

ANA CAROLINA CAMARGO FRANCISCO

**MODELO MATEMÁTICO PARA AVALIAÇÃO DE CAMPUS
SUSTENTÁVEL E INTELIGENTE**

Sorocaba

2021

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

Ciências Ambientais

ANA CAROLINA CAMARGO FRANCISCO

**MODELO MATEMÁTICO PARA AVALIAÇÃO DE CAMPUS
SUSTENTÁVEL E INTELIGENTE**

Tese apresentada como requisito do programa de Doutorado em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Regina
Monteiro Masalskiene Roveda

Coorientador: Prof. Dr. Adriano Bressane

Sorocaba

2021

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências
ambientais



F819m Francisco, Ana Carolina Camargo
Modelo matemático para avaliação de campus sustentável e inteligente / Ana Carolina Camargo Francisco. -- Sorocaba, 2022
218 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba
Orientadora: Sandra Regina Monteiro Masalskiene Roveda
Coorientador: Adriano Bressane

1. Smart Campus. 2. Indicadores. 3. Desenvolvimento Sustentável.
4. Sistemas de Inferência Fuzzy. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: MODELO MATEMÁTICO PARA AVALIAÇÃO DE CAMPUS SUSTENTÁVEL E INTELIGENTE

AUTORA: ANA CAROLINA CAMARGO FRANCISCO

ORIENTADORA: SANDRA REGINA MONTEIRO MASALSKIENE ROVEDA

COORIENTADOR: ADRIANO BRESSANE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS AMBIENTAIS, área: Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental pela Comissão Examinadora:

Profª. Drª. SANDRA REGINA MONTEIRO MASALSKIENE ROVEDA (Participação Virtual)
Engenharia Ambiental / Unesp ICT Sorocaba

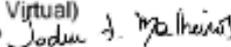


Profª. Drª. IARA NEGREIROS (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Civil / Centro Universitário Facens



Prof. Dr. RICARDO COELHO SILVA (Participação Virtual)
Departamento de Estatística e Matemática Aplicada / Universidade Federal do Ceará (UFC) - Centro de Ciências

Prof. Dr. TADEU FABRICIO MALHEIROS (Participação Virtual)
Departamento de Hidráulica e Saneamento / EESC/USP



Profª. Drª. THALITA DOS SANTOS DALBELO (Participação Virtual)
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo / Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)



Sorocaba, 21 de dezembro de 2021

Aos meus filhos amados, Pedro Henrique e Miguel.
Que eles nunca desistam de seus sonhos
e que possam ser protagonistas de um mundo melhor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me capacita a cada dia, permitindo que eu me reconstrua a cada obstáculo, me tornando mais forte e certa de Sua presença a todo momento.

Aos meus pais, por estarem sempre presentes em minha vida, me apoiando e me guiando. Por me ensinarem a enxergar o mundo através do amor, a buscar o melhor nas pessoas e entender que a família é o bem mais precioso que existe. Por tudo mais que me ensinaram e continuam ensinando.

Ao meu esposo, Fernando, pelo companheirismo e carinho. Pela compreensão nos momentos que não pude estar presente. Pelo amor incondicional dedicado a mim e aos nossos filhos.

Aos meus filhos Pedro Henrique e Miguel, por trazerem ternura e graça aos meus dias. Por me mostrarem sempre que a felicidade está nos momentos mais simples. Que privilégio ser mãe de vocês!

À minha orientadora Professora Dra Sandra Regina Monteiro Masalskiene Roveda, pela liberdade na condução desse trabalho, que permitiu meu crescimento profissional. Por acreditar que seria possível quando nem eu mesma acreditei. Por todos os ensinamentos e amizade, que levarei por toda vida.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PGCA) do Instituto de Ciência e Tecnologia - Unesp Sorocaba, em especial ao Professor Dr. Henrique Ewbank, por toda contribuição nesse trabalho, pelos ensinamentos e amizade.

Aos professores que participaram da banca de defesa dessa tese, Prof^ª Dra Iara Negreiros, Prof^ª Dra. Thalita Dalbelo, Prof. Dr. Ricardo Coelho e Prof. Dr Tadeu Malheiros pelas ricas contribuições que compuseram essa tese.

Às minhas irmãs, Luiza Helena e Maria Júlia, pelo presente de tê-las em minha vida. Pelo amor que dedicam aos meus filhos e momentos especiais que lhes proporcionam.

À minha querida tia Adriana, minha segunda mãe, pelo carinho e por estar sempre pronta a me ajudar. Por me fazer acreditar que eu era capaz. Sem você não essa tese não seria possível.

Ao meu primo Lucas, por dividir sua mãe comigo e pelas contribuições nesse trabalho.

À Zoraide, minha inspiração, por lições de carreira e vida. Obrigada por não se cansar de me dizer para buscar esse título.

Aos amigos Felipe, Mauricio e Luciana, que o desenvolvimento desse trabalho me presenteou.
Agradeço toda ajuda, ensinamentos e amizade.

Ao Centro Universitário Facens pela oportunidade de participar do Comitê de Sustentabilidade desta instituição, a qual foi fundamental no meu crescimento profissional ao longo do desenvolvimento dessa tese.

Aos colegas do Comitê de Sustentabilidade, por toda ajuda e por tudo que a convivência com vocês agregou a esse trabalho. Em especial à Tamara Nanni, à Raquel Raquel Barbosa Rogoschewski e à Eliane Rocha, amigas queridas.

Aos amigos Marcos, Eliana, Patrizia e Ernée, pelo apoio, companheirismo e carinho que transcendem a parceria profissional. Ao Ernée especial agradecimento pela colaboração no desenvolvimento do texto.

Aos amigos Marco Maria e Mônica pela ajuda na revisão desse texto, pelo apoio e pelas boas risadas.

Aos profissionais que dispuseram do seu tempo, me ajudando no levantamento de indicadores.

“Sonho que se sonha só
É só um sonho que se sonha só
Mas sonho que se sonha junto é realidade.”

(Raul Seixas)

FRANCISCO, A. C. C. **Modelo matemático para avaliação de campus sustentável e inteligente**. 2021. 218 f. Tese de doutorado (Doutorado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Sorocaba, 2021.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma metodologia para avaliação de campus sustentáveis e inteligentes, elaborada a partir de sistemas de inferência fuzzy. A abordagem matemática adotada paratem se mostrado muito pertinente para tratar problemas complexos envolvendo informações subjetivas e/ou imprecisas além de, poder trabalhar de forma conjunta com valores quantitativos e qualitativos. Inicialmente é apresentada uma breve introdução sobre o problema, sua motivação e metodologia de pesquisa. Um estudo bibliométrico e uma revisão sistemática do conceito de *smart campus*, possibilitaram identificar usos e características do termo e áreas às quais está relacionado. Em seguida é apresentada uma definição para *smart campus*, passando a entendê-lo como campus sustentável e inteligente, que serviu como ponto de partida para a proposta de um conjunto de 91 indicadores, categorizados em nove dimensões e desenvolvidos a partir da revisão da literatura e consultas a especialistas. Um estudo da aderência desses indicadores com os objetivos de desenvolvimento sustentável propostos na Agenda 2030 também foi realizado. Na sequência, é proposto um modelo matemático para o cálculo de um índice, correspondente ao nível de implementação da sustentabilidade e inteligência no campus. O modelo também contempla a geração de índices parciais, um para cada uma das nove dimensões selecionadas. Para levantamento dos dados necessários foi desenvolvido um questionário a ser disponibilizado às universidades que desejem aplicá-lo. O desempenho do modelo foi analisado por meio de um estudo de caso numa Instituição de Ensino Superior particular, localizada no estado de São Paulo. Os resultados mostraram que o modelo proposto possibilita classificar o campus quanto a performance em operar de forma sustentável e inteligente em diferentes dimensões, de forma que uma análise qualitativa de suas ações possa ser realizada e a constante busca pelo aperfeiçoamento possa ser direcionada, se mostrando uma ferramenta eficaz de gerenciamento.

Palavras-chave: *Smart Campus*, Indicadores, Desenvolvimento Sustentável, Sistemas de Inferência *Fuzzy*

FRANCISCO, A. C. C. **Mathematical model for sustainable and smart campus assessment.** 2021. 218 f. Thesis (PhD in Environmental Sciences) – Experimental Campus of Sorocaba, UNESP – Univ Estadual Paulista, Sorocaba, 2021.

ABSTRACT

This work provides a methodology for evaluating sustainable and smart campuses. The proposal is based on the fact that fuzzy systems allow a mathematical approach to complex problems involving subjective and/or imprecise information. In addition to being able to work together with quantitative and qualitative values. Initially, a brief introduction about the problem, its motivation, and research methodology is presented. A bibliometric study and a systematic review of the smart campus concept made it possible to identify applications and characteristics of the term and areas to which it is related. Then, a definition for smart campus is presented, coming to understand it as a sustainable and smart campus, which served as a starting point for the proposal of a set of 91 indicators, categorized into nine dimensions and developed from the literature review and experts reviews. A study of the adherence of these indicators to the sustainable development goals proposed in the 2030 Agenda was also carried out. Next, a mathematical model is proposed for calculating an index, corresponding to the level of implementation of sustainability and intelligence on campus. The model also includes the generation of partial indices, one for each of the nine selected dimensions. To collect the necessary data, a questionnaire was developed to be made available for universities that wish to apply it. The performance of the model was analyzed through a case study in a private Higher Education Institution, located in the state of São Paulo. The results showed that the proposed model makes it possible to classify the campus in terms of performance in operating sustainably and intelligently in different dimensions, so that a qualitative analysis of its actions can be carried out and the constant search for improvement can be directed, proving to be an effective management tool.

Keywords: Smart Campus, Indicators, Sustainable Development, Fuzzy Inference Systems

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ORGANOGRAMA DE APRESENTAÇÃO DA TESE.	19
FIGURA 2. ETAPAS DA METODOLOGIA DE PESQUISA ADOTADA.....	22
FIGURA 3. PROCEDIMENTO DE SELEÇÃO E ANÁLISE DE ARTIGOS.	33
FIGURA 4. NÚMERO DE ARTIGOS POR ANO.....	36
FIGURA 5. TOP 10 TERMOS ENCONTRADOS.....	37
FIGURA 6. NUVEM DE PALAVRAS COM OS 100 PRINCIPAIS TERMOS ENCONTRADOS NOS ARTIGOS ESTUDADOS.....	37
FIGURA 7. DENDROGRAMA DE CLUSTER.	39
FIGURA 8. NÚMERO DE ARTIGOS POR AUTOR.	39
FIGURA 9. REDES SOCIAIS CONTENDO AUTORES E SUAS COAUTORIAS.	41
FIGURA 10. CATEGORIZAÇÃO DOS ARTIGOS SEGUNDO 6 DIMENSÕES PROPOSTAS POR GIFFINGER ET AL. (GIFFINGER ET AL., 2007) AO LONGO DOS ANOS, EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE ARTIGOS PUBLICADOS POR ANO.	44
FIGURA 11. MAPA DE ÁRVORE MOSTRANDO AS DIMENSÕES COM BASE NO TOTAL DE ARTIGOS.	44
FIGURA 12. PARTICIPAÇÃO NO UI GREENMETRIC WORLD UNIVERSITY RANKING. (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2021).	54
FIGURA 13. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE ADOTADO PELO UI GREENMETRIC WORLD UNIVERSITY RANKING. (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020).	55
FIGURA 14. CONCEITO DE SMART CAMPUS PARA CONSTRUÇÃO INDICADORES DE DESEMPENHO CHAVES PARA CAMPUS INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS.....	57
FIGURA 15. ARQUITETURA GERAL DO MODELO.	82
FIGURA 16. ARQUITETURA PARCIAL DO MODELO RESPONSÁVEL POR GERAR O ÍNDICE PARCIAL: INFRAESTRUTURA E PAISAGEM.	83
FIGURA 17. CONJUNTOS FUZZY – EXEMPLO 1.	86
FIGURA 18. CONJUNTOS FUZZY – EXEMPLO 2.	87
FIGURA 19. CONJUNTOS FUZZY – VARIÁVEIS DE SAÍDA.	87
FIGURA 20. CONJUNTOS FUZZY – VARIÁVEIS DE ENTRADA DE SIF – NÍVEIS 2, 3 E 4 (OBSERVAÇÃO: EXCEÇÃO PARA O INDICADOR INFRA 6).	88
FIGURA 21. SUPERFÍCIE REFERENTE AO SIF INFRA A.....	95
FIGURA 22. CONJUNTOS FUZZY – VARIÁVEIS DE ENTRADA SIF INFRA A.....	95
FIGURA 23. SUPERFÍCIES REFERENTES AO SIF INFRA B.....	96
FIGURA 24. SUPERFÍCIES REFERENTES AO SIF INFRA C.....	96
FIGURA 25. SUPERFÍCIES REFERENTES AO SIF PARCIAL INFRA.	97
FIGURA 26. ARQUITETURA DO MODELO PROPOSTO PARA AGREGAÇÃO DOS 6 INDICADORES INICIAIS DE INFRAESTRUTURA E PAISAGEM: INFRA 1 A INFRA 6.	99
FIGURA 27. GRÁFICO DE RADAR REFERENTE RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO, PARA AS 9 DIMENSÕES INICIAIS.....	104
FIGURA 28. GRÁFICO DE RADAR REFERENTE ÀS 4 DIMENSÕES GERADAS NO NÍVEL 3.	105

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. CATEGORIZAÇÃO DE ARTIGOS DE ACORDO COM 6 DIMENSÕES PROPOSTAS POR GIFFINGER ET AL. (2007). 1- ECONOMIA INTELIGENTE, 2- PESSOAS INTELIGENTES, 3- GOVERNANÇA INTELIGENTE, 4- MOBILIDADE INTELIGENTE, 5- MEIO AMBIENTE INTELIGENTE E 6 – VIVÊNCIA INTELIGENTE.	42
TABELA 2. INDICADORES DE DESEMPENHO CHAVES (KPI's) PARA CAMPUS INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL.	58
TABELA 3. BASE DE REGRAS PARA SIF COM DUAS VARIÁVEIS DE ENTRADA.	88
TABELA 4. BASE DE REGRAS PARA SIF COM TRÊS VARIÁVEIS DE ENTRADA.	89
TABELA 5. BASE DE REGRAS PARA SIF COM 4 VARIÁVEIS DE ENTRADA.	90
TABELA 6. COMPARATIVO DE SISTEMA DE PONTUAÇÃO – MODELAGEM USANDO SIF X GREENMETRIC RANKING.	100
TABELA 7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO SISTEMA PROPOSTO.	102

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	ESTRUTURA DE DESENVOLVIMENTO.....	17
1.2	OBJETIVOS.....	19
1.2.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>19</i>
1.2.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>20</i>
2	METODOLOGIA.....	21
2.1	PESQUISA EXPLORATÓRIA.....	23
2.2	DESENVOLVIMENTO DO MODELO.....	25
2.3	EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS E APLICAÇÃO DE CASO.....	25
3	DIMENSÕES DO SMART CAMPUS POR MEIO DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA.....	27
3.1	INTRODUÇÃO.....	27
3.2	SMART CAMPUS.....	28
3.3	METODOLOGIA.....	32
3.4	ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	34
3.5	ANÁLISE SISTEMÁTICA.....	34
3.6	RESULTADOS DA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	35
3.7	ANÁLISE SISTEMÁTICA E CATEGORIZAÇÃO POR DIMENSÕES.....	42
4	PROPOSTA DE INDICADORES PARA CAMPUS SUSTENTÁVEL E INTELIGENTE.....	46
4.1	INTRODUÇÃO.....	46
4.2	CIDADES INTELIGENTES E CAMPUS INTELIGENTE – PROBLEMA CONCEITUAL.....	49
4.3	CONCEITO DE CAMPUS SUSTENTÁVEL INTELIGENTE.....	51
4.4	INDICADORES PARA CAMPUS INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS.....	53
5	MODELO FUZZY PARA COMPOSIÇÃO DE ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE E INTELIGÊNCIA PARA UNIVERSIDADES.....	80
5.1	FUNDAMENTOS DO MODELO FUZZY.....	80
5.2	SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS E DESENVOLVIMENTO DO MODELO.....	81
5.3	ANÁLISE DE RESULTADOS - SUPERFÍCIES DE SAÍDA.....	94
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
6.1	TESTE COMPARATIVO.....	99
6.2	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	101
6.3	APLICAÇÃO DE CASO.....	103
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
	REFERÊNCIAS.....	111
	APÊNDICES.....	128
	APÊNDICE A – ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFERÊNCIA FUZZY.....	128
	APÊNDICE B – TESTES DE SENSIBILIDADE DO MODELO.....	136
	APÊNDICE C – BASES DE REGRAS DE SISTEMAS DE INFERÊNCIA FUZZY – NÍVEIS 2 A 4.....	188
	APÊNDICE D – FORMULÁRIO COM INDICADORES.....	195

1 Introdução

No ano de 2015, a Organização das Nações Unidas lançou a Agenda 2030 (UNITED NATIONS, 2015), um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade que teve início em 1º de janeiro de 2016. Esta agenda traz 17 objetivos de desenvolvimento sustentável e 169 metas. O objetivo é direcionar o mundo para um caminho mais resiliente, protegendo nosso planeta. Para tanto, almeja-se que esses objetivos sejam alcançados até 2030.

Segundo a Urban Sustainability Directors Network Resource Guide (USDN) (BENT; CROWLEY; NUTTER, 2014, p. 6), em 2050, a população global poderá exceder 9 bilhões de pessoas e 80% delas estarão vivendo em cidades. Além disso, atualmente as cidades são responsáveis por 80% do consumo dos recursos do planeta (BENT; CROWLEY; NUTTER, 2014, p. 6).

