF. **UPF em números**. 2020a. Disponível em: <https://www.upf.br/estude-na-upf/apresentacao/upf-em-numeros>. Acesso em: 1 jul. 2020.

UPF. **Extensão - Programas e projetos - Projeto Green Energy**. 2020b. Disponível em: <https://www.upf.br/fear/curso/engenharia-eletrica/extensao/projeto-green-energy>. Acesso em: 5 jul. 2020.

UPF. **Dia Mundial do Ensino Sobre o Desenvolvimento Sustentável 2020**. 2020c. Disponível em: <https://www.upf.br/comunicacao/agenda/detalhe/dia-mundial-do-ensino-sobre-o-desenvolvimento-sustentavel-2020>. Acesso em: 5 jul. 2020.

UPF. **Divisão de Infraestrutura e Logística** - Setor de Sistemas Elétricos. [s.d.] Disponível em: <https://www.upf.br/a-universidade/vice-reitoria-administrativa/estrutura-organizacional/divisao-de-infraestrutura-e-logistica>. Acesso em: 5 jul. 2020.

VALLAEYS, François. O que significa responsabilidade social universitária? **Revista da Associação de Mantenedores de Ensino Superior**, n. 36, p. 35-56, 2006.

VAN DEN BERGH, J. C.; TRUFFER, B.; KALLIS, G. Environmental innovation and societal transitions: Introduction and overview. **Environmental innovation and societal transitions**, v.1, n. 1, p. 1-23, 2011.

VAN VUUREN, D.P. *et al.* An energy vision: the transformation towards sustainability—interconnected challenges and solutions. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 4, p.18-34, 2012.

VELAZQUEZ, L. *et al.* Sustainable university: what can be the matter? **Journal of Cleaner Production**, v. 19, p. 810-819, 2006.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

VOLPATO, G. L. Método lógico para redação científica. Botucatu: Best Writing, 2011.

WADIN, J. L.; AHLGREN, K.; BENGTSSON, L. Joint business model innovation for sustainable transformation of industries—A large multinational utility in alliance with a small solar energy company. **Journal of Cleaner Production**, v. 160, p.139-150, 2017.

WCED. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**, UN Documents: Gathering a Body of Global Agreements, 1987.

WEI, Y.-M. *et al.* Effects of Clean and Renewable Energy on National Energy Security. **Energy Economics**, p. 253-270, 2019. <https://doi.org/10.1108/978-1-83867-293-520191010>

WESTERN UNIVERSITY. Creating a Sustainable Western Experience: 10-Year Goals & 5-Year Outcomes for Sustainability. 2012. Disponível em: <https://sustainability.uwo.ca/documents/strategy/SustainableWesternExperience.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019..

WITHYCOMBE KEELER, L. *et al.* Transferring sustainability solutions across contexts through city–university partnerships. **Sustainability**, v. 10, n. 9, p. 2966, 2018.

WORLD BANK GROUP. **Implementing the 2030 Agenda**: 2018 update. 2018. Disponível em: <http://pubdocs.worldbank.org/en/893311531748303554/2030Agenda-2018Update-July-19.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

WORLD BANK. **Energy Efficiency for Sustainable Development: Scale Up Strategy and Action Plan**. Washington, DC., 2007.

WORLD ENERGY COUNCIL. World Energy Resources 2016. 2016. Disponível em: <https://www.worldenergy.org/publications/2016/world-energy-resources-2016/>. Acesso em: 10 nov. 2017.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YUNUS, A. P., MASAGO, Y., HIJIOKA, Y. COVID-19 and surface water quality: Improved lake water quality during the lockdown. **Science of The Total Environment**, v.731, p. 139012, 2020.

ZAMCOPÉ, F. C. *et al.* Construção de um modelo para avaliação da sustentabilidade corporativa: um estudo de caso na indústria têxtil. **Revista Gestão e Produção**, v. 19, n. 2, p. 303-321, 2012.

APÊNDICE A
QUESTIONÁRIO PRELIMINAR PARA PESQUISA EXPLORATÓRIA

Energy Actions at Universities

A. Your Country:

B. Your University:

C. Total number of enrolled students:

- up to 10,000 students
- Between 10 and 20 thousand students
- Between 20 and 30 thousand students
- More than 40 thousand students

D. The university is classified as:

- Public HEI
- Private HEI

E. Your role in the university (job title):

Energy Efficiency Practices

1. To what extent does your university replace conventional appliances for energy efficient ones?

- Not at all Some Quite a bit A lot

2. To what extent does your university apply energy conservation practices (including lighting, heating, cooling, ventilation, windows...)?