As cidades são, portanto, pontos chave para que o desenvolvimento sustentável e os objetivos da Agenda 2030 sejam alcançados. É necessário olhar para as cidades e provocar ações que atuem diretamente na forma como atualmente estas são estruturadas, já que o aumento significativo da demanda de todos os recursos pode se tornar insustentável (UNITED NATIONS, 2018).

Por outro lado, segundo a UN-HABITAT (2020, p. 175) “A interação de tecnologia e inovação já influenciou a urbanização e está pronta para moldar ainda mais o futuro das cidades”. Rapidamente, as cidades estão fazendo uso da tecnologia, como, por exemplo, aplicativos de *smartphone*, telas de informações em espaços públicos, centros de operações inteligentes, monitoramento e automação de serviços municipais como iluminação, sistemas de coletas de informações críticas da população, dentre outros, para atender diversos desafios urbanos.

A UN-HABITAT (2020) afirma que diante da necessidade de transição para economias urbanas sustentáveis, as cidades precisam inovar e desenvolver novos caminhos e soluções para desafios emergentes, o que faz a inovação fundamental para que os objetivos da agenda 2030 sejam alcançados. Diante deste cenário, emerge o conceito de cidades inteligentes.

Embora ainda não haja uma definição de cidades inteligentes universalmente aceita (BIBRI; KROGSTIE, 2017a, p. 191), em geral, o conceito de cidades inteligentes está relacionado à aplicação extensiva de tecnologias da informação e comunicação (TIC) para promover eficiência nos diversos sistemas que envolvem uma cidade, como consumo de

energia, mobilidade, ocupação do território, dentre outros. Em diversas definições apresentadas na literatura, o conceito de cidades inteligentes está também associado ao conceito de sustentabilidade (BENT et al., 2017; BIFULCO et al., 2016; HÖJER, WANGEL, 2015; KRAMERS et al., 2014). De acordo com o modelo da ITU - União Internacional de Telecomunicações, uma cidade inteligente sustentável é aquela que

utiliza as tecnologias e outros meios para melhorar a qualidade de vida, a eficiência da operação dos serviços urbanos e a produtividade sustentável, garantindo que sejam atendidas as necessidades das gerações atuais e futuras em relação aos aspectos econômicos, ambientais e socioculturais (ITU, 2019, p. 2, tradução nossa).

Para que cada vez mais cidades possam almejar se tornarem inteligentes e sustentáveis, o papel da educação e, conseqüentemente das universidades, é fundamental. Höjer e Wangel (2015) afirmam que a área de cidades sustentáveis se tornou de grande interesse para pesquisa e educação, o que pode ser comprovado em periódicos científicos, programas de pesquisa e departamentos universitários dedicados a abordar o desenvolvimento sustentável.

Segundo Kwok (2015), uma educação inteligente provê mão de obra inteligente. Uma cidade não pode ser inteligente se não possuir cidadãos suficientemente qualificados para fornecer soluções inteligentes. Assim, nasce a preocupação com um tipo de ecossistema menor, inserido neste contexto e com forte poder de influência: as universidades.

As universidades são responsáveis por preparar a maior parte dos profissionais que desenvolvem, ensinam, gerenciam, lideram, e tomam decisões. Assim, as universidades tornam-se um ponto chave na sustentabilidade urbana sendo um meio eficaz de comunicar o valor da sustentabilidade ambiental para diferentes públicos, promovendo-a em suas ações, infundindo seus valores em cursos de graduação e pós-graduação (ALSHUWAIKHAT e ABUBAKAR, 2008).

Segundo Finlay e Massey (2012), as universidades são locais importantes de transformação e veículos de mudanças sociais. Os autores também ressaltam que devido à sua autonomia de estrutura governamental e menor complexidade de políticas locais, universidades podem reduzir o efeito acumulativo de problemas ambientais.

Lozano (2006) afirma que o desenvolvimento sustentável pode ser tratado nas universidades por diferentes canais, como organizações estudantis, currículos, pesquisas, interação entre alunos e professores, e ressalta que a abordagem prática é sempre melhor. Podemos estender essas aplicações a questões relacionadas tanto ao desenvolvimento sustentável ambiental como

também questões relacionadas ao desenvolvimento social e econômico, por exemplo através de programas sociais comunitários e desenvolvimento de empresas juniores.

Desse modo, as universidades têm um papel muito importante na difusão de conceitos relacionados à sustentabilidade, contribuindo ainda mais com uma formação consciente no que tange à responsabilidade social e comprometimento com os objetivos de desenvolvimento sustentável.

Bibri e Krogstie (2017a), a partir da análise de uma série de definições, características e terminologias empregadas às cidades, revelam que há diversas lacunas a serem exploradas com relação às cidades inteligentes e sustentáveis. Dentre as lacunas por eles identificadas, destacam-se a falta de modelos integrados para estimular a prática do desenvolvimento e implantação de cidades inteligentes e sustentáveis e a ausência de estrutura a ser usada como sistema de classificação ou instrumento de classificação através da qual cidades inteligentes sustentáveis possam ser avaliadas em termos de sua contribuição inteligente para a sustentabilidade.

Considerando que um campus universitário pode ser entendido como um protótipo de uma cidade, podemos estender essas oportunidades para ambientes dessa natureza. Assim como o conceito de cidade inteligente, o conceito de *smart campus*, ou campus inteligente, também não possui uma definição canônica. Torna-se evidente a necessidade de se criar parâmetros de medida do conceito campus inteligente, considerando-o não só como um protótipo de cidade inteligente, mas também como um laboratório formador de cidadãos conscientes e preparados para atuarem de forma colaborativa em cidades com este conceito.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é que as universidades são excelentes laboratórios, onde soluções podem ser implementadas e testadas, podendo posteriormente ser aplicadas em larga escala nas cidades. Ballon *et al.* (2005) ressaltam que *living labs* foram definidos como “ambientes de experimentação nos quais a tecnologia é moldada em contextos da vida real e nos quais os usuários (finais) são considerados “coprodutores”. Além disso, há disponibilidade de mão de obra qualificada para que ações dessa natureza se desenvolvam. Todavia, o processo de implementação de projetos e soluções em busca de tornar um campus universitário um campus inteligente também envolve a avaliação e melhoria contínua dessas abordagens (FRANCISCO *et al.*, 2020), o que poderia ser feito por meio de indicadores de performance apropriados.

É sabido que os indicadores podem compor instrumentos que disponibilizam informações sobre o desempenho das inúmeras áreas, tanto ecológicas (terra, água, ar e biodiversidade) como humanas (econômica, social, educacional e política). Segundo o Knowledge Economic Indicators indicadores:

estão sendo cada vez mais reconhecidos como uma ferramenta útil para a elaboração de políticas e comunicação pública em transmitir informações sobre o desempenho dos países em áreas como meio ambiente, economia, sociedade ou desenvolvimento tecnológico (KEI, 2005, p.1, tradução nossa).

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos ao longo dos últimos anos na criação de ferramentas, índices e mensuração da sustentabilidade (CEDANO; MARTINEZ, 2010; ISO/TR 37150, 2014; MALHEIROS; COUTINHO; PHILIPPI JR, 2012; MATTONI; NARDECCHIA; BISEGNA, 2019; NESS *et al.*, 2007; SINGH, 2009).

Campus universitários podem ser considerados ambientes complexos envolvendo diferentes elementos (pessoas, infraestrutura, uso de recursos) influenciados entre si. Sendo assim, a escolha por um modelo matemático adequado, que permita agregar indicadores de naturezas distintas, torna-se uma ferramenta útil para o gerenciamento de ecossistemas dessa natureza.

Entre as diferentes metodologias propostas para a elaboração de índices e modelos de apoio à tomada de decisão, a modelagem *fuzzy*¹ tem se apresentado em contínuo desenvolvimento (BRESSANE *et al.*, 2017; PRATO, 2007; SOARES *et al.*, 2016), sobretudo pela simplicidade na elaboração dos sistemas, associada à possibilidade de tratamento linguístico das variáveis (BARROS; BASSANEZI; LODWICK, 2017; ROSS, 2004).

Destaca-se que o desenvolvimento desta tese visa estabelecer um modelo integrado que permita mensurar a performance de uma universidade em operar como um campus sustentável e inteligente, contribuindo para melhor compreensão das características desse tipo de ambiente de aprendizagem, usando para tanto um modelo baseado em sistemas de inferência *fuzzy*.

¹ A teoria de conjuntos *fuzzy* pode ser vista como uma generalização da teoria de conjuntos clássica. Enquanto na teoria de conjuntos clássica existem apenas duas possibilidades para um elemento: pertencer ou não pertencer a um determinado conjunto, a teoria de conjuntos *fuzzy* atribui a cada elemento um valor no intervalo $[0, 1]$ sendo 0 correspondente a não pertencer e 1 a pertencer completamente ao conjunto. Esse valor é denominado grau de pertinência do elemento no conjunto.

1.1 Estrutura de desenvolvimento

A tese foi organizada em sete Capítulos, conforme Figura 1.

O Capítulo 1 – “Introdução”, este que aqui se apresenta, encontram-se os elementos propositores da tese. São apresentadas justificativas e relevância do tema, os objetivos geral e específico da pesquisa.

No Capítulo 2, apresenta-se a metodologia na qual o desenvolvimento dessa tese se baseou. No Capítulo 3 – “Dimensões para *Smart* Campus por meio de uma revisão sistemática e bibliográfica” – é apresentada uma revisão de literatura e uma análise bibliométrica sobre *smart* campus, buscando a maturidade em relação ao tema da pesquisa e visando entender o que vem sendo estudado e diversas conotações do termo. No mesmo capítulo foi proposta a categorização dos artigos estudados nas dimensões comumente utilizadas para cidades inteligentes: (i) Economia inteligente, (ii) Pessoas inteligentes, (iii) Governança inteligente, (iv) Mobilidade inteligente, (v) Meio ambiente inteligente e (vi) Estilo de vida inteligente (GIFFINGER *et al.*, 2007). Essa abordagem permitiu a identificação dos pontos mais relevantes para o assunto. O desenvolvimento desse Capítulo permitiu concluir que o termo “*smart*” nesse contexto carrega muito mais que a tradução “inteligente”. Será, portanto, abordado ao longo dessa tese o conceito de campus sustentável e inteligente (*smart* campus).

O Capítulo 4 – “Proposta de indicadores para campus sustentáveis e inteligentes” – propõe uma definição e um conjunto de indicadores para campus sustentáveis e inteligentes, trazendo a aderência da proposta aos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, estando esses indicadores categorizados em nove dimensões: Infraestrutura e Paisagem, Energia e Mudanças Climáticas, Transporte, Água, Resíduos, Educação, Social e Cultural, Segurança e Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Cabe ressaltar que tais dimensões não são as mesmas utilizadas para classificação dos artigos no Capítulo anterior. Essas são fruto do melhor entendimento sobre o tema e estão relacionadas com a definição de campus sustentável e inteligente proposta, além da especificidade que campus universitários têm quando comparados às cidades.

O Capítulo 5 – “Modelo *fuzzy* para composição de índice de sustentabilidade e inteligência para universidades” – apresenta o desenvolvimento do modelo matemático que agrega os indicadores selecionados no Capítulo 4 em um índice, com o intuito de permitir que os ambientes educacionais possam mensurar sua performance em operar como um campus

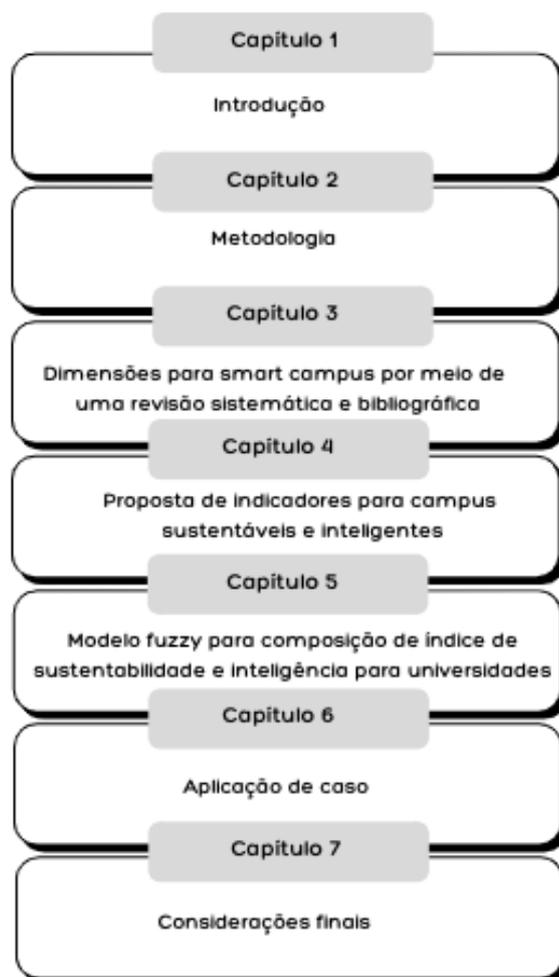
sustentável e inteligente. São tratados os conceitos matemáticos utilizados e é apresentado um organograma do sistema de inferência *fuzzy* desenvolvido. A fim de validar o modelo são apresentados testes de sensibilidade. Além disso, com o objetivo de confirmar a contribuição do modelo quando comparado a um sistema de pontuação por faixas, um recorte do modelo é comparado ao sistema de ranqueamento por indicadores para campus sustentáveis já existente, UI GreenMetric Ranking (GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020).

Na sequência, o Capítulo 6 apresenta um estudo de caso com aplicação do modelo completo, o qual mostrou-se ser uma ferramenta prática para medir a performance do campus em operar como campus sustentável e inteligente, permitindo a identificação de pontos fracos e fortes em nove distintas dimensões, confirmando assim que é possível avaliar campus universitários quanto à suas capacidades de operarem de forma sustentável e inteligente por meio de sistemas de inferências *fuzzy*, principal objetivo dessa tese.

O Capítulo 7 – “Considerações Finais” – traz considerações finais sobre a pesquisa, aborda as principais conclusões, os objetivos alcançados, as contribuições da pesquisa e discute possibilidades de continuação em trabalhos futuros.

Ao final do documento encontram-se as referências bibliográficas e os Apêndices.

Figura 1. Organograma de apresentação da tese.



Fonte: Autoria própria.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Tem-se como objetivo geral desenvolver uma proposta metodológica para avaliação do nível de implementação de um *smart* campus.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

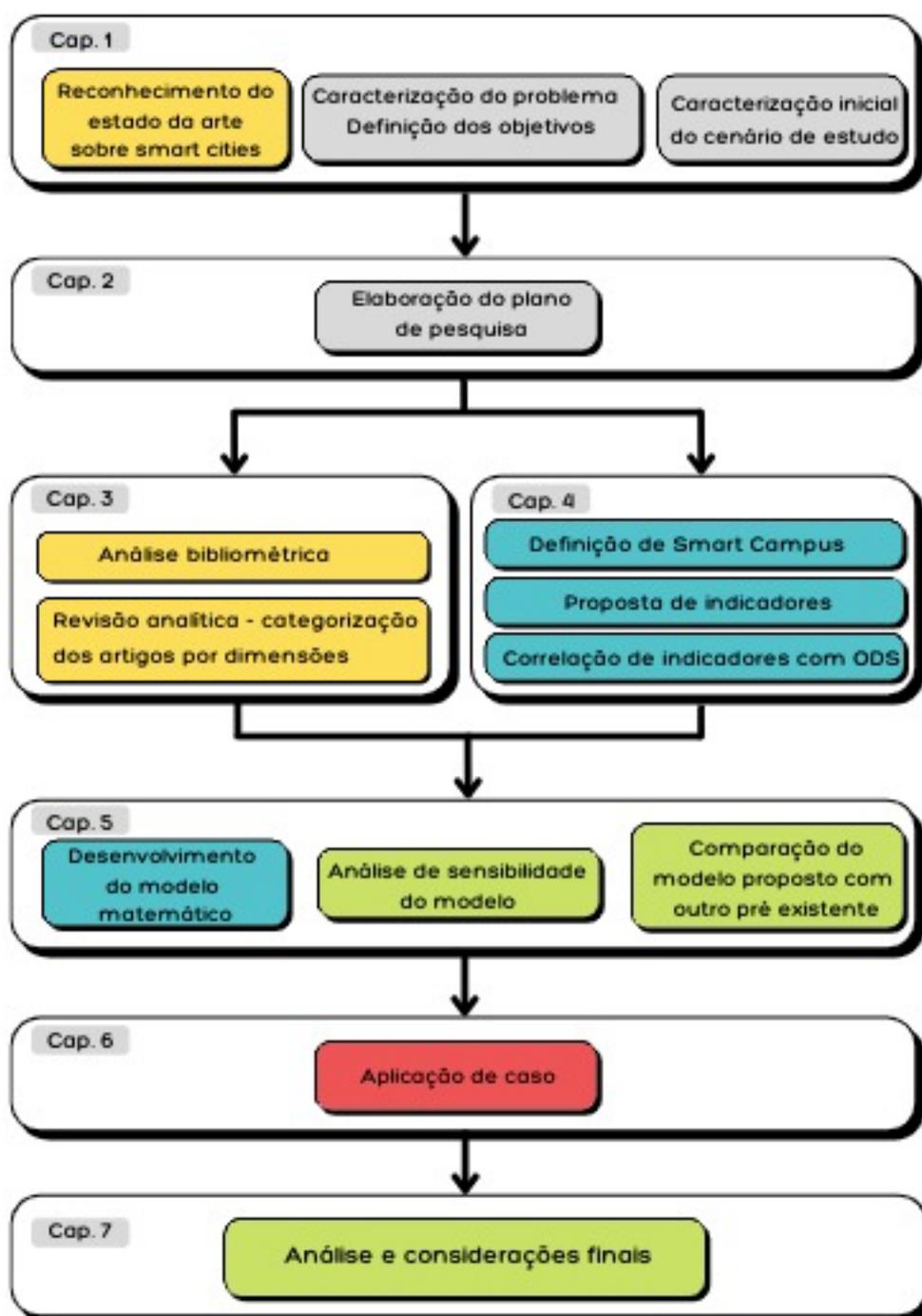
- Realizar uma revisão sistemática da expressão “*smart campus*” e levantamento das áreas às quais está relacionado, modelos existentes;
- Definir *smart campus*;
- Identificar os indicadores fundamentais para análise de universidades em operar como *smart campus*;
- Desenvolver um modelo matemático baseado em sistemas de inferência *fuzzy* que permita gerar um índice de avaliação para *smart campus*;
- Desenvolver um formulário de coleta de dados de universidades a serem avaliadas;
- Avaliar o desempenho do modelo através de uma aplicação de caso.