- Not at all Some Quite a bit A lot

3. To what extent does your university value natural lighting and use more efficient lamps?

- Not at all Some Quite a bit A lot

4. To what extent does your university apply centralized control systems to control off-hour heating, cooling, and lighting across the campus?

- Not at all Some Quite a bit A lot

5. Does your university apply any other practice related to energy efficiency? If so, which is it?

Monitoring

6. To what extent does your university monitor energy consumption and its cost?

- Not at all Some Quite a bit A lot

7. To what extent does your university monitor total direct energy consumption (electric, gas, diesel) per gross floor area?

- Not at all Some Quite a bit A lot

8. To what extent does your university monitor energy consumption per source (on site renewable or others)?

- Not at all Some Quite a bit A lot

9. To what extent does your university monitor other indirect energy use and implications, such as organisational travel and product lifecycle management?

- Not at all Some Quite a bit A lot

10. Does your university apply any other practice related to energy monitoring? If so, which is it?

Renewable Energy

11. To what extent does your university generate electricity from clean and renewable energy sources on campus?

Not at all Some Quite a bit A lot

12. Which sources are used?

13. To what extent does your university use renewable sources for non-electric, on site energy generation?

Not at all Some Quite a bit A lot

14. To what extent does your university catalyze the development of off-site clean and renewable energy sources?

Not at all Some Quite a bit A lot

15. To what extent does your university purchase environmental attributes of electricity in the form of Renewable Energy Certificates (RECs) or other similar renewable energy products certified or verified by a third party?

Not at all Some Quite a bit A lot

16. To what extent does your university purchase renewable electricity through the institution's electric utility through a certified green power purchasing option?

Not at all Some Quite a bit A lot

17. Is there any other renewable energy action that your university apply? If so, which is it?

Energy-efficient buildings

18. To what extent does your university implement energy performance criteria into buildings specifications?

Not at all Some Quite a bit A lot

19. To what extent does your university implement a construction and renovation policy?

Not at all Some Quite a bit A lot

20. To what extent does your university implement elements of green building?

- Not at all Some Quite a bit A lot

21. Which elements are implemented? Are there any other actions for energy-efficient buildings being applied?

Reducing Greenhouse Gas Emissions

22. To what extent does your university use alternative fuels on campus?

- Not at all Some Quite a bit A lot

23. To what extent does your university have emission control devices?

- Not at all Some Quite a bit A lot

24. To what extent does your university have a programme focused on reducing Greenhouse Gas Emissions?

- Not at all Some Quite a bit A lot

25. To what extent does your university monitor its Carbon Footprint?

- Not at all Some Quite a bit A lot

26. Is there any other action on reducing Greenhouse Gas Emissions being applied in your university? If so, which is it?

Policy on energy conservation

27. To what extent does your university have a policy focused on energy efficiency?

- Not at all Some Quite a bit A lot

28. To what extent does your university have a Sustainable Procurement?

- Not at all Some Quite a bit A lot

29. To what extent does your university employ Life Cycle Cost Analysis as a matter of policy and practice when evaluating energy using products, systems and building components?

Not at all Some Quite a bit A lot

30. To what extent does your university employ Life Cycle Cost Analysis as a matter of policy and practice when evaluating energy using products, systems and building components?

Not at all Some Quite a bit A lot

Research

31. To what extent does your university have research in the area of energy?

Not at all Some Quite a bit A lot

32. Which are the researched topics? (e.g. renewable energy, energy efficiency, SDG 7...)

Teaching

33. To what extent does your university include energy sustainability as a subject in teaching, courses and curriculum?

Not at all Some Quite a bit A lot

34. To what extent does your university provide courses/workshops on energy efficiency also for employees and professors?

Not at all Some Quite a bit A lot

35. Is there any other teaching action your university applies in the energy context? If so, which is it?

Extension

36. To what extent does your university have extension activities related to energy?

Not at all Some Quite a bit A lot

37. Which activities are developed?

Energy Office

38. To what extent does your university have a well-established Energy Office?

Not at all Some Quite a bit A lot

Final Section

There are other actions performed by your university that contribute to energy efficiency and sustainability?

Consider a model to assess transformations to energy sustainability at universities. In your opinion, are there other actions that should be evaluated?