2 Metodologia

Para atingir os objetivos propostos o desenvolvimento desta tese compreendeu a pesquisa exploratória e o desenvolvimento de um modelo matemático para estabelecer uma metodologia que permita mensurar, a partir da agregação de indicadores, o nível de implementação de um *smart campus*.

As principais etapas realizadas nesta pesquisa estão apresentadas na Figura 2.

Figura 2. Etapas da metodologia de pesquisa adotada.



- Pesquisa bibliográfica
- Estruturação da pesquisa
- Desenvolvimento
- Aplicação de caso
- Abordagem e análise

Fonte: Autoria própria.

2.1 Pesquisa Exploratória

Inicialmente de carácter investigatório, a pesquisa exploratória realizada foi iniciada por meio de uma pesquisa bibliográfica que objetivou a identificação do estado da arte sobre o tema *smart campus*, incluindo inicialmente o estudo sobre *smart cities*, tema que na época em que essa etapa iniciou-se possuía mais trabalhos publicados. Sem a pretensão de abordar todas as definições presentes na literatura, tanto para *smart cities* como para *smart campus*, buscou-se a identificação e compreensão de diferentes abordagens sobre tais temas. A familiarização com o que vinha sendo estudado sobre *smart cities* também possibilitou a percepção da evolução sobre o assunto e de que forma as universidades poderiam atuar nesse contexto.

Na sequência, a fim de buscar maior compreensão em relação ao tema *smart campus* optou-se por uma abordagem bibliométrica sobre o assunto, que permitiu a identificação de pontos mais relevantes sobre ele. Essa investigação possibilitou realizar uma análise sistemática por meio da classificação dos artigos selecionados em dimensões, estratégia que tornou mais clara a compreensão sobre o tema, principais abordagens na comunidade acadêmica e identificação da ausência de definição canônica sobre o assunto. Essa etapa se deu durante os dois primeiros anos de pesquisa e foi atualizada no início de 2021 com a inclusão de novos artigos publicados até então. Durante essa etapa pode-se identificar que tratava-se de um tema de vanguarda, uma vez que foi notável o aumento de publicações ao longo dos anos.

Como estratégia foi proposta a categorização dos artigos estudados nas dimensões comumente utilizadas para cidades inteligentes: Economia inteligente, Pessoas inteligentes, Governança inteligente, Mobilidade inteligente, Meio ambiente inteligente e Estilo de vida inteligente (GIFFINGER *et al.*, 2007). Os resultados são apresentados no Capítulo 3 e permitiu concluir que palavra “*smart*” nesse contexto carrega muito mais que a tradução “inteligente” e que possui forte aderência com sustentabilidade. Decidiu-se portanto, ao longo dessa tese, usar como tradução de *smart campus*, campus sustentável e inteligente.

O conhecimento sobre o assunto possibilitou a proposta de uma definição para *smart campus*, produto dessa tese, que buscou atender as principais abordagens identificadas na literatura e norteou a etapa seguinte da pesquisa que consistiu na busca de indicadores desempenho chave para *smart campus*.

Uma vez que a pesquisa sobre indicadores para *smart campus* não mostrou resultados no início do desenvolvimento do trabalho, já que que tratava-se de um assunto novo como já foi mencionado, optou-se como estratégia buscar indicadores para *smart cities* e buscar adaptá-los para o contexto específico que abordava a pesquisa e assim identificar objetivos e metas

mensuráveis e comparáveis. Como consequência foram estudados o conjunto de indicadores *United for Smart Sustainable Cities* (U4SSC, 2017), iniciativa da ONU e as recentes publicações de normas ISO – *International Organization for Standardization* – para cidades, padronizados posteriormente para o Brasil através dos seguintes documentos NBR ISO 37120: Cidades e Comunidades Sustentáveis – indicadores para serviços de cidade e qualidade de vida (ABNT, 2021a); 37122: Cidades e Comunidades Sustentáveis – indicadores para cidades inteligentes (ABNT, 2020) e 37123: Cidades e Comunidades Sustentáveis – indicadores para cidades resilientes (ABNT, 2021b).

Destaca-se como fundamental no desenvolvimento dessa da pesquisa a participação como integrante do Comitê de Sustentabilidade do Centro Universitário Facens – órgão não deliberativo, de composição interdepartamental, com a participação de alunos, professores e funcionários administrativos, que busca sugerir, aprovar e gerir projetos que se fundamentem da política de educação ambiental e sustentabilidade, operacionalizando a materialização da política no campus com eficiência, qualidade e transparência.

A participação no Comitê de Sustentabilidade também proporcionou forte contato com os centros de inovação Smart Lab Facens - o qual utiliza o campus universitário como uma área para estudos e aplicações de soluções para Cidades Humanas, Inteligentes e Sustentáveis - e LIS (Laboratório de Inovação Social), que por meio da metodologia *SEE Learning (Social, Emotional and Ethical Learning)*, apoia o desenvolvimento de programas e atividades que auxiliem propiciar experiências para despertar o potencial humano e cidadão.

Destaca-se também o acompanhamento desde o início de 2020, das discussões da ABNT/CEE-268 – Comissão de Estudo Especial de Desenvolvimento Sustentável em Comunidades, comissão essa que tem por finalidade a tradução e ressignificação das normas internacionais para as cidades do Brasil. Tal comissão possibilita aproximar o Brasil de outros países instituições internacionais ao mesmo tempo que coloca características próprias e específicas do país, em um trabalho conjunto, multidisciplinar e participativo, envolvendo diversas instituições e órgãos públicos, dentre eles a Caixa, o Ministério das Cidades, a Sabesp, o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), o Conselho Brasileiro da Construção Sustentável (CBCS), dentre outras.

Outro aspecto relevante é a participação da equipe responsável por submeter o Centro Universitário Facens ao ranking internacional de universidades sustentáveis, UI GreenMetric Ranking (GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020), experiência esta fruto da pesquisa bibliográfica realizada nos primeiros anos de desenvolvimento dessa tese, que permitiu maior

compreensão e aplicabilidade de indicadores universitários e a participação de eventos específicos sobre o tema.

Todas essas vivências permitiram o contato com especialistas e propiciaram um amplo espectro de conhecimento e olhar crítico sobre o tema de estudo, fundamentais para desenvolvimento do trabalho, principalmente quanto à escolha do conjunto de indicadores selecionados para compor o modelo matemático desenvolvido. Cabe mencionar o grande dinamismo do tema estudado, sendo necessária uma frequente atualização dos indicadores abordados.

2.2 Desenvolvimento do Modelo

Uma vez obtidos os indicadores, a fim de avaliar o desempenho de campus sustentáveis e inteligentes foi elaborado um modelo matemático baseado em sistemas de inferência *fuzzy*, que fornece como resultado final um índice de desempenho do campus.

A escolha por essa abordagem foi devido à possibilidade de reproduzir o pensamento humano de forma computacional, tratando assim a subjetividade do assunto, além de proporcionar a agregação de indicadores qualitativos e quantitativos. De forma geral, para o desenvolvimento dos sistemas de inferência *fuzzy* foram consideradas as etapas de fuzzificação das variáveis de entrada (indicadores), proposição da base de regras para relacionar as variáveis de entrada e saída, inferência e defuzzificação. O capítulo 5 adiante descreve, em detalhes, a elaboração destes sistemas.

2.3 Experimentos computacionais e aplicação de caso

Com o objetivo de testar a robustez do modelo, diversos experimentos computacionais foram realizados, a partir de análises de sensibilidade de conjuntos hipotéticos de valores. Em cada análise realizada, um indicador (entrada do sistema) era gradualmente incrementado e os demais mantidos fixos, observando-se o comportamento das saídas correspondentes. Essas análises permitiram um refinamento do modelo através da reestruturação de algumas bases de regras.

Uma vez concluído o modelo matemático, foi realizada uma aplicação de caso em uma Instituição de Ensino Superior. Os dados foram obtidos por meio de um formulário eletrônico preenchido pela própria instituição.

A aplicação de caso permitiu avaliar a adequação do modelo em um contexto específico, além da comparação deste a outro modelo de avaliação de desempenho onde os indicadores são avaliados por faixas de valores. Por meio dessa abordagem tornou-se possível a realização de uma reflexão crítica dos resultados obtidos.

Essa etapa permitiu responder à pergunta da tese sobre a possibilidade de avaliar de forma eficiente campus universitários sustentáveis e inteligentes a partir de sistemas de inferência *fuzzy*.

3 Dimensões do Smart Campus por meio de uma revisão sistemática e bibliométrica da literatura²

3.1 Introdução

Nos últimos anos vem crescendo nas universidades a preocupação com os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2015) e a intenção de formar cidadãos conscientes de seus papéis na sociedade na qual estão inseridos. Para tanto, as universidades vêm adotando medidas em suas políticas e buscando incorporar em suas práticas e projetos esforços por sustentabilidade, ou seja, têm procurado mitigar os impactos que causam ao meio ambiente, como por exemplo, uso de recursos naturais, grande mobilidade de pessoas, geração de resíduos, etc. (LOZANO *et al.*, 2015). Conseqüentemente, a necessidade de implementar tais soluções, gerenciar dados e tomar decisões rápidas tem como grande aliada a tecnologia.

Conceitos como big data e internet das coisas, entre outros, têm desencadeado transformações diversas nas Universidades e a ideia de *smart* campus vem se tornando cada vez mais comum (AMRINA & IMANSURI, 2015).

A similaridade de estrutura entre campus universitários e cidades tem colocado o conceito de *smart* campus em proximidade ao conceito de cidades inteligentes, conforme evidenciado nos estudos de Pagliaro *et al.* (2016) que trazem uma discussão sobre a evolução do conceito de *smart* campus e suas afinidades e diferenças com relação ao que a literatura apresenta para *smart cities*. Apesar do crescente número de publicações nos últimos anos sobre a ideia de campus inteligentes, ainda são poucos os estudos voltados a identificar tendências e lacunas sobre o tema.

O estudo apresentado neste capítulo busca explorar a compreensão da situação atual da pesquisa que vem sendo desenvolvida sobre *smart* campus. A revisão de literatura foi apoiada por uma análise bibliométrica objetivando resumir a pesquisa existente neste campo de estudo medindo indicadores específicos.

Este capítulo foi estruturado da seguinte forma: a seção 1 discute como a literatura atual tem adotado o conceito de *smart* campus. Na seção 2 são apresentados os métodos do estudo. Na seção 3, são apresentados os resultados dos indicadores bibliométricos e as discussões pertinentes. Na seção 4, é realizada uma categorização dos artigos em dimensões permitindo

² O Capítulo encontra-se no formato de artigo a ser publicado futuramente em revista científica a definir.

assim identificar de modo mais claro os padrões de evolução na pesquisa. Finalmente, a seção 5 descreve as principais conclusões e as oportunidades para pesquisas futuras.

3.2 Smart Campus

Cada vez mais a palavra *smart* é usada em diferentes contextos. Temos smartphones, *smart TV's*, *smart watches*, *smart cities*, frequentemente associada ao contexto tecnológico. O termo *smart campus* é um conceito que está em construção. Vasileva *et al.* (2018) afirmam que, diferentemente de cidades inteligentes, o termo campus inteligente não foi tão extensivamente estudado, apesar de ter aparecido na literatura desde o início de 2000 (KANEKO, 2000). Sem a pretensão de abordar todas as definições para *smart campus* presentes na literatura, é apresentada nessa seção diferentes perspectivas que vem sendo consideradas nos últimos anos.

Para Muhamad *et al.* (2017), o termo *smart campus*, assim como cidade inteligente, também não possui uma definição canônica. No entanto, os autores afirmam que o uso do termo *smart campus* pode ser classificado em três abordagens principais: impulsionados pela tecnologia, baseados no conceito de *smart cities* e baseados no desenvolvimento de uma organização ou processo de negócios. Embasados nessas três abordagens, os autores concluem:

a ideia básica do campus inteligente é um esforço para integrar um conjunto de tecnologia inteligente avançada pela universidade para melhorar o desempenho, a qualidade dos graduados e a facilidade de vida por meio da prestação de serviços de tecnologia da informação que sejam valiosos, dinâmicos e orientado ao usuário para dar suporte à automação e relatórios em tempo real, não apenas para atividades de aprendizado, mas abrangendo um aspecto mais amplo, incluindo: interação social, meio ambiente, gerenciamento de escritório, economia de energia, etc.(Muhamad *et al.*, 2017, tradução nossa).

Essa abordagem atende à definição apresentada pela ITU

Uma cidade sustentável inteligente é uma cidade inovadora que utiliza tecnologias de informação e comunicação (TICs) e outros meios para melhorar a qualidade de vida, a eficiência da operação e serviços urbanos e a competitividade, garantindo ao mesmo tempo que atende às necessidades das gerações presentes e futuras em relação à aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais (ITU, 2019, p.2, tradução nossa).

As universidades são responsáveis por inculcar nas pessoas a capacidade de desenvolver, ensinar, gerenciar, liderar e tomar decisões. Assim, as universidades são vitais para a sustentabilidade urbana, como meio eficaz de comunicação dos valores da sustentabilidade

ambiental para diversos públicos, promovendo a sustentabilidade e inserindo ideias de sustentabilidade em cursos de graduação e pós-graduação (ALSHUWAIKHAT & ABUBAKAR, 2008).

Segundo Finlay e Massey (2012), as universidades são fontes orgânicas de evolução e veículos de mudança social. Os autores também apontam que a autonomia de uma universidade em relação à maior estrutura governamental e menor complexidade das políticas locais, as universidades podem reduzir o efeito cumulativo dos problemas ambientais.

Lozano (2006) afirma que o desenvolvimento sustentável nas universidades pode ser implementado por canais como organizações estudantis, currículos, pesquisas e interação entre alunos e professores, ressaltando que a abordagem prática é sempre melhor. Essas implementações podem ser expandidas em questões que correlacionam tanto o desenvolvimento ambientalmente sustentável quanto questões relacionadas ao desenvolvimento social e econômico, como programas sociais comunitários e desenvolvimento de empresas juniores.

As universidades têm um papel muito importante na disseminação dos conceitos de sustentabilidade, contribuindo principalmente para uma educação consciente em termos de responsabilidade social e compromisso com os objetivos do desenvolvimento sustentável. Portanto, os campus inteligentes são ambientes excelentes onde soluções podem ser implementadas e testadas, que posteriormente podem ser aplicadas em larga escala nas cidades, promovendo soluções para esses objetivos (FRANCISCO *et al.*, 2020).

Para alguns autores, um *smart campus* é aquele que facilita de alguma maneira o processo de ensino aprendizagem. Peng *et al.* (2019) definem *smart campus* como aquele que tem como objetivo permitir uma educação inteligente, precisa e personalizada. Song *et al.* (2018) exploram o uso de gamificação com objetivo de encorajar estudantes a finalizar o processo de aprendizagem estruturado. Christensen, Rodil e Rehm (2017) também abordam o uso da gamificação mas na perspectiva de que a aprendizagem pode ser projetada com os usuários para preservar suas necessidades, métodos de aprendizagem e ambiente. Os autores destacam o uso de gamificação para incentivar pessoas com algum tipo de deficiência cognitiva a fazerem movimentos físicos e interagirem uns com os outros. Xu *et al.* (2018) apresentam a ideia do uso de tecnologia da informação e armazenagem de dados em campus universitários para o desenvolvimento de formas de avaliação mais eficazes e menos trabalhosas.

Num outro contexto, campus universitários são vistos como *smart cities*. Segundo Negreiros (2018, p. 98), uma cidade inteligente pode orientar melhor a tomada de decisão a respeito da prosperidade, sustentabilidade, resiliência, gestão de emergências, ou prestação de serviços efetiva e igualitária. Soluções tecnológicas e o uso eficaz de dados estão proporcionando liderança de cidades com novas ferramentas e oportunidades para mudanças efetivas.

Pode-se afirmar que grande parte das abordagens encontradas na literatura referente a *smart cities* são apoiadas no uso de soluções baseadas em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (ALBINO, BERARDI & DANGELICO, 2015; HÖJER & WANGE, 2014), apesar de até hoje não haver uma definição canônica (BIBRI & KROGSTIE, 2017). Nesse sentido, campus universitários são estratégicos atuando como *living labs*, ou seja, ambientes propícios para desenvolver e/ou implementar soluções, em menor escala, antes de serem ampliadas para cidades (DELL'ERA & LANDONI, 2014). Fortes *et al.* (2019, p. 2) afirmam que campus universitários têm alto potencial para promover inovações uma vez que sua população se envolve tanto como *testers* quanto como desenvolvedores. Ao encontro dessa abordagem, Alrashed (2020, p. 2) afirma que “os campus universitários são candidatos ideais para construir e testar o modelo de cidade inteligente, pois todos os edifícios usam principalmente as tecnologias e protocolos de comunicação compatíveis” (tradução nossa). Destacamos também os estudos de Fortes *et al.* (2019), Moreno *et al.* (2016) Fraga-Lamas *et al.* (2019), Dong *et al.* (2016) and Min- Allah & Alrashed (2020).