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO FINAL PARA PESQUISA EXPLORATÓRIA

Energy Actions at Higher Education Institutions

This survey intends to assess the extent to which HEIs are investing in energy sustainability. There are 20 questions divided in 5 sections: Campus Operations, Research, Outreach, Teaching and a last one focused in External support and SDG 7. The survey takes around 10 minutes to complete. Your contribution to this research is very much appreciated! Thank you for your contribution.

A. Your university:

B. Country of your university:

C. Total number of enrolled students:

- Up to 5,000 students
- Between 5,001 and 10,000 students
- Between 10,001 and 20,000 students
- More than 20,001 students

D. The university is classified as:

- Public Higher Education Institution
- Private Higher Education Institution

Section 1 – Campus Operations

Energy Efficiency practices

1. To what extent does your university use more efficient lamps (e.g. LED lamps)?

- Not at all
- Some (<30% of classrooms/offices or buildings use efficient lamps)
- Quite a bit (30% to 70% of classrooms/offices or buildings use efficient lamps)
- A lot (>70% of classrooms/offices or buildings use efficient lamps)

2. To what extent does your university apply centralized control systems to control off-hour heating, cooling, and/or lighting within buildings?

- Not at all
- Some (<30% of the systems on campus)
- Quite a bit (30% to 70% of the systems on campus)
- A lot (70% of the systems on campus)

3. To what extent does your university have a policy/plan focused on energy efficiency?

- Not at all
- Some (energy is somehow included in the university environmental policy)
- Quite a bit (energy is somehow included in the university sustainable development policy)
- A lot (there is a specific Energy Policy or Energy Plan)

Space for comments:

Monitoring

4. To what extent does your university monitor energy consumption and its costs?

- Not at all
- Some (bill analysis only)
- Quite a bit (bill analysis and use of a group of energy efficiency indicators)
- A lot (bill analysis, use of indicators and data published regularly for the academic community)

Space for comments:

Renewable Energy

5. To what extent does your university generate electricity from clean and renewable energy sources on campus?

- Not at all
- Some (renewable energy on campus is basically for educational purposes - it generates less than 1% of the total electricity consumption)
- Quite a bit (renewable energy on campus generates between 1-5% of the total electricity consumption)
- A lot (renewable energy on campus generates more than 5% of the total electricity consumption)

Space for comments:

Energy-efficient buildings

6. To what extent does your university implement retrofit in existing buildings?

- Not at all
- Some (retrofit policy under development)
- Quite a bit (university has been retrofitting some buildings for less than 5 years)
- A lot (university has been retrofitting some buildings for more than 5 years)

Space for comments:

Reducing Greenhouse Gas Emissions

7. To what extent does your university apply bike-sharing program on campus?

- Not at all
- Some (program/plan under development)
- Quite a bit (program implemented for less than 5 years)
- A lot (program/plan implemented for more than 5 years)

8. To what extent does your university have climate change considered in its plans/policies?

- Not at all
- Some (plan/policies are in process of revision in order to include climate change issues)
- Quite a bit (general plan/policies include climate change issues)
- A lot (the university has a specific Climate Change Action Plan)

Space for comments:

Energy Management Office

9. To what extent does your university manage/handle energy monitoring and practices?

- Not at all (no Energy Management Office and/or energy is not part of any facility management sector)
- Some (energy is only part of some Facility Management)
- Quite a bit (there is an Energy Management Office)

- A lot (there is a Sustainability Office, which handles energy practices among other sustainability aspects)

Space for comments:

Section 2 – Research

10. To what extent does your university have research in the energy area?

- Not at all
 Some (the university has research group(s) involved in the area of energy)
 Quite a bit (the university has research centre(s) involved in the area of energy)
 A lot (the university has a specific research centre(s) for energy)

Space for comments:

Section 3 – Outreach

11. To what extent does your university have extension/outreach activities (activities that provide a link between the university and the community or other external audiences - such as training courses, symposia, day events, etc.) related to energy?

- Not at all
 Some (isolated and non-periodical activities performed either by the university or some professors/researchers)
 Quite a bit (there is an implemented and regular activity organized by some professors/researchers)
 A lot (there is an implemented and regular activity organized by the university management)

Space for comments:

Section 4 – Teaching

12. To what extent does your university include energy sustainability (energy efficiency & renewable energy) as a subject in teaching, courses and curriculum?

- Not at all
- Some (only energy related courses officially study this topic)
- Quite a bit (other courses also have disciplines which discuss sustainability)
- A lot (sustainability is officially integrated in the curriculum of all courses)

13. To what extent does your university provide courses/workshops on energy sustainability also for employees and professors?

- Not at all
- Some (occasionally there are courses related to environmental education on campus, which may include energy topics)
- Quite a bit (frequently there are courses related to environmental education on campus, which may include energy topics)
- A lot (regularly there are courses related to environmental education on campus, which include energy topics)

Space for comments:

Section 5 - External support and SDG 7

14. To what extent does your university have external support (e.g. grants, donations, endowments) that encourages energy sustainability on campus?

- Not at all
- Some (partnerships with local stakeholders, such as energy companies)
- Quite a bit (support from local government or partnerships with national universities network)
- A lot (support from regional/national government or partnerships with international universities network)

15. To what extent does your university integrate Sustainable Development Goal 7 to its actions?

- Not at all
- Some (it may be taught in class by some professors)
- Quite a bit (university is partially committed to SDG 7, including it in occasional activities/events)
- A lot (university is fully committed to SDG 7, i.e. including it in research, curriculum or in regular campaigns on campus)

Space for comments:

Final Section

Are there other actions performed by your university that contribute to energy sustainability and that you would like to share?

Consider these questions as a way to measure energy sustainability at HEIs. In your opinion, are there other actions that should be evaluated/integrated to this questionnaire?

Thank you for your contribution.

APÊNDICE C
PLANILHA PARA APLICAÇÃO DO MODELO UNITS-ENERGY

Área	Elemento	N/A	INÉRCIA	INICIANTE	INTERMEDIÁRIO	AVANÇADO	DESCRIÇÃO
Operações	1. Uso de lâmpadas mais eficientes (ex. LED)	NA ()	Nenhuma implementação ()	<30% das salas de aula/escritórios ou edificações usam lâmpadas eficientes ()	30% a 70% das salas de aula/escritórios ou edificações usam lâmpadas eficientes ()	>70% das salas de aula/escritórios ou edificações usam lâmpadas eficientes ()	
	2. Uso de sistemas de controle centralizado para controlar aquecimento, resfriamento ou iluminação de edifícios	NA ()	Nenhuma implementação ()	<30% dos sistemas do campus ()	30% to 70% dos sistemas do campus ()	>70% dos sistemas do campus ()	
	3. Política ou plano focado em eficiência energética	NA ()	Nenhuma implementação ()	O tema “energia” é incluído na política ambiental da universidade ()	O tema “energia” é incluído na política de desenvolvimento sustentável da universidade ()	Há uma política específica sobre energia (Plano Energético, Política Energética) ()	
	4. Monitoramento do consumo de energia e seus custos	NA ()	Nenhuma implementação ()	Apenas análise da fatura de energia elétrica ()	Análise da fatura de energia elétrica e uso de indicadores de eficiência energética ()	Análise da fatura de energia elétrica, uso de indicadores de eficiência energética, e publicação periódica dos dados para a comunidade acadêmica ()	
	5. Geração de eletricidade por fontes renováveis no campus	NA ()	Nenhuma implementação ()	A energia renovável no campus é basicamente para fins educacionais - gera menos de 1% do consumo total de eletricidade ()	A energia renovável no campus gera entre 1 e 5% do consumo total de eletricidade ()	A energia renovável no campus gera mais de 5% do consumo total de eletricidade ()	
	6. Fomento à geração de energia renovável fora do campus	NA ()	Nenhuma implementação ()	A energia renovável fora campus é basicamente para fins educacionais - gera menos de 1% do consumo total de eletricidade ()	A energia renovável fora do campus gera entre 1 e 5% do consumo total de eletricidade ()	A energia renovável fora campus gera mais de 5% do consumo total de eletricidade ()	
	7. Aquisição de energia renovável de opções certificadas	NA ()	Nenhuma implementação ()	Menos que 30% do consumo total de eletricidade do campus é abastecido por energia renovável adquirida por fontes certificadas ()	Entre 30-70% do consumo total de eletricidade do campus é abastecido por energia renovável adquirida por fontes certificadas ()	Mais que 70% do consumo total de eletricidade do campus é abastecido por energia renovável adquirida por fontes certificadas ()	