Os princípios do desenvolvimento sustentável podem ser norteadores na implementação de *smart campus*. Os estudos Villegas-Ch, Palacios-Pacheco e Luján-Mora (2019) trazem a ideia de que *smart campus* baseiam-se em conceitos e experiências de cidades inteligentes, onde a integração de sistemas permite que necessidades de seus usuários sejam atendidas e que haja controle sobre o consumo de recursos corroborando com definições que incluem o desenvolvimento sustentável na definição de cidades inteligentes (Bent, Crowley, & Nutter, 2014; Bifulco *et al.*, 2016; Höjer & Wang, 2015; Kramers *et al.*, 2014). Por meio do uso da captação de dados via IoT e uso de sensores, armazenamento e uso de tecnologia de big data para gerenciamento e análise dos mesmos, é possível proporcionar um local confortável para as partes interessadas. Porém, vale ressaltar que algumas pessoas podem não se sentir à vontade em um ambiente totalmente monitorado. Segundo Kwok

como a inteligência depende da disponibilidade de uma grande quantidade de dados, em particular dados pessoais com julgamentos subjetivos, a privacidade dos dados é

uma grande preocupação. De acordo com a definição da Lei de Proteção de Dados (Information Commissioner's Office Key Definition of Data Protection Act UK), dados pessoais significam dados relacionados a uma pessoa que pode ser identificada a partir desses dados, incluindo qualquer expressão de opinião sobre o indivíduo e qualquer indicação das intenções dos controladores de dados ou usuários de dados em relação ao indivíduo. Os estabelecimentos de ensino devem seguir os respectivos requisitos legislativos e os princípios de proteção de dados declarados no tratamento de dados (Kowk, 2015, tradução nossa)

Ressalta-se também que, apesar de funções básicas como controle de acesso às instalações e monitoramento do campus serem relativamente simples de serem implementadas, pode não ser fácil encontrar um equilíbrio entre essa facilidade e o alcance dos reais objetivos de segurança como identificação de situações normais e anormais de forma automática, sem a interferência da inteligência humana (KWOK, 2015).

Outros autores também trazem soluções a fim de promover o desenvolvimento sustentável nos *smart* campus (CRUZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2020; GRIFFITHS *et al.*, 2019; ALVAREZ-CAMPANA *et al.*, 2017). Nessa mesma linha encontram-se muitos trabalhos sobre a geração e monitoramento de energia em campus universitários (STAVROPOULOS *et al.*, 2016; FRAGA-LAMAS *et al.*, 2019; VILLEGAS-Ch *et al.*, 2019, MIN-ALLAH & ALRASHED, 2020).

Além disso, sobre os diferentes contextos em termos de que tipo de tecnologia é utilizada no estudo de *smart* campus podemos destacar o uso de internet das coisas (SÁNCHEZ-TORRES *et al.*, 2018; FRAGA-LAMAS, *et al.*, 2019), a melhoria da experiência de seus usuários (GIOVANELLA *et al.*, 2016), uso de plataformas de informação privadas (ATAYERO *et al.*, 2019; LUO, 2018), tecnologias de segurança (CHEN *et al.*, 2018), computação na nuvem (Xia *et al.*, 2018; FERNANDÉZ-CARAMÉS & FRAGA-LAMAS, 2019), infraestrutura predial inteligente (VALKS, ARKESTEIJN & DEN HEIJER, 2019; DE ANGELIS *et al.*, 2015), eficiência energética (PAPOOLA *et al.*, 2018), monitoramento ambiental (ALVAREZ-CAMPANA *et al.*, 2017; JELADZE & PATA, 2018), metodologias de ensino-aprendizagem (SONG *et al.*, 2018), mobilidade (TOUTOUH & ARELLANO, 2018; TORRES-SOSPEDRA, 2015), infraestrutura de sala de aula (SARDINHA, ALMEIDA & PEDRO, 2017; HUANG, SU & PAO, 2019), dentre outras abordagens. Destaca-se que muitos trabalhos percorrem mais de um dos temas supracitados.

Numa outra perspectiva, alguns autores abordam o conceito de inteligência baseados na experiência dos indivíduos. Giovanella *et al.* (2015) propõem uma estrutura de avaliação para

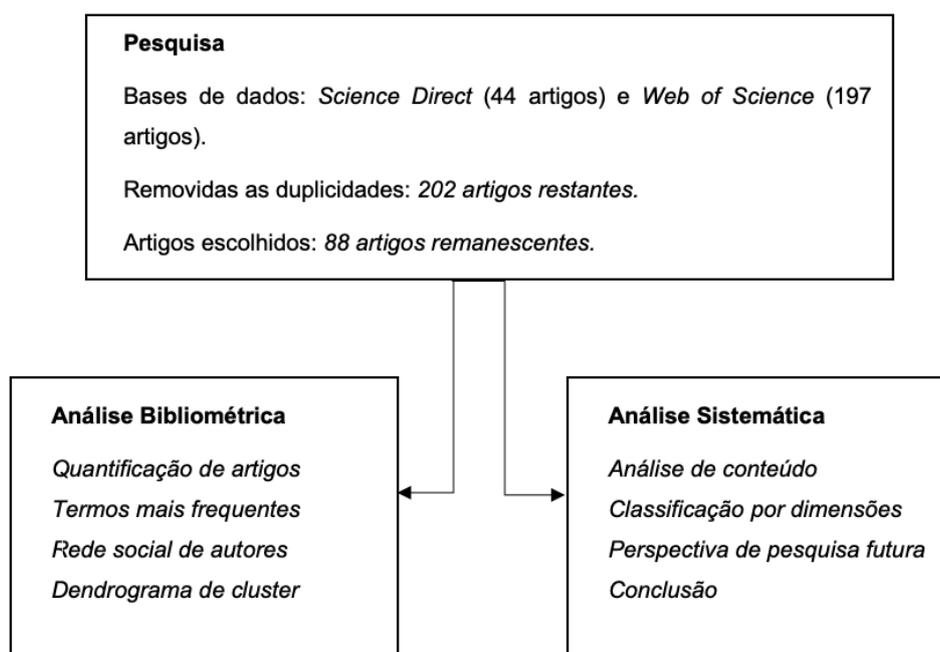
campus inteligentes inspirada pela pirâmide de Maslow (MASLOW, 1943) e pela definição de estado de fluxo (CZISIKSZENTMIHALYI, 1990). Os autores afirmam que a inteligência de um campus não está em operar eficientemente, como uma máquina, mas sim em manter um ambiente que seja capaz de conhecer seus indivíduos e proporcionar-lhes condições para alcançar auto realização. Tal estrutura de avaliação faz parte de uma das atividades da ASLERD (Association for Smart Learning Ecosystems and Regional Development) como alternativa para o *benchmarking* de ecossistemas de aprendizagem (GIOVANELLA, 2014).

Em resumo, identificamos na literatura diferentes abordagens para o tema *smart campus*. Apresentamos aqui artigos que buscam gerenciar conteúdos e/ou introduzir plataformas digitais de aprendizagem. Mostramos também estudos que relacionam *smart campus* ao uso de infraestruturas de *hardware* ou *software* voltadas para gerenciar recursos e/ou fornecer serviços e aplicativos para os usuários do campus. Além disso, em alguns trabalhos os autores abordam a possibilidade de *smart campus* atuarem como *living labs* buscando soluções para *smart cities*. Apesar de uma aparente fragmentação no conceito, em geral, as abordagens corroboram para o fato do termo *smart campus* estar associado de alguma maneira ao uso de tecnologias.

3.3 Metodologia

Para analisar a produção científica sobre *smart campus* foi realizada uma análise bibliométrica e sistemática da literatura. A Figura 3 apresentadas as etapas principais para realização desta pesquisa.

Figura 3. Procedimento de seleção e análise de artigos.



Fonte: Autoria própria.

A primeira etapa inicia-se com a coleta de dados da literatura por meio de uma abrangente pesquisa on-line usando as bases de dados Science Direct e Web of Science. Foram coletados os artigos de periódicos revisados por pares das categorias *Review articles*, *Research articles* e *Data articles* de periódicos até fevereiro de 2021. Tomando como base a análise de referências bibliográficas de artigos estudados sobre o assunto, decidiu-se pelos termos de busca: "*intelligent + campus*", "*intelligent + university*", "*intelligent + universities*", "*intelligent + learning + ecosystem*", "*intelligent + learning + ecosystem*", "*intelligent + learning + ecosystems*", "*smart + campus*", "*smart + university*", "*smart + universities*", "*smart + learning + ecosystem*" e "*smart + learning + ecosystems*", utilizando-se o conectivo lógico "OR" de forma a evitar duplicidades na busca de diferentes termos em cada uma das bases escolhidas. As palavras-chave de busca foram aplicadas aos campos título, resumo e palavras chaves. A busca resultou em 44 artigos na base de dados Science Direct e 197 resultados pela Web of Science, totalizando 202 artigos após retiradas manualmente as duplicidades.

Em seguida, foi realizada uma nova seleção considerando uma análise por títulos e resumos nos artigos selecionados. Esta triagem resultou em 149 artigos após a primeira filtragem por título e finalizando a seleção com 88 artigos após ter sido realizada a leitura do abstract. Esta análise foi importante para o desenvolvimento da pesquisa pois foi observado que muitos dos trabalhos que haviam sido listados inicialmente estavam relacionados ao uso de alguma tecnologia específica, como por exemplo, tecnologia de rádio frequência, aplicada

particularmente a algum contexto do campus, não caracterizando a estrutura do campus como smart, de uma forma mais abrangente. Para mais informações sobre diferentes tipos de tecnologias aplicadas a *smart* campus, o leitor pode consultar Muhamad *et al.* (2017). Dessa forma, foram mantidos os artigos que atendem ao escopo geral proposto para esta pesquisa. Os artigos selecionados foram utilizados na segunda e terceira etapas, considerando a análise quantitativa por uma abordagem bibliométrica e uma análise sistemática, respectivamente.

3.4 Análise Bibliométrica

Nessa etapa da pesquisa, os artigos selecionados tiveram todos os seus conteúdos analisados, com exceção das suas referências, a partir de estudos bibliométricos. Para investigar a estrutura da pesquisa em *smart* campus que vem sendo consolidada na literatura foram explorados os seguintes indicadores: quantificação do número de publicações por ano, identificação dos termos mais recorrentes, análise da relação entre termos recorrentes a partir de um dendograma de cluster e estudo sobre os autores dos artigos, através da quantificação de artigos por autor.

Para realizar uma visualização quantificada do número de ocorrência das palavras de forma mais abrangente optou-se por elaborar uma nuvem de palavras. A nuvem de palavras permitiu analisar os termos de maior frequência contidos nos artigos estudados revelando as palavras que orbitam ao redor do termo *smart* campus, objeto central desse estudo, tornando o resultado mais interpretativo.

Além disso, complementando os estudos bibliométricos, a análise de redes sociais foi utilizada para indicar as redes de colaboração de pesquisadores. As redes são sistemas compostos por ‘nós’ e conexões entre eles, conectados por algum tipo de relação. Neste estudo, foi explorada a relação entre autores e suas co-autorias para identificar a evolução do campo de conhecimento sobre *smart* campus.

3.5 Análise sistemática

A fim de se obter uma revisão sistemática da literatura, na terceira etapa, optou-se por realizar uma categorização para classificar qualitativamente os artigos selecionados.

Considerando que um modelo de cidade inteligente pode ser adequado para campus de universidades (MATTONI *et al.*, 2016) a abordagem para identificar nos artigos características relevantes de um *smart campus* foi construída a partir da classificação proposta por Giffinger *et al.* (2007) pois tem sido amplamente reconhecida e aplicada. Esta estrutura é baseada em seis eixos, ou dimensões: Governança, Pessoas, Economia, Meio Ambiente, Vivência e Mobilidade, sendo todos eles norteados por soluções tecnológicas.

Dessa forma, todos os artigos selecionados neste estudo foram categorizados de acordo com os assuntos por eles abordados segundo as dimensões propostas por Giffinger *et al.* (2007), interpretando-as para o contexto de *smart campus*:

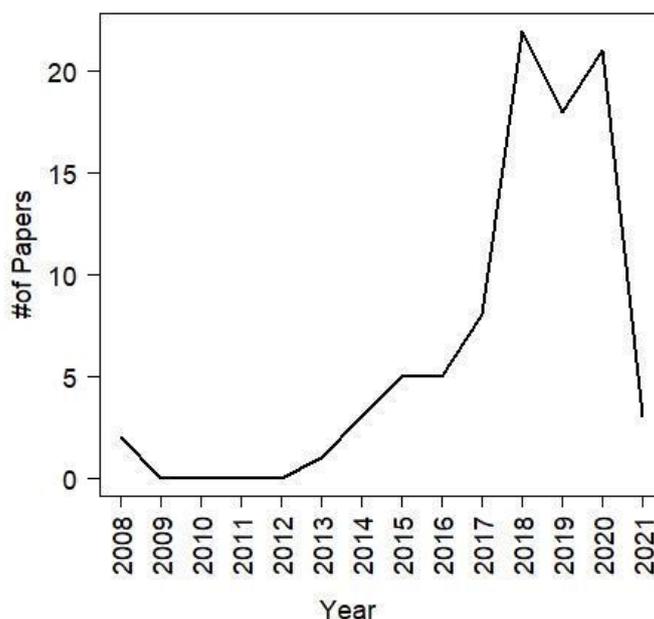
Smart governance: Fornece aos usuários mecanismos para participar na tomada de decisões ou nos serviços públicos. *Smart people*: Lida com questões sociais, incluindo o envolvimento em eventos do campus e atividades de aprendizagem. *Smart mobility*: Este campo está relacionado à acessibilidade do campus, incluindo o uso de meios de transporte eficientes, limpos, seguros e inteligentes. *Smart environment*: Contempla o monitoramento e proteção do meio ambiente, bem como a gestão sustentável dos recursos disponíveis. *Smart living*: As tecnologias usadas nesses campos podem monitorar diversos aspectos da vida nas instalações do *campus*, como segurança pessoal, saúde ou detecção de multidões. *Smart economy*: Está relacionado à competitividade do campus em termos de empreendedorismo, inovação ou produtividade (Fraga-Lamas *et al.*, 2019, p. 4, tradução nossa).

Esta abordagem de síntese a partir das dimensões foi proposta como o modo de análise dos artigos selecionados, pois permite identificar temas comuns dos estudos agrupando-os segundo características essenciais para uma classificação de *smart campus*.

3.6 Resultados da análise bibliométrica

Inicialmente foi obtida a distribuição temporal da literatura caracterizando a evolução dos estudos publicados para o tema *smart campus*, conforme a Figura 4. A partir de 2013 é observado um crescimento, no entanto, o aumento das publicações identificado entre 2018 e 2019, sinaliza o crescente interesse no tema, além de uma média de 20 artigos por ano a partir de então. Como o “corte” da pesquisa foi no início de 2021, justifica-se o menor número de artigos nesse ano.

Figura 4. Número de artigos por ano.

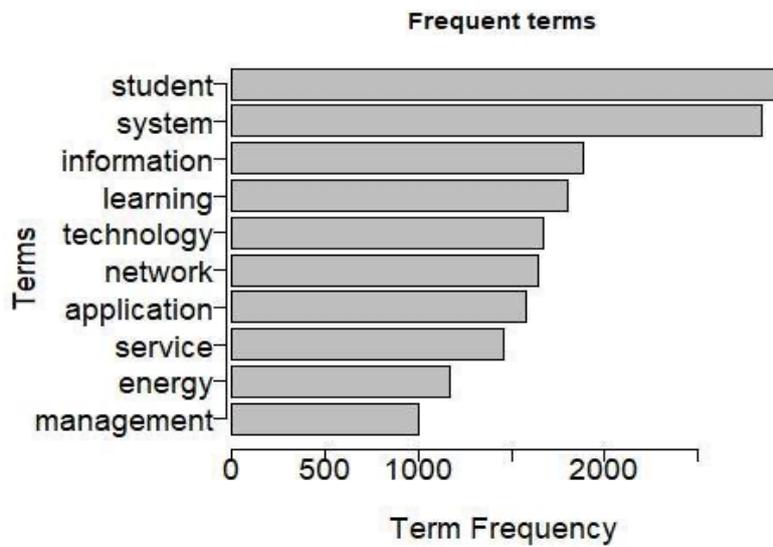


Fonte: Autoria Própria.

A seguir foi realizado um estudo para identificar as palavras de maior frequência no conjunto de artigos. O estudo dos termos mais frequentes revela a direção que os autores têm adotado em suas pesquisas. A Figura 5 lista as 10 palavras com maior frequência. Esta análise requereu esforços para remover alguns verbos e palavras de uso comum que aparecem frequentemente, mas não são determinantes para apontar as direções que estão sendo adotadas pelos autores. Dessa forma, para listar as palavras mais frequentes foram omitidos, por exemplo, as palavras *set*, *see*, *part*, *or*, *make* dentre outras.