Área	Elemento	N/A	INÉRCIA	INICIANTE	INTERMEDIÁRIO	AVANÇADO	DESCRIÇÃO
	8. Implementação de retrofit nas edificações	NA ()	Nenhuma implementação ()	Política de Retrofit em desenvolvimento ()	Universidade vem aplicando retrofit em algumas edificações há menos de 5 anos ()	Universidade vem aplicando retrofit periodicamente em algumas edificações há mais de 5 anos ()	
	9. Certificação energética	NA ()	Nenhuma implementação ()	Opções de certificação em análise ou em processo de implementação ()	Universidade possui pelo menos uma certificação energética obtida há menos de 5 anos ()	Universidade possui pelo menos uma certificação energética obtida há mais de 5 anos ()	
	10. Gestão de práticas	NA ()	Nenhuma implementação ()	Energia é apenas parte de um algum setor de gerenciamento ()	Existe um escritório específico para gerenciamento de assuntos relacionados à energia ()	Existe um escritório de sustentabilidade, que lida com práticas de energia, entre outros aspectos de sustentabilidade. ()	
Pesquisa	11. Pesquisa na área de energia	NA ()	Nenhuma implementação ()	A universidade possui grupo(s) de pesquisa envolvido(s) na área de energia ()	A universidade possui centro(s) de pesquisa envolvido(s) na área de energia) ()	A universidade possui centro(s) de pesquisa específico(s) para a área de energia ()	
	12. Participação em redes de pesquisa	NA ()	Nenhuma implementação ()	Participação em rede(s) de universidades locais/regionais ()	Participação em rede(s) nacional(is) ()	Participação em rede(s) internacional(is) ()	
Extensão	13. Extensão na área de energia	NA ()	Nenhuma implementação ()	Há atividade(s) isolada(s) e não periódica(s) realizada(s) pela universidade ou por alguns professores/pesquisadores ()	Há atividade(s) implementada(s) e regular(es) organizada(s) por alguns professores/pesquisadores ()	Há atividade(s) implementada(s) e regular(es) organizada(s) pela gerência da universidade ()	
	14. Alcance das atividades de extensão	NA ()	Nenhuma implementação ()	Alcance local (cidade e entorno) ()	Alcance regional (estado e região) ()	Alcance nacional (mais estados) ()	

Área	Elemento	N/A	INÉRCIA	INICIANTE	INTERMEDIÁRIO	AVANÇADO	DESCRIÇÃO
Ensino	15. Inclusão do tema de sustentabilidade energética (eficiência energética & energia renovável) em atividades de ensino	NA ()	Nenhuma implementação ()	Apenas cursos relacionados à energia estudam oficialmente esse tópico ()	Outros cursos também têm disciplinas que discutem sustentabilidade ()	Sustentabilidade está oficialmente integrada no currículo de todos os cursos ()	
	16. Oferta de cursos/treinamentos sobre sustentabilidade energética para professores e funcionários	NA ()	Nenhuma implementação ()	Ocasionalmente existem cursos relacionados à educação ambiental no campus, que podem incluir tópicos sobre energia ()	Frequentemente existem cursos relacionados à educação ambiental no campus, que podem incluir tópicos sobre energia ()	Regularmente existem cursos relacionados à educação ambiental no campus, que incluem tópicos sobre energia ()	
Apoio externo e ODS 7	17. Nível de apoio externo (ex. financiamentos, doações, concessões) que incentivem a sustentabilidade energética no campus	NA ()	Nenhuma implementação ()	Parcerias com partes interessadas locais, como empresas de energia ()	Apoio do governo local ou parcerias com redes de universidades nacionais ()	Apoio do governo regional/nacional ou parcerias com redes de universidades internacionais ()	
	18. Integração do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 7 nas ações da universidade	NA ()	Nenhuma implementação ()	Pode ser ensinado em sala de aula por alguns professores ()	A universidade está parcialmente comprometida com o ODS 7, incluindo-o em atividades/ eventos ocasionais ()	A universidade está totalmente comprometida com o ODS 7, incluindo-a em pesquisa, currículo ou em campanhas regulares no campus ()	

ANEXO A PROGRAMAÇÃO DO EVENTO PARA REALIZAÇÃO DO GRUPO FOCAL











**ACCELERATING THE IMPLEMENTATION OF
SUSTAINABLE DEVELOPMENT
IN RESEARCH PROGRAMMES**
Turin, Italy, 1st-2nd July 2019

PROGRAMME

ACCELERATING THE IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN RESEARCH PROGRAMMES
A TRAINING AND INFORMATION EVENT FOR PROFESSIONALS WORKING AT HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Venue: The Symposium will be held in Turin, Italy, on 1st-2nd July 2019 at the spectacular Unesco site of Valentino castle, Viale Mattioli 39, 10125 Turin (Italy).