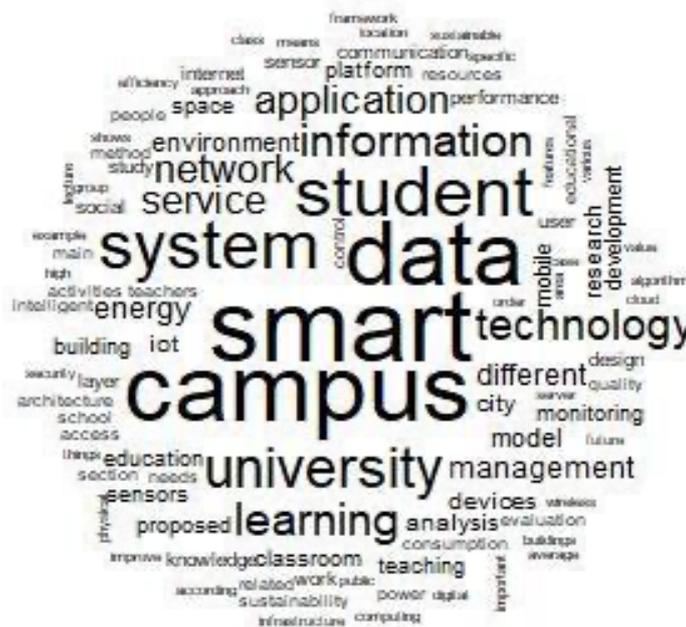
As palavras *smart*, *campus* e *university* foram também omitidas já que representam o escopo deste estudo e naturalmente terão destaque entre as palavras mais frequentes. A alta incidência das palavras *system*, *information*, *technology*, *network*, *application*, *service*, *energy* e *management* apresentadas na Figura 5 vem ao encontro do que aponta Vasileva *et al.* (2018) de que a pesquisa em *smart campus* tem sido amplamente focada em tecnologias. Ressalta-se que a palavra *student* foi a mais frequente e, juntamente com a alta incidência da palavra *learning*, corroboram com tendências que defendem que o uso de soluções tecnológicas não são o fim mas sim o meio para que campus se tornem *smart campus*. Devemos reforçar que o uso da tecnologia não faria sentido se não fossem voltadas para melhorar a experiência dos *stakeholders* do campus, conforme apresentado por Giovanella *et al.* (2015).

Figura 5. Top 10 termos encontrados.



Fonte: Autoria Própria.

Figura 6. Nuvem de palavras com os 100 principais termos encontrados nos artigos estudados.



Fonte: Autoria Própria.

A nuvem de palavras, ilustrada na Figura 6, permite observar que a palavra *data*, ao redor do tema central, tem alta frequência de ocorrência. Isso revela similaridade com os estudos sobre cidades inteligentes, nos quais a análise de dados tem sido compreendida quase que como seu sinônimo (KITCHIN, 2014). Note que a ocorrência das palavras *platform*, *computing*, *sensors*, *internet* e *monitoring*, além das que foram apresentadas na Figura 5, estão também relacionadas ao significado tecnológico usualmente agregado às palavras *smart* e *intelligent*

quando associadas a campus universitários, analogamente ao que acontece aos termos *smart city* e *intelligent city* (BIBRI, 2018; BIBRI; KROGSTIE, 2017 a,b).

Porém, toda essa tecnologia pode ser aplicada a diferentes contextos num ambiente universitário. As incidências das palavras *classroom, teaching, access, monitoring, security, study, architecture, educational, people, features, location, etc.*, referem-se à tecnologia voltada ao ensino. São exemplos plataformas computacionais diversas ou a própria infraestrutura das salas de aulas, agregando a estas, sistemas computacionais na forma de disponibilizar o conteúdo a ser ensinado, como projetores e lousas inteligentes ou voltados ao controle de presença e acesso aos ambientes.

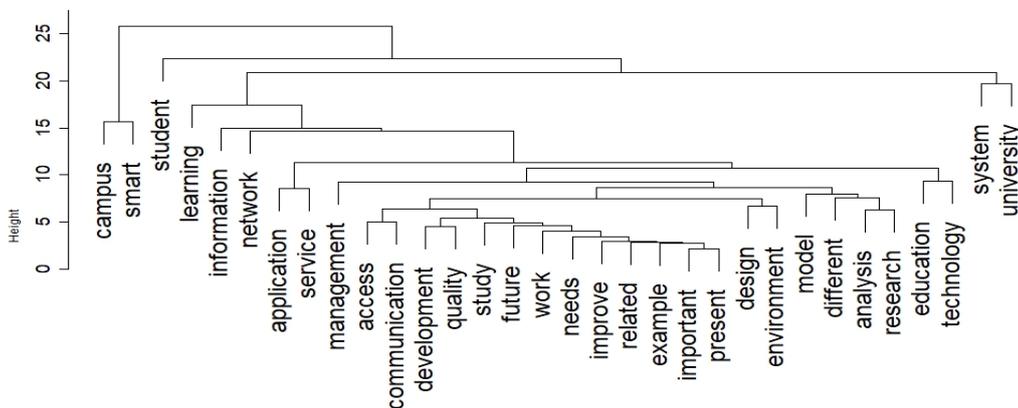
Palavras como *environment, energy, management, sensor, device, energy control* revelam a preocupação com o gerenciamento do uso de recursos no campus, motivada por esforços envolvendo sustentabilidade (ALVAREZ-CAMPANA, 2017; GRIFFITHS *et al.*, 2019; FRAGA-LAMAS *et al.*, 2019). Nesse sentido, o campus é interpretado como uma *mini-city*, onde soluções para cidades inteligentes e sustentáveis são desenvolvidas, aplicadas e testadas, de forma a torná-lo um *living-lab* (VASILEVA *et al.*, 2018; FORTES *et al.*, 2019; DEL-VALLE-SOTO *et al.*, 2019).

Na maioria das abordagens citadas acima, destaca-se a necessidade de armazenar e gerenciar um grande volume de dados, justificando-se assim palavras como *cloud, database, processing, process, computing, layer*, entre outras.

O dendrograma apresentado na Figura 7 mostra associação entre termos encontrados nos artigos. Devido à predominância de artigos sobre *smart living, environment* e *people*, podemos dizer que esses estudos focam majoritariamente em *network technology, student learning, university system* e gestão de informação e comunicação.

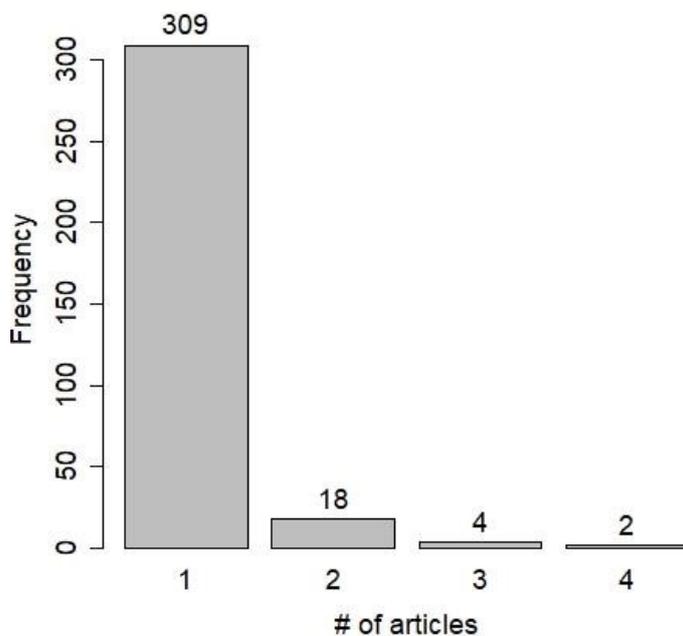
Observa-se também o uso da palavra *information* relacionada a diferentes contextos, como por exemplo *management, communication, network*, dentre outros, corroborando com a alta incidência desse termo identificada na Figura 5. Tal fato está associado ao grande uso de IoT no contexto utilizado gerando a necessidade de armazenar e gerenciar informações, além de garantir segurança e privacidade à instituição de uma forma geral e especificamente às pessoas envolvidas.

Figura 7. Dendrograma de cluster.



Fonte: Autoria própria.

Figura 8. Número de artigos por autor.



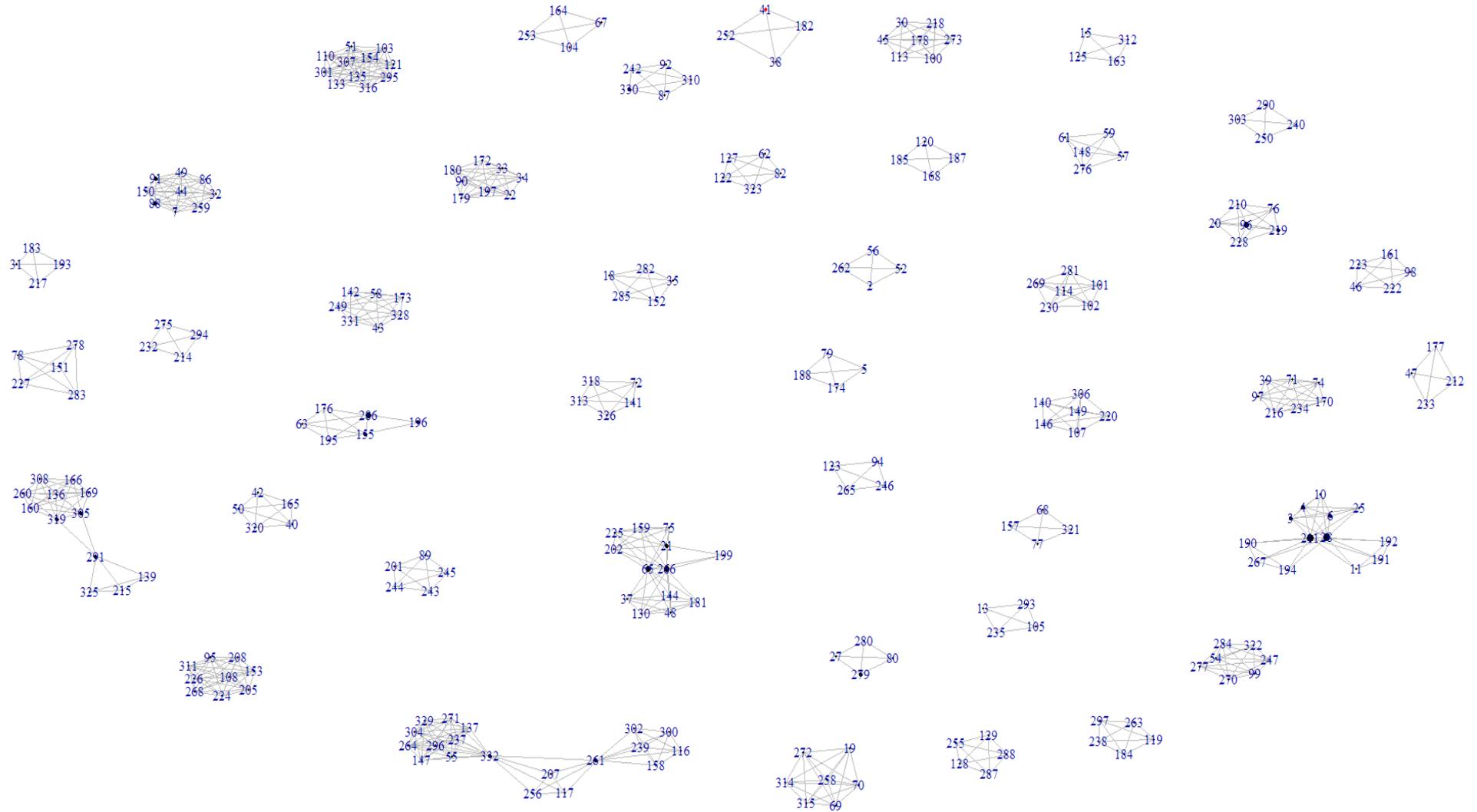
Fonte: Autoria própria.

A análise bibliométrica identificou 333 autores entre os artigos selecionados. A Figura 8 mostra as produtividades dos autores relacionadas ao tema de estudo e a Figura 4 apresenta a quantidade de artigos publicados anualmente relacionados ao assunto *smart campus*. É possível notar que este assunto tem despertado maior interesse nos últimos três anos. Na Figura 8 pode-se observar que mais de 90% dos autores publicaram apenas 1 artigo sobre o tema estudado. Tal fato pode ser justificado pela recente abordagem sobre o tema de uma forma geral, uma vez que 72,7% dos artigos foram publicados desde 2018 até o início de 2021 (Figura 3). Além disso, foram considerados nesse estudo apenas *Review articles*, *Research articles* e *Data articles*.

Observa-se que os estudos sobre o tema *smart campus* apesar de crescente ainda é bem recente, com pouca concentração de estudos por conjunto de autores.

Além disso, para identificar autorias e co-autorias de grupos semelhantes foi utilizada a análise de redes sociais. A rede elaborada, apresentada na Figura 9, exibe a rede de conectividade entre os autores, onde cada nó é um autor e cada conexão uma coautoria. Esta rede, em particular, contém 333 autores, 758 conexões ou coautorias. O diâmetro da rede é igual a 3, ou seja, o maior caminho entre um autor e outro, conectados em uma sub-rede, é de 3 autores. Nesta figura são identificados os autores que possuem pelo menos 3 coautorias. Entretanto, notam-se ainda a existência de muitas sub-redes, o que significa que existem muitos grupos de autores que publicaram somente um artigo juntos e nada mais. A exceção são cinco sub-redes maiores, onde nota-se 2 a 3 artigos contendo alguns autores em comum. Giovannella não está representado na Figura 9, pois ele publicou alguns trabalhos como autor único.

Figura 9. Redes sociais contendo autores e suas coautorias.



Fonte: Autoria própria.

3.7 Análise sistemática e categorização por dimensões

Utilizando as dimensões de Giffinger et al. (2007), inicialmente propostas para smart cities e adaptadas para o conceito de campus universitário, é apresentada uma categorização para os artigos selecionados. As dimensões consideradas são: 1- Economia Inteligente, 2- Pessoas Inteligentes, 3- Governança Inteligente, 4- Mobilidade Inteligente, 5- Meio Ambiente Inteligente e 6 – Vivência Inteligente. A Tabela 1 apresenta a classificação realizada levando-se em consideração os assuntos abordados pelos artigos. Dessa forma, muitos artigos estão caracterizados em mais de uma dimensão.

Tabela 1. Categorização de artigos de acordo com 6 dimensões propostas por Giffinger *et al.* (2007). 1- Economia Inteligente, 2- Pessoas Inteligentes, 3- Governança Inteligente, 4- Mobilidade Inteligente, 5- Meio Ambiente Inteligente e 6 – Vivência Inteligente.

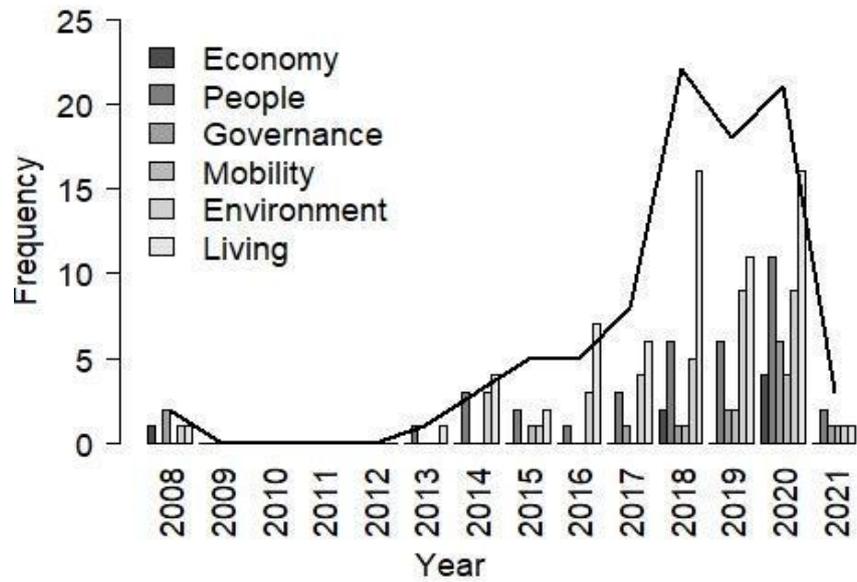
Dimensão Giffinger	Artigos Relacionados
1- <i>Smart Economy</i>	Staškevičiūtė & Neverauskas, 2008; Valks <i>et al.</i> , 2018; Jeladze & Pata, 2018; Castrillon-Mendoza <i>et al.</i> , 2020; Alrashed, 2020; Min-Allah & Alrashed, 2020; Jurva <i>et al.</i> , 2020
2- <i>Smart People</i>	Lim <i>et al.</i> , 2013; Atif <i>et al.</i> , 2014; Caballero <i>et al.</i> , 2014; Coccoli <i>et al.</i> , 2014; Giovannella <i>et al.</i> , 2015; Khamayseh <i>et al.</i> , 2015; Dong <i>et al.</i> , 2016; Christensen <i>et al.</i> , 2017; Ciribini <i>et al.</i> , 2017; Elsaadany <i>et al.</i> , 2017; Nan <i>et al.</i> , 2018; Qu <i>et al.</i> , 2018; Song <i>et al.</i> , 2018; Sutjarittham <i>et al.</i> , 2018; Xu <i>et al.</i> , 2018; Zheng <i>et al.</i> , 2018; Fernandez-Carames <i>et al.</i> , 2019; Fortes <i>et al.</i> , 2019; Wu <i>et al.</i> , 2019; Xu <i>et al.</i> , 2019; Elsakova <i>et al.</i> , 2019; Dake & Oforu, 2019; Bittenbinder <i>et al.</i> , 2020; Min-Allah & Alrashed, 2020; Gilman <i>et al.</i> , 2020; Ahmed <i>et al.</i> , 2020; Puckdeevongs <i>et al.</i> , 2020; Prandi <i>et al.</i> , 2020; Kwet & Prinsloo, 2020; Villegas-Ch <i>et al.</i> , 2020; Maphosa, 2020; Song, 2020; Zhao <i>et al.</i> , 2021; Chen, 2021; Liu, 2020
3- <i>Smart Governance</i>	Staškevičiūtė <i>et al.</i> , 2008; Staškevičiūtė & Neverauskas, 2008; Ciribini <i>et al.</i> , 2017; Valks <i>et al.</i> , 2018; Fernandez-Carames <i>et al.</i> , 2019; Elsakova <i>et al.</i> , 2019; Bittenbinder <i>et al.</i> , 2020; Alrashed, 2020; Min-Allah & Alrashed, 2020; Ahmed <i>et al.</i> , 2020; Prandi <i>et al.</i> , 2020; Maphosa, 2020; Chen, 2021
4- <i>Smart Mobility</i>	Torres-Sospedra <i>et al.</i> , 2015; Toutouh <i>et al.</i> , 2018; Fernandez-Carames <i>et al.</i> , 2019; Fraga-Lamas <i>et al.</i> , 2019; Cruz-Rodriguez <i>et al.</i> , 2020; ; Castrillon-Mendoza <i>et al.</i> , 2020; Mazutti <i>et al.</i> , 2020; Alrashed, 2020; Adenle <i>et al.</i> , 2021
	Staškevičiūtė & Neverauskas, 2008; Coccoli <i>et al.</i> , 2014; Stavropoulos <i>et al.</i> , 2014; Wang, 2014; De Angelis <i>et al.</i> , 2015; Bi <i>et al.</i> , 2016; Karima & Altan, 2016; Moreno <i>et al.</i> , 2016; Alvarez-Campana <i>et al.</i> , 2017; Ciribini <i>et al.</i> , 2017; Popoola <i>et al.</i> , 2017; Sanchez-Torres <i>et al.</i> , 2017; Chang <i>et al.</i>

5- <i>Smart Environment</i>	<i>al.</i> , 2018; Griffiths <i>et al.</i> , 2018; Jeladze & Pata, 2018; Okeniyi <i>et al.</i> , 2018; Valks <i>et al.</i> , 2018; Del-Valle-Soto <i>et al.</i> , 2019; Fernandez-Carames <i>et al.</i> , 2019; Fortes <i>et al.</i> , 2019; Fraga-Lamas <i>et al.</i> , 2019; Valks <i>et al.</i> , 2019; Villegas-Ch <i>et al.</i> , 2019; Villegas-Ch <i>et al.</i> , 2019b, Zheng <i>et al.</i> , 2019; Weng <i>et al.</i> , 2019; Azizi <i>et al.</i> , 2020; Bittenbinder <i>et al.</i> , 2020; Castrillon-Mendoza <i>et al.</i> , 2020 Zaballos <i>et al.</i> , 2020; Mazutti <i>et al.</i> , 2020; Alrashed, 2020; Min-Allah & Alrashed, 2020; Ahmed <i>et al.</i> , 2020; Pasetti <i>et al.</i> , 2020; Adenle <i>et al.</i> , 2021
6- <i>Smart Living</i>	Staškevičiūtė & Neverauskas, 2008; Lim <i>et al.</i> , 2013; Atif <i>et al.</i> , 2014; Caballero <i>et al.</i> , 2014; Coccoli <i>et al.</i> , 2014; Wang, 2014; Giovannella <i>et al.</i> , 2015; Khamayseh <i>et al.</i> , 2015; Bi <i>et al.</i> , 2016; Dong <i>et al.</i> , 2016; Galego <i>et al.</i> , 2016; Giovannella, 2016; Jaroucheh <i>et al.</i> , 2016; ; Karima & Altan, 2016; Moreno <i>et al.</i> , 2016; Alvarez-Campana <i>et al.</i> , 2017; Christensen <i>et al.</i> , 2017; Ciribini <i>et al.</i> , 2017; Elsaadany <i>et al.</i> , 2017; Sanchez-Torres <i>et al.</i> , 2017; Sardinha, 2017; Adeyemi <i>et al.</i> , 2018; Chang <i>et al.</i> , 2018; Chen <i>et al.</i> , 2018; Griffiths <i>et al.</i> , 2018; Guo, 2018; Luo, 2018; Nan <i>et al.</i> , 2018; Nikolaeva <i>et al.</i> , 2018; Sutjarittham <i>et al.</i> , 2018; Tian <i>et al.</i> , 2018; Valks <i>et al.</i> 2018; Vasileva <i>et al.</i> , 2018; Xia <i>et al.</i> , 2018; Yang <i>et al.</i> ; 2018; Zheng <i>et al.</i> , 2018; Zheng <i>et al.</i> , 2018; Atayero <i>et al.</i> , 2019; Del-Valle-Soto, 2019; Fernandez-Carames <i>et al.</i> , 2019; Fortes <i>et al.</i> , 2019; Fraga-Lamas <i>et al.</i> , 2019; Huang <i>et al.</i> , 2019; Peng <i>et al.</i> , 2019; Valks <i>et al.</i> , 2019; Villegas-Ch, 2019b; Zheng <i>et al.</i> , 2019; Weng <i>et al.</i> , 2019; Cruz-Rodriguez <i>et al.</i> , 2020; Castrillon-Mendoza <i>et al.</i> , 2020; Zaballos <i>et al.</i> , 2020; Mazutti <i>et al.</i> , 2020; Alrashed, 2020; Min-Allah & Alrashed, 2020; Gilman <i>et al.</i> , 2020; Ahmed <i>et al.</i> , 2020; Puckdeevongs <i>et al.</i> , 2020; Kwet & Prinsloo, 2020; Jurva <i>et al.</i> , 2020; Li <i>et al.</i> , 2020; Maphosa, 2020; Zhou <i>et al.</i> , 2020; Pasetti <i>et al.</i> , 2020; Liu, 2020; Zhao <i>et al.</i> , 2021

A distribuição dos artigos nas dimensões utilizadas pode ser observada na Figura 10. A Figura 11 apresenta, para cada dimensão utilizada na categorização, sua proporção em relação ao total de artigos analisados.

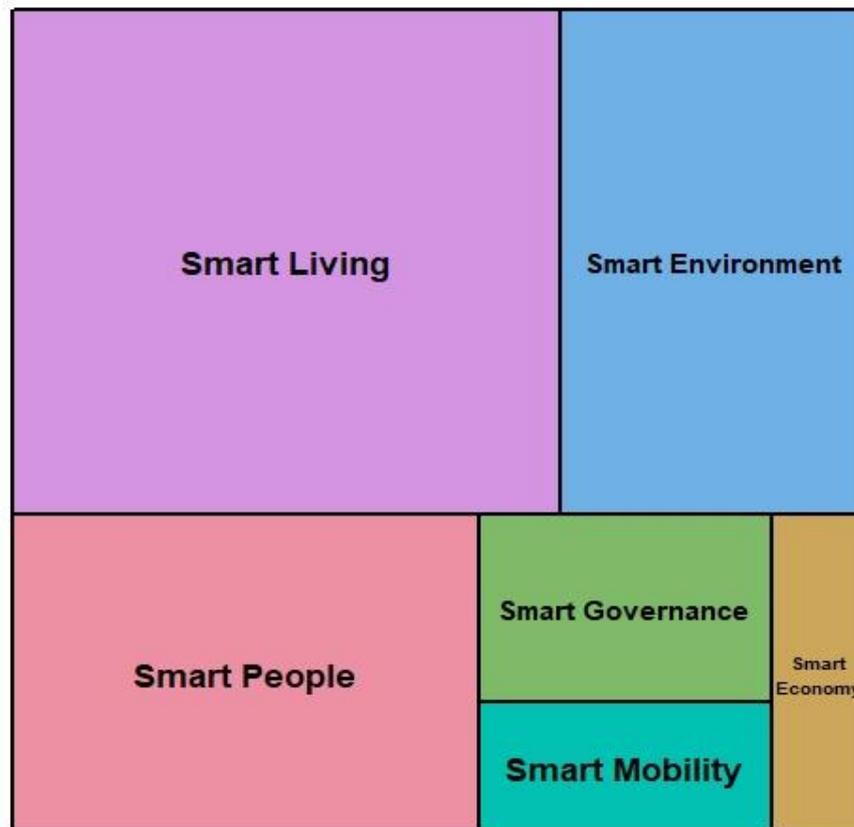
É notável uma predominância de artigos abordando assuntos como *Smart Living*, *Smart Environment* e *Smart People*, o que revela esforços empreendidos em tornar o campus mais funcional para seus atores, corroborando com a alta incidência da palavra *student*, identificada na Figura 4. A maior ocorrência de artigos nas *Smart Living*, *Smart Environment* e *Smart People* pode ser justificada pela interpretação atribuída às categorias proposta por Fraga-Lamas *et al.* (2019).

Figura 10. Categorização dos artigos segundo 6 dimensões propostas por Giffinger *et al.* (Giffinger *et al.*, 2007) ao longo dos anos, em relação ao número de artigos publicados por ano.



Fonte: Autoria própria.

Figura 11. Mapa de árvore mostrando as dimensões com base no total de artigos.



Fonte: Autoria própria.

O desenvolvimento desse capítulo proporcionou o reconhecimento do estado da arte sobre o tema *smart campus*. As limitações da estratégia de pesquisa bibliográfica escolhida incluem a análise apresentada com base em uma abordagem numérica dos estudos sem relacionar seus resultados, e o uso de apenas duas bases de dados, apesar de sua alta abrangência, e a seleção de tipos específicos de artigos (artigos de revisão, artigos de pesquisa e artigos de dados). Essa escolha foi baseada na intenção de abordar pesquisas mais fundamentadas sobre o tema, uma vez que artigos dessa natureza passam por revisão por pares. Como pesquisa futura, propõe-se uma análise mais profunda por meio da análise de conteúdo específica para cada categoria utilizada como classificação.

4 Proposta de Indicadores para Campus Sustentável e Inteligente³

4.1 Introdução

O uso de indicadores universitários é um importante instrumento de gestão, que permite nortear decisões estratégicas quanto à administração do campus além de proporcionar o constante aperfeiçoamento institucional. Chen; Wang e Yang (2009) afirmam que indicadores de desempenho são necessários para promover a qualidade do ensino universitário e provém informações para os tomadores de decisão universitários, além de identificar as suas demandas.

Atualmente no Brasil temos o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), instituído pela Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004. Tal sistema tem como fundamento a necessidade de promover a melhoria da qualidade da educação superior, a orientação da expansão da sua oferta, o aumento permanente da sua eficácia institucional, da sua efetividade acadêmica e social e, especialmente, do aprofundamento dos compromissos e responsabilidades sociais. Os processos avaliativos são coordenados e supervisionados pela Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior (Conaes) e a operacionalização é de responsabilidade do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Aluísio Teixeira (Inep) (BRASIL, 2004).

O Sinaes é composto por avaliação dos cursos e institucional (autoavaliação e avaliação externa) e avaliação dos estudantes através do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), além dos instrumentos de informação: censo da educação superior e cadastro de instituições e cursos, tendo sua importância cada vez mais evidente devido ao crescente aumento do número de universidades nos últimos anos. Os resultados de tais avaliações orientam não apenas as próprias instituições avaliadas e os órgãos governamentais quanto às políticas públicas, mas também alunos, pais e o público em geral quanto à realidade dos cursos e instituições. (NUNES, DUARTE & PEREIRA, 2017).

A avaliação dos cursos considera 3 dimensões: organização didático-pedagógica, perfil do corpo docente e instalações físicas. Já a avaliação institucional, interna e externa, considera 10 dimensões: missão e Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI); política para ensino, pesquisa, pós-graduação e extensão; responsabilidade social da Instituição de Ensino Superior (IES), comunicação com a sociedade, as políticas de pessoal, carreiras do corpo docente e de técnico-administrativo, organização de gestão da universidade, infraestrutura física,

^{3 3} O Capítulo encontra-se no formato de artigo a ser publicado futuramente em revista científica a definir.

planejamento de avaliação, políticas de atendimento aos estudantes e sustentabilidade financeira (BRASIL, 2015).

A avaliação interna ou autoavaliação é realizada pela Comissão Própria de Avaliação (CPA) de cada universidade, de acordo com o roteiro geral – proposto em nível nacional –, acrescido de indicadores específicos, projeto pedagógico, institucional, cadastro e censo, coordenados pela Conaes.

O instrumento de avaliação externa, realizado por comissões designadas pelo Inep, segundo diretrizes estabelecidas pela Conaes, considera 5 eixos dentro das dimensões supracitadas, e é composto por 51 indicadores sendo 5 do eixo de Planejamento e Avaliação Institucional, 9 do eixo de Desenvolvimento Institucional, 13 do eixo de Políticas Acadêmicas, 8 do eixo de Políticas de Gestão e 16 do eixo de Infraestrutura (BRASIL, 2014).

O Sinaes é um instrumento que avalia Instituições de Ensino Superior (IES) e seus cursos quanto à qualidade dos mesmos considerando aspectos como ensino, pesquisa, extensão, organização institucional, desempenho dos alunos, dentre outros (Soares, 2018).

No entanto, além de zelar pela qualidade dos cursos oferecidos, é crescente a preocupação das universidades com questões relativas à sustentabilidade, não só no Brasil como no mundo todo (LOZANO *et al.*, 2015) e o Sinaes não traz indicadores relacionados à tal questão.

Há mais de duas décadas, universidades vêm se comprometendo com questões relacionadas à sustentabilidade (CROFTON, 2000; ALSHUWAIKHAT & ABUBAKAR, 2008). Segundo Velazquez *et al.* (2006), apesar da literatura não fornecer o momento exato em que universidades se comprometeram formalmente com questões relacionadas à sustentabilidade em seus estatutos, existem pesquisas feitas por universidades sobre o tema durante o período de 1994 a 2000, sendo consequências do reconhecimento formal de seu papel na proteção e conservação ambiental, em nível internacional, na conferência de Estocolmo em 1972 (LOZANO *et al.*, 2015).

Práticas sustentáveis vêm sendo incorporadas pelas universidades na gestão do campus, como reciclagem de resíduos, investimentos em fontes renováveis de energia, reuso de água, etc., além de serem incorporadas às práticas de ensino e pesquisa (ALEIXO *et al.*, 2016; BRUNDIERS *et al.*, 2020; CEBRIÁN & JUNYENT, 2015; LI, GU & LIU, 2018; LOZANO *et al.*, 2015). Isso pode ser explicado pelo impacto ambiental inerente à existência de uma universidade, como o aumento da demanda por transporte, uso de energia e produção em massa de resíduos (ALSHUWAIKHAT & ABUBAKAR, 2008; LOZANO *et al.*, 2015). Além disso,

a Universidade tem um compromisso com a sociedade, pois é um instrumento de forte influência, sendo responsável pela formação não só técnica, mas também ética de seus alunos, e estes serão os tomadores de decisão de amanhã (HANSEN & LEHMANN, 2006; LI, GU & LIU, 2018). Ações dessa natureza atendem aos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS).

As universidades também enfrentam grandes desafios no que diz respeito à gestão de um grande número de pessoas, atividades e serviços e, nesse sentido, o uso de soluções tecnológicas pode ser um grande aliado para promover uma gestão mais eficiente em diversos aspectos. Cada vez mais artigos sobre o uso e contribuições de tecnologias nas mais diversas esferas dos campus universitários são encontrados na literatura (DONG *et al.*, 2016; FORTES *et al.*, 2019; FRAGA-LAMAS *et al.*, 2019; MIN-ALLAH & ALRASHED, 2020; MORENO *et al.*, 2016; VILLEGAS-CH, PALACIOS-PACHECO & LUJÁN-MORA', 2019).

O termo campus inteligente tem sido utilizado para se referir aos campus universitários que, além de outras atividades, utilizaram a tecnologia para promover a gestão. Apesar de ser um conceito muito recente e sem uma definição canônica, a ideia de campus inteligente tem sido amplamente discutida na literatura (FRAGA-LAMAS *et al.*, 2019; PAGLIARO *et al.*, 2016; MIN-ALLAH & ALRASHED, 2020; MUHAMAD *et al.*, 2017; SÁNCHEZ-TORRES *et al.*, 2018).

Diferentes abordagens são encontradas na literatura. Para alguns autores, o conceito de campus inteligente está diretamente relacionado a formas inovadoras de ensinar e aprender, ou à vivência dos alunos em sua vivência no campus (CHRISTENSEN, RODIL & REHM, 2017; GIOVANELLA *et al.*, 2016; PENG *et al.*, 2019; XU *et al.*, 2018). Outra abordagem considera campus universitários como *living-labs*, onde soluções para cidades inteligentes são implementadas e testadas (FORTES *et al.*, 2019). De acordo com Alrashed (2020, p. 2) “os campus universitários são candidatos ideais para construir e testar o modelo de cidade inteligente, pois todos os edifícios usam principalmente as tecnologias e protocolos de comunicação compatíveis”. Há também abordagens que consideram campus inteligentes aqueles que, por meio do uso de tecnologia, integram sistemas que permitem o monitoramento de necessidades, usuários e recursos, bem como a gestão do campus em geral, o que pode promover o desenvolvimento sustentável (ALVAREZ-CAMPANA *et al.*, 2017; CRUZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2020; GRIFFITHS *et al.*, 2019; VILLEGAS-CH, PALACIOS-PACHECO & LUJÁN-MORA, 2019).