Programme

1st July 2019 (Monday)

MAIN HALL

09:30- 10:00- Arrival and registration

10:00- 10:30 - **Opening and Introduction to the conference**
Patrizia Lombardi, Politecnico di Torino, Italy

10:30- 11:00 – **Keynote speech: The EU agenda 2030 : addressing SDGs in a systemic manner for policy development**
Giovanni De Santi, Joint Research Center, Ispra

11:00- 11:30 – **Accelerating Sustainable Development Goals in the Research Strategies of Politecnico di Torino**
Stefano Corgnati, Politecnico di Torino, Italy

11:30- 12:00- **Fostering international sustainability research: the European School of Sustainability Science and Research**
Walter Leal, Hamburg University of Applied Sciences, Germany

12.00-12:30- **Sustainable Development Goals and higher education institutions: focus on education and climate change**
Vanessa Tibola da Rocha, Janaina Mazutti, Amanda Lange Salvia, Luciana Londero Brandli, University of Passo Fundo, Brazil

12:30-13:30- *Networking Lunch (SALA COLONNE)*

13:30- 14.00- **Telling the story of a greening academia: sustainable waste management and behavioural surveys at Politecnico di Torino, IT**

Giulio Cerino Abdin, Debora Fino, Chiara Genta, Patrizia Lombardi, Alberto Poggio, Giulia Sonetti, Paolo Tamborrini, Tonia Tommasi, Politecnico di Torino, Italy

14:00-14:30- **Science cafés and science shops for sustainability engagement**

Franco Bagnoli and Giovanna Pacini, University of Florence, Italy

14:30-15:00- **Agenda 2030: Innovative approaches in analyzing and coping with critical interrelations and further systemic challenges**

Magdalène Lévy-Tödter, FOM University of Applied Sciences, Hamburg, Germany

15:00-15.30- **My 'Green Capital': Investing in Knowledge and Environment**

Veronica Polin and Lisa Lanzoni, University of Verona and Comune di Verona, Italy

15:30-16.00- **Social sensitive practices toward sustainability: Fighting Food Waste Design Focus**

Cristian Campagnaro, Sara Ceraolo, Debora Fino, Paolo Tamborrini and Tonia Tommasi, Politecnico di Torino, Italy

16:00-16:30- *Break (SALA COLONNE)*

SALA CACCIA (Hunting Room)

16:30-18:00- **Focus Group: How can universities assess their energy sustainability?**

Presentation of a model of transformation to energy sustainability at universities

Amanda Lange Salvia, Hamburg University of Applied Sciences, Germany and University of Passo Fundo, Brazil

18:00- END OF THE WORKING DAY

19:30 – Evening reception

2nd July 2019 (Tuesday)

SALA CACCIA

09:00-09:30- Review of the day

09:30-10:00- How to Promote Networking for the SDGs: A Perspective of Applied Organizational Development at Universities

Claudia T. Schmitt, Universität Hamburg, Germany

10:00-10:30- A new key-performance indicators decision support system for supporting sustainable urban development: the City of Turin Masterplan case study

Chiara Genta, Sara Torabi Moghadam and Patrizia Lombardi, Politecnico di Torino, Italy

10:30-11:00- Energy Sustainability at universities: an international exploratory study

Amanda Lange Salvia, Luciana Londero Brandli and Bianca Gasparetto Rebelatto, University of Passo Fundo, Brazil

11:00-11:30- Break (SALA COLONNE)

11:30-12:00- Sustainability Education in Planning Courses via Problem- and Project-Based Learning

Caterina Barioglio, Chiara Genta, Giulia Sonetti, Elena Todella, Politecnico di Torino, Italy

12:00-12:30- Including entrepreneurial skills as drivers of environmental sustainability and innovation in academic and research programs

Marian Buil-Fabregá, Núria Masferrer Llabrés, Josep Patau and Albert Miró, Pompeu Fabra University, Spain

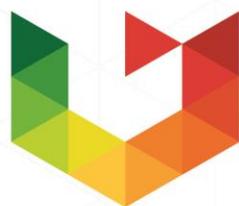
12:30-13:00- Portuguese Universities Speak Up: How to implement Sustainable Development challenges?

Carla Sofia Farinha, Ulisses Azeiteiro and Sandra Caeiro, University of Aveiro, Portugal

13:00-14:00- Lunch (SALA COLONNE)

14:00-15:00- Final discussion and hand over of the Best Paper Awards

15:00- 16:00- Guided visit to Leonardi da Vinci exposition inside the Valentino castle



UPF

UNIVERSIDADE
DE PASSO FUNDO

UPF Campus I - BR 285, São José
Passo Fundo - RS - CEP: 99052-900
(54) 3316 7000 - www.upf.br