Este capítulo tem como objetivo apresentar um conceito para campus sustentáveis inteligentes, além de propor um conjunto de indicadores para universidades, para medir seu desempenho dentro de tal abordagem objetivando contribuir para a melhoria contínua das universidades, no que diz respeito ao seu desenvolvimento e alinhamento com a promoção da sustentabilidade.

O capítulo está organizado da seguinte forma: na seção 1 é discutido o problema conceitual relacionado à ausência de uma definição canônica para os conceitos de campus inteligente e cidades inteligentes. Na seção 2 é proposto um conceito para campus inteligentes sustentáveis, e na próxima seção é apresentado um conjunto de indicadores de desempenho para campus inteligentes sustentáveis. A seção 4 apresenta as limitações deste trabalho e, por fim, na última seção traz as considerações finais.

4.2 Cidades Inteligentes e Campus Inteligente – Problema Conceitual

Apesar de ser um conceito relativamente novo, a literatura mostra uma diversidade de modelos e abordagens para o conceito de cidades inteligentes. A classificação padrão europeia de cidades inteligentes, desenvolvida por Giffinger *et al.* (2007), tem sido a mais citada, utilizada e aplicada (BIBRI & KROGSTIE, 2017a). Está dividida em seis eixos principais (dimensões): economia inteligente, governança inteligente, ambiente inteligente, vida inteligente, mobilidade inteligente e pessoas inteligentes.

Estudos recentes relacionam cidades inteligentes a conceitos envolvendo sustentabilidade, definindo-as como cidades sustentáveis inteligentes (HÖJER & WANGEL, 2015; BIBRI & KROGSTIE, 2017a). Höjer e Wangel (2015) definem cidades sustentáveis inteligentes como cidades que promovem de forma concomitante sustentabilidade e urbanização através do desenvolvimento de tecnologias da informação e comunicação (TIC). Bibri (2018) define cidades inteligentes, cidades sustentáveis e cidade sustentáveis inteligentes separadamente. Para o autor, essas últimas são sistemas complexos uma vez estão constantemente se remodelando a partir de decisões individuais e coletivas e se tornam ainda mais complexos por meio do uso de tecnologias usadas para monitorar, compreender e analisar as estruturas físicas inerentes à sua prática.

Outras abordagens já incorporam apenas na definição de cidades inteligentes conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável. A norma brasileira de indicadores para cidades inteligentes NBR ISO 37122 define cidade inteligente como

aquela que aumenta o ritmo em que proporciona resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental e que responde a desafios como mudanças climáticas, rápido crescimento populacional e instabilidades de ordem política e econômica, melhorando fundamentalmente a forma como engaja a sociedade, aplica métodos de liderança colaborativa, trabalha por meio de disciplinas e sistemas municipais e usa informações de dados e tecnologias modernas, para fornecer melhores serviços e qualidade de vida aos que nela habitam (residentes, empresas, visitantes), agora e no futuro previsível, sem desvantagens injustas ou degradação do meio ambiente natural (ABNT, 2020, p. 2).

A NBR ISO 37100:2017 (ABNT, 2017) define “*smartness*” como característica, incorporada a um processo mais abrangente que é o desenvolvimento sustentável implicando em uma abordagem holística que inclui boa governança e organização, processos e comportamento adequados, e uso apropriado e inovador de técnicas, tecnologias e recursos naturais.

Uma cidade inteligente deve ter como foco central seus habitantes e como objetivo melhorar a experiência destes. O uso de tecnologias deve ser o meio e não o fim desse processo, justificado por garantir melhores condições de vida e uso adequado de recursos. Trindade *et al.* (2017) reforçam a importância de que o uso de tecnologias não pode ser apenas modismo e trazem a discussão se *smart cities* podem contribuir para a sustentabilidade.

Partindo desse contexto, as universidades podem ser estratégicas pois, podendo ser consideradas mini-cidades, tornam-se excelentes *living labs* onde soluções podem ser implementadas e testadas. O *European Network of Living Labs* (2019) definem *living labs* como ecossistemas de inovação abertos, centrados no usuário, baseados em uma abordagem sistemática de cocriação de usuários, integrando processos de pesquisa e inovação em comunidades e ambientes reais sendo, portanto, universidades excelentes candidatas para atuarem como tal.

Além disso, o contato com os atores do campus é muito mais fácil e a resposta a novos conceitos e tecnologias muito mais imediata, sendo fácil sua reestruturação, caso necessária. Outro ganho é a oportunidade dos alunos vivenciarem a busca por soluções em prol do desenvolvimento sustentável, e tornarem-se preparados para fazerem a diferença nas cidades do futuro (FORTES *et al.*, 2019; PAGLIARO *et al.*, 2016). Mais abordagens sobre o conceito de living labs podem ser encontradas em Dell’Era and Landoni (2014).

Apesar de ser um conceito novo, muito se tem discutido nos últimos anos sobre o conceito de campus inteligente (MATTONI *et al.*, 2016; MIN-ALLAH; ALRASHED, 2020; PAGLIARO *et al.*, 2016; VASILEVA *et al.*, 2018). De acordo com Vasileva *et al.* (2018, p. 8)

“o trabalho empírico relacionado à conceituação de um campus inteligente é fragmentado e aborda apenas algumas soluções tecnológicas para um campus que são chamadas de soluções ‘inteligentes’”. Mohammad *et al.* (2017), em sua extensa pesquisa sobre o tema, afirmam que não há um entendimento comum sobre o que é um campus inteligente. Segundo os autores, um campus inteligente não é apenas atividades de aprendizagem, é orientado ao usuário em um sentido mais amplo, incluindo interação social, gerenciamento de escritório e relatórios em tempo real, melhorando o desempenho do campus em atividades como economia de energia e meio ambiente, mediado por um conjunto de tecnologia de inteligência avançada.

Mín-Allah e Alrashed (2020) propõem uma definição genérica de campus inteligente que usa e integra espaços físicos e digitais inteligentes para estabelecer serviços responsivos, inteligentes e aprimorados para criar um ambiente produtivo, criativo e sustentável. Esta abordagem está de acordo com Fraga-Lamas *et al.* (2019, p. 4) interpretação para Giffinger *et al.* (2007) dimensões de cidades inteligentes no contexto do campus inteligente, citada no capítulo anterior.

4.3 Conceito de campus sustentável inteligente

Os objetivos de implementação de um *smart* campus como um laboratório urbano para as abordagens associadas ao tema de cidade inteligente, e sendo uma referência de sustentabilidade, geram novas linhas de ensino, pesquisa e inovação. Estes objetivos englobam atrair talentos de estudantes e pesquisadores, estimular pesquisa interdisciplinar, oferecer cursos e diplomas relacionados a cidades inteligentes, incentivar a inovação e a criação de novos serviços e produtos, padrões de compartilhamento, dados abertos e diretrizes com o mundo, bem como transformar o campus em um laboratório vivo. É nesse contexto que surge o Smart Campus Facens.

O Smart Campus Facens é um programa pioneiro no Brasil, implementado no Centro Universitário Facens, que teve início em 2014 com o propósito de utilizar o campus universitário como um living lab para aplicação de projetos e conceitos das Cidades Humanas, Inteligentes e Sustentáveis, estando amplamente relacionado à Agenda 2030 e aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Em sua implementação, quando foi idealizado, o Smart Campus Facens teve a colaboração do G-Lab – (Global Entrepreneurship Lab) do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (M.I.T.). Atualmente o programa é detentor do registro de marca Smart Campus®, e tornou-se um conceito utilizado e replicado em universidades

nacionais e internacionais. O Smart Campus Facens é provedor de projetos que objetivam tornar as cidades mais humanas, inteligentes e sustentáveis. Em seu campus são desenvolvidos, testados e implementados diversos projetos, e a faculdade atua como um protótipo de cidade inteligente (Smart Campus, 2021a).

Em seus mais de 6 anos de existência, o Smart Campus® já impactou por meio de eventos, treinamentos ou participação em projetos mais de 2.400 alunos, já desenvolveu mais de 340 projetos, sendo que esses citam mais de 300 correlações e potencial impacto aos ODS, bem como já integrou em seu DashBoard de comando e controle por meio de projetos mais de 40 dispositivos IoT/Softwares com envio de dados remotos.

Por conta desse pioneirismo e evolução constante recebeu ao longo dos anos diferentes prêmios e reconhecimentos nacionais e internacionais, tais como: Smart City UK London/2017, categoria educação, Prêmio IoT RFID 2018 – ABRFID e Transformação Digital Brasil 2021. Além disso, o Centro Universitário Facens, por meio de sua experiência como Smart Campus Facens, foi selecionado pela empresa Qualcomm em 2018 para receber um dos primeiros “IoT Reference Center” da América Latina, objetivando desenvolver soluções inovadoras e disruptivas de IoT para a área de Cidades Inteligentes (Perin, 2017; Smart Campus, 2021b). Maiores detalhes sobre o programa Smart Campus Facens podem ser encontrados em Francisco *et al.*, 2020.

No entanto, toda inovação não teria sentido se não proporcionasse ganhos à sociedade de forma abrangente. As universidades têm um papel muito importante não apenas na formação de futuros líderes e tomadores de decisão, mas também na contribuição para o alcance dos ODS. Portanto, embora acreditemos que a sustentabilidade seja uma prerrogativa para o uso do termo *smart*, optamos por utilizar “campus inteligente e sustentável” como tradução de *smart campus*, para evidenciar essa relação, e trazemos uma proposta de definição para campus universitários de tal natureza.

Baseando-se nessa abordagem, na abordagem proposta por Muhamad *et al.* (2017), na definição de cidades inteligentes proposta pela NBR ISO 37122 (ABNT, 2020), e no estudo de caso do programa Smart Campus® (Francisco *et al.*, 2020), propõe-se neste trabalho a seguinte definição para *smart campus*: “campus que, focado em melhorar a experiência de seus usuários de forma equitativa e formar cidadãos preparados para os desafios do futuro, investe em resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental, incentivando a pesquisa e melhorando fundamentalmente realidade da comunidade no qual está inserido, fazendo uso de tecnologias modernas para fornecer melhores serviços e qualidade de vida (alunos,

funcionários, visitantes), buscando constantemente a inovação, adaptando-se às necessidades do mundo atual, sem desvantagens injustas ou degradação do meio ambiente natural, criando assim um ambiente produtivo, criativo e sustentável”.

Assim, conclui-se com tal definição um dos objetivos dessa tese. Reforça-se que será usado o termo “campus sustentável e inteligente” como tradução do termo *smart campus* para que se reforce que entende-se que não faz sentido um campus ser inteligente sem ser sustentável.

4.4 Indicadores para campus inteligentes e sustentáveis

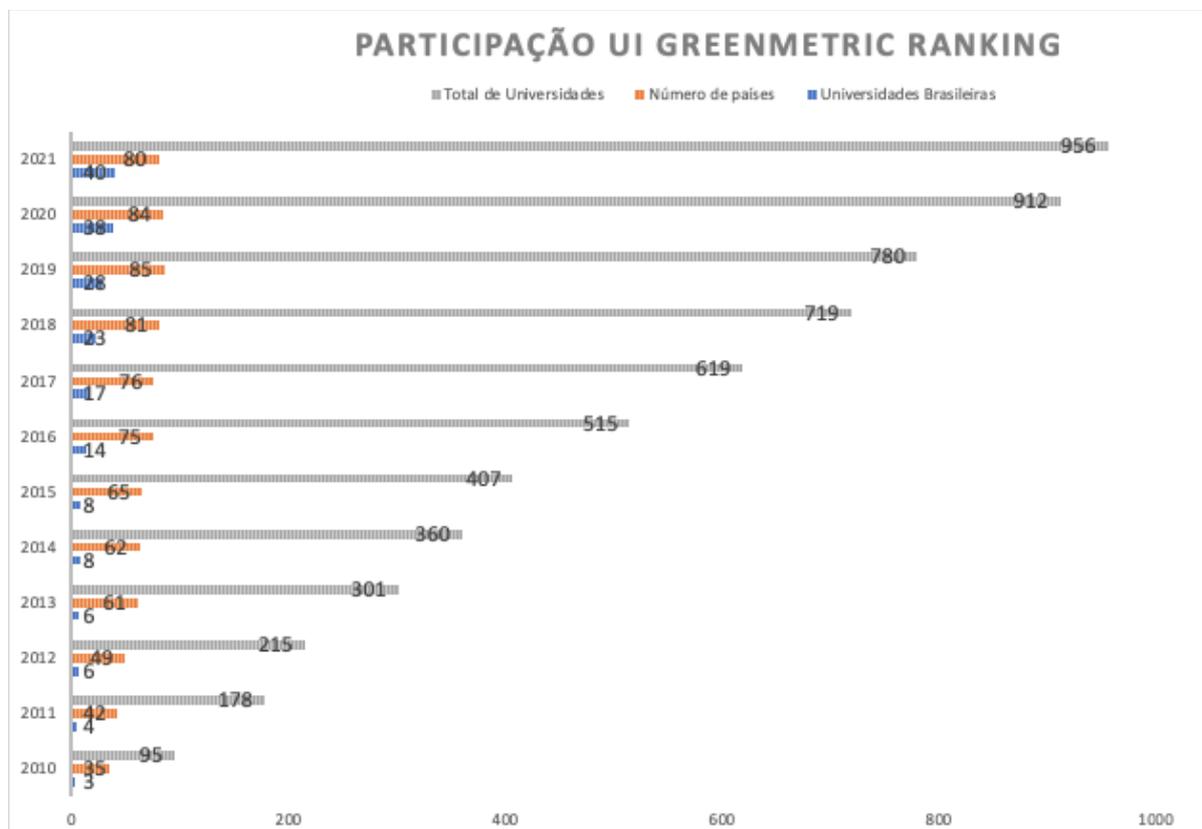
As universidades geram um alto impacto ao meio ambiente. Esse impacto se deve a alguns motivos, como alto consumo de energia, produção massiva de resíduos, grande movimentação de pessoas e consequente uso excessivo de meios de transporte, construção de prédios, entre outros (LOZANO et al., 2015; LOZANO, 2006). Assim, é necessário fazer surgir a adoção de procedimentos e ações sustentáveis em seus campus. Por outro lado, como as universidades preparam a maioria dos profissionais que desenvolvem, lideram, gerenciam, ensinam e influenciam as instituições da sociedade, elas exercem grande influência e podem contribuir positivamente para a conscientização de práticas sustentáveis, não apenas para os atores do campus, mas também para sociedade em geral. Portanto, o papel das universidades no desenvolvimento de práticas sustentáveis torna-se indispensável (CORTESE, 2003).

Conscientes dessa importância, as universidades vêm buscando formas de orientar suas ações no que diz respeito à sustentabilidade, e os rankings universitários são exemplos disso. Além de apresentar indicadores de sustentabilidade que devem ser elaborados, os rankings permitem a troca de experiências entre os pares, e a busca constante pelo aprimoramento, sendo, portanto, fortes aliados na implementação e incentivo aos esforços de sustentabilidade.

Existem vários sistemas de classificação na literatura (GOES, 2015), sendo o UI GreenMetric *World University Ranking* o mais utilizado (AMRINA & IMANSURI, 2015). Criado em 2010 pela Universidade da Indonésia (UI), foi o primeiro ranking universitário baseado em ações e projetos voltados para a sustentabilidade, possibilitando a troca de experiências entre os pares e incentivando o incremento e aprimoramento dessas ações. Esse sistema possui uma lista específica de indicadores de sustentabilidade que são solicitados para classificação. Sua representatividade nos últimos anos tem aumentado gradativamente em todo o mundo, e isso também se reflete no Brasil (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020). Em 2021, 956 universidades participaram do programa. A Figura 12 detalha a participação nesse ranking desde sua criação em 2010 e mostra que o número de universidades participantes

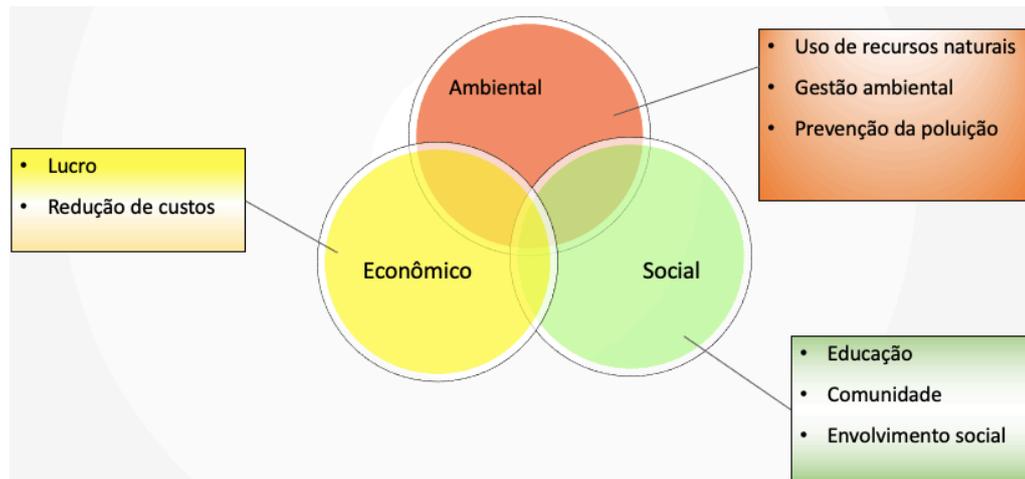
aumentou significativamente a cada ano, assim como o número de países. A Figura 13 mostra o conceito de sustentabilidade abordado pelo instrumento e considerado na elaboração de seus indicadores. Esses indicadores estão divididos em 6 categorias - Infraestrutura e Paisagem, Energia e Mudanças Climáticas, Resíduos, Água, Transporte e Educação - e abordam o conceito de sustentabilidade nos pilares Econômico, Social e Ambiental, não necessariamente de forma exclusiva (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020). Recentemente, o UI GreenMetric *Ranking* passou a adotar os 17 ODS no embasamento dos seus indicadores, alinhando ainda mais a proposta da ferramenta em medir esforços por sustentabilidade (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2021).

Figura 12. Participação no UI GreenMetric World University Ranking. (UI Greenmetric Secretariat, 2021).



Fonte: Autoria própria.

Figura 13. Conceito de Sustentabilidade adotado pelo UI GreenMetric World University Ranking. (UI Greenmetric Secretariat, 2020).



Fonte: Autoria própria.

Outro sistema de classificação de universidades sustentáveis que vem ganhando visibilidade é o THE Impact Rankings, que avalia o desempenho global das universidades em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, estabelecidos na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015). No entanto, um de seus critérios exige que a universidade participante tenha publicado pelo menos 1.000 artigos nos últimos 5 anos, sendo 200 esse número para o ranking específico para a América Latina. Essa condição acaba sendo fator excluyente para muitas universidades, principalmente instituições privadas e/ou aquelas com número reduzido de cursos e alunos (THE, 2018).

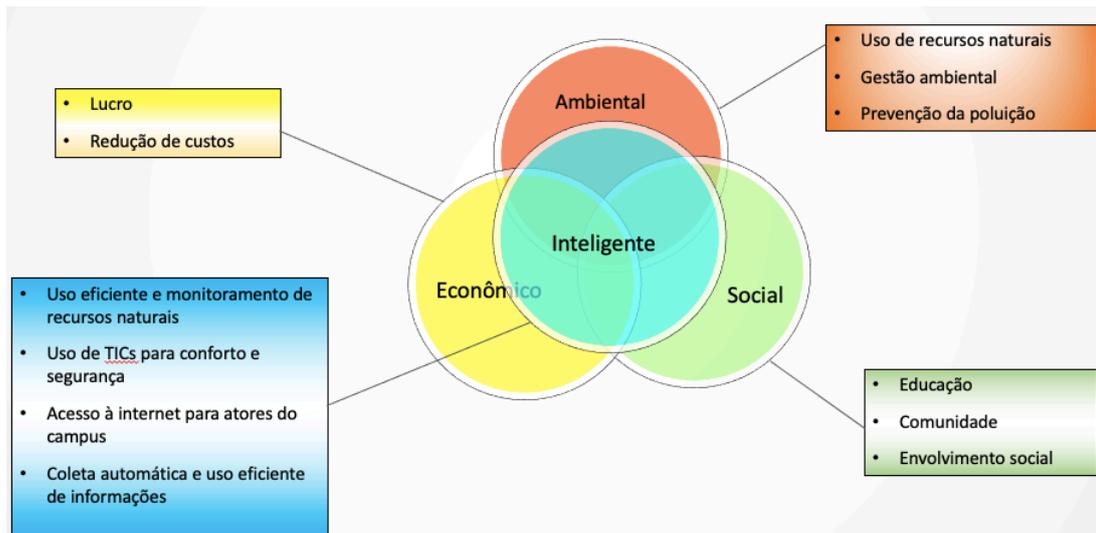
Segundo Negreiros (2018, p. 63) “paralelamente a uma crescente conscientização sobre o desenvolvimento sustentável, a proliferação de sistemas de indicadores também apresenta inúmeros desafios”. Com o objetivo de orientar as universidades em relação às iniciativas que visam promover o desenvolvimento de seus campus no que tem sido definido como campus sustentáveis inteligentes, esta seção apresenta um conjunto de indicadores chave de desempenho (KPIs), de forma a agregar e complementar outras propostas existentes internacionalmente (AMRINA & IMANSURI, 2015; ALRASHED, 2020; MATTONI *et al.*, 2016; PAGLIARO *et al.*, 2016)

Como, pela nossa definição, o conceito inteligente está intrinsecamente relacionado a ações voltadas para objetivos de desenvolvimento sustentável, tais indicadores foram construídos considerando indicadores de sustentabilidade e indicadores relacionados a soluções tecnológicas (smart), com base nos seguintes textos: UI GreenMetric Ranking (UI

GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020), normas NBR ISO 37120 (ABNT, 2021a), NBR ISO 37122 (ABNT, 2020), e NBR ISO 37123 (ABNT, 2021b), o documento *United for Smart Sustainable Cities* (U4SSC, 2017), Índice de Desempenho (EPI) (Wendling *et al.*, 2020) e os indicadores propostos por Alrashed (2020), além de consultoria a especialistas. Os especialistas foram professores universitários e coordenadores de projetos envolvidos com o tema sustentabilidade. Foram realizadas várias reuniões e sessões de brainstorming, resultando na proposta de 91 indicadores distribuídos em 3 dimensões diferentes, listados na Tabela 2.

Devido ao fato dos indicadores do UI *GreenMetric Ranking* já possuírem uma grande participação da comunidade acadêmica, esses foram tomados como ponto de partida, tendo sido acrescentados a eles novos indicadores. Os indicadores foram divididos em 9 dimensões: as 6 já abordadas pelo *GreenMetric* – Infraestrutura e Paisagem, Energia e Mudanças Climáticas, Resíduos, Água, Transporte e Educação –, e outras 3 novas – Segurança, Social e Cultural e Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Este conjunto proposto totaliza 91 indicadores, elencados na Tabela 2. O indicador Implementação de Construções Inteligentes do UI *GreenMetric Ranking* (UI GreenMetric Secretariat, 2020, p. 8), além de aparecer entre os indicadores também foi subdividido em indicadores específicos, a fim de se ressaltar a importância por implementações em construções inteligentes uma vez que as mesmas contribuem fortemente para o desenvolvimento sustentável. Sendo assim, alguns dos requerimentos que os compõem aparecem como indicadores específicos tais como presença de sistema de alarme de incêndio, sistema de monitoramento, iluminação inteligente, entre outros, como pode ser visto na tabela. Na tabela também podem ser observadas aderências dos indicadores propostos com os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável e suas metas (ONU, 2015). A Figura 14 ilustra o conceito de *smart campus* abordado pela proposta. A ideia do modelo é mostrar a inerência dos objetivos de desenvolvimento sustentável em um campus inteligente, onde soluções mediadas pelo uso da tecnologia cruzam todos os pilares da sustentabilidade, melhorando a gestão de recursos, a segurança e a experiência dos *stakeholders* em geral, trazendo benefícios para gestão universitária.

Figura 14. Conceito de smart campus para construção indicadores de desempenho chaves para campus inteligentes e sustentáveis.



Fonte: Autoria própria.

Tabela 2. Indicadores de Desempenho Chaves (KPI's) para Campus Inteligente e Sustentável.

Dimensão	Id	KPI	Fonte	Referência ODS
INFRAESTRUTURA E PAISAGEM	INFRA 1 (A)	Razão entre a área de espaço aberto e a área total	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.</p> <p>Meta 11.7: Até 2030, fornecer acesso universal a espaços verdes e públicos seguros, inclusivos e acessíveis, em particular para mulheres e crianças, idosos e pessoas com deficiência.</p> <p>Indicador ODS 11.7.1 Parcela média da área construída das cidades que é espaço aberto para uso público para todos, por sexo, idade e pessoas com deficiência.</p> <p>Meta 15.1 Até 2020, garantir a conservação, restauração e uso sustentável dos ecossistemas terrestres e fluviais de água doce e seus serviços, em particular florestas, pântanos, montanhas e terras áridas, de acordo com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais.</p>
	INFRA 2 (A)	Área total de espaço aberto dividida pela população total do campus	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.</p> <p>Indicador ODS: 11.3.1 Relação entre a taxa de consumo da terra e a taxa de crescimento populacional.</p> <p>Meta 11.7: Até 2030, fornecer acesso universal a espaços verdes e públicos seguros, inclusivos e acessíveis, em particular para mulheres e crianças, idosos e pessoas com deficiência.</p> <p>Meta 15.1: Até 2020, garantir a conservação, restauração e uso sustentável dos ecossistemas terrestres e fluviais de água doce e seus serviços, em particular florestas, pântanos, montanhas e terras áridas, de acordo com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais.</p>
	INFRA 3 (B)	Área total do campus coberta por vegetação florestal	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.</p> <p>Meta 15.1: Até 2020, garantir a conservação, restauração e uso sustentável dos ecossistemas terrestres e fluviais de água doce e seus serviços, em particular florestas, pântanos, montanhas e terras áridas, de acordo com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais.</p> <p>Indicador ODS 15.1.2 Proporção de locais importantes para a biodiversidade terrestre e de água doce que são cobertos por áreas protegidas, por tipo de ecossistema.</p>

				<p>Indicador ODS 15.b.1: (a) Assistência oficial ao desenvolvimento para conservação e uso sustentável da biodiversidade; e (b) receita gerada e financiamento mobilizado de instrumentos econômicos relevantes para a biodiversidade.</p> <p>Meta 15.5: Tomar medidas urgentes e significativas para reduzir a degradação dos habitats naturais, deter a perda de biodiversidade e, até 2020, proteger e prevenir a extinção de espécies ameaçadas.</p>
INFRA 4 (B)	Área total do campus coberta com plantações	GreenMetric Ranking (2020); ISO 37123		<p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.</p> <p>Meta 15.1: Até 2020, garantir a conservação, restauração e uso sustentável dos ecossistemas terrestres e fluviais de água doce e seus serviços, em particular florestas, pântanos, montanhas e terras áridas, de acordo com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais.</p> <p>Indicador ODS 15.1.2: Proporção de locais importantes para a biodiversidade terrestre e de água doce que são cobertos por áreas protegidas, por tipo de ecossistema.</p> <p>Indicador ODS 15.b.1 (a) Assistência oficial ao desenvolvimento para conservação e uso sustentável da biodiversidade; e (b) receita gerada e financiamento mobilizado de instrumentos econômicos relevantes para a biodiversidade.</p>
INFRA 5 (B)	Área total do campus para absorção de água além da floresta e plantada	GreenMetric Ranking (2020); ISO 37123		<p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.</p>
INFRA 6	Porcentagem do orçamento da universidade para esforços de sustentabilidade dentro de um ano	GreenMetric Ranking (2020)		<p>Meta 17.19: Até 2030, aproveitar as iniciativas existentes para desenvolver medidas de progresso no desenvolvimento sustentável que complementem o produto interno bruto e apoiar a capacitação estatística nos países em desenvolvimento.</p>
INFRA 7 (C)	Percentual de pontos de iluminação externos gerenciados por um	GreenMetric Ranking (2020); Alrashed, (2020);		<p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.</p>

		sistema de gerenciamento remoto	ISO 37122	Meta 16.1: Reduzir significativamente todas as formas de violência e taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.
	INFRA 8 (C)	Porcentagem de conectividade de rede fornecida no campus	Alrashed, (2020); ISO 37122	Meta 9.c: Aumentar significativamente o acesso à tecnologia da informação e comunicação e se esforçar para fornecer acesso universal e acessível à Internet nos países menos desenvolvidos até 2020. Indicador ODS 17.8.1: Proporção de indivíduos que usam a Internet. Indicador ODS 9.c.1: Proporção da população coberta por uma rede móvel, por tecnologia. Indicador ODS 5.b.1: Proporção de indivíduos que possuem telefone celular, por sexo, rede, por tecnologia.
	INFRA 9 (C)	Percentual de salas e ambientes que utilizam sistemas integrados de TIC para automatizar sua gestão e criar um ambiente flexível, eficaz, confortável e seguro (BIS/BIM/BAS/FMS) (requisito recomendado)	GreenMetric Ranking (2020); Alrashed (2020)	Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética. Meta 7.b: Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia para fornecer serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.
	INFRA10 (C)	Desempenho do painel unificado	Alrashed (2020)	Meta 16.6: Desenvolver instituições eficazes, responsáveis e transparentes em todos os níveis. Meta 16.7: Garantir uma tomada de decisão responsiva, inclusiva, participativa e representativa em todos os níveis.

ENERGIA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS	EC 1 (A)	Uso de aparelhos energeticamente eficientes	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 7.2: Até 2030, aumentar substancialmente a participação das energias renováveis na matriz energética global.</p> <p>Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética.</p> <p>Meta 7.b: Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia para fornecer serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.</p>
	EC 2 (A)	Número de fontes de energia renovável no campus	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 7.2: Até 2030, aumentar substancialmente a participação das energias renováveis na matriz energética global.</p> <p>Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética.</p> <p>Meta 7.b: Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia para fornecer serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.</p> <p>Indicador ODS 7.b.1: Capacidade instalada de geração de energia renovável em países em desenvolvimento (em watts per capita).</p>
	EC 3 (A)	Uso total de eletricidade dividido pela população total do campus (kWh por pessoa)	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37120	<p>Meta 7.2: Até 2030, aumentar substancialmente a participação das energias renováveis na matriz energética global.</p> <p>Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética.</p> <p>Meta 7.b: Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia para fornecer serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.</p> <p>Indicador ODS 7.b.1: Capacidade instalada de geração de energia renovável em países em desenvolvimento (em watts per capita).</p> <p>Meta 12.2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.</p>

EC 4 (A)	A proporção da produção de energia renovável dividida pelo uso total de energia por ano	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37120	<p>Meta 7.2: Até 2030, aumentar substancialmente a participação das energias renováveis na matriz energética global.</p> <p>Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética.</p> <p>Meta 7.b: Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia para fornecer serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.</p>
EC 5 (B)	Redução da exposição à poluição sonora	Alrashed, (2020); ISO 37122	Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros.
EC 6 (B)	Explorando o uso da luz natural	GreenMetric Ranking (2020) Alrashed, (2020); ISO 37122	<p>Meta 11.c: Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, na construção de edifícios sustentáveis e resilientes utilizando materiais locais.</p> <p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.</p>
EC 7 (B)	Explorando o uso da ventilação natural	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37122	<p>Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética.</p> <p>Meta 9.4: Até 2030, atualizar a infraestrutura e modernizar as indústrias para torná-las sustentáveis, com maior eficiência no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente saudáveis, com todos os países agindo de acordo com suas respectivas capacidades.</p> <p>Meta 11.c: Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, na construção de edifícios sustentáveis e resilientes utilizando materiais locais.</p> <p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.</p>
EC 8 (B)	Elementos da implementação de edifícios verdes refletidos em todas as políticas de construção e renovação	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37120	<p>Meta 11.c: Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, na construção de edifícios sustentáveis e resilientes utilizando materiais locais.</p> <p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.</p>

<p>EC 9 (C)</p>	<p>Programa de redução de emissões de gases de efeito estufa</p>	<p>GreenMetric Ranking (2020) ISO 37120</p>	<p>Meta 3030, até diminuir o número de cidades e doenças químicas por dia 3030, redução 30, número de dias e doenças químicas por 30030, redução da quantidade de água e do. -usar eficiência e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos, com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades.</p> <p>Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros.</p> <p>Indicador ODS 11.6.2: Níveis médios anuais de partículas finas (por exemplo, PM2,5 e PM10) nas cidades (ponderação populacional).</p> <p>Meta 12.2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.</p> <p>Meta 13.2: Integrar as medidas de mudança climática nas políticas, estratégias e planejamento nacionais.</p> <p>Indicador ODS 13.2.1: Número de países com contribuições determinadas nacionalmente, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação e comunicações de adaptação, conforme relatado ao secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.</p> <p>Meta 13.b: Promover mecanismos para aumentar a capacidade de planejamento e gestão eficaz das mudanças climáticas em países menos desenvolvidos e pequenos Estados insulares em desenvolvimento, incluindo o foco em mulheres, jovens e comunidades locais e marginalizadas</p>
<p>EC 10 (C)</p>	<p>Pegada de carbono total dividida pela população total do campus (toneladas métricas por pessoa)</p>	<p>GreenMetric Ranking (2020)</p>	<p>Meta 3.9: Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos e poluição e contaminação do ar, da água e do solo.</p> <p>Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros.</p> <p>Indicador ODS 11.6.2: Níveis médios anuais de partículas finas (por exemplo, PM2,5 e PM10) nas cidades (ponderação populacional).</p> <p>Indicador ODS 13.2.1: Número de países com contribuições determinadas nacionalmente, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação e comunicações de adaptação, conforme relatado ao secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.</p>

	EC 11 (C)	Implementação de edifícios inteligentes	GreenMetric Ranking (2020)	Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética. Meta 11.c: Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, na construção de edifícios sustentáveis e resilientes utilizando materiais locais. Meta 7.b: Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia para fornecer serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.
	EC 12 (D)	Percentual de ambientes com iluminação inteligente	GreenMetric Ranking (2020); Alrashed, (2020); ISO 37122	Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética. Meta 11.c: Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, na construção de edifícios sustentáveis e resilientes utilizando materiais locais. Meta 7.b: Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia para fornecer serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.
	EC 13 (D)	Porcentagem de prédios do campus com medidores de energia inteligentes	GreenMetric Ranking (2020); Alrashed, (2020); ISO 37122	Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética. Meta 11.c: Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, na construção de edifícios sustentáveis e resilientes utilizando materiais locais. Meta 7.b: Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia para fornecer serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.
	EC 14 (D)	Monitoramento de precipitação	ISO 37123	Meta 13.1: Fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação aos perigos e desastres naturais relacionados ao clima em todos os países.
	EC 15 (d)	Percentual de ambientes com sistemas de controle de temperatura instalados	GreenMetric Ranking (2020); Alrashed, (2020)	Meta 7.3: Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria na eficiência energética.
RESÍDUOS	RES 1 (A)	Programa de reciclagem de lixo da universidade	GreenMetric Ranking (2020)	Indicador ODS 11.6.1: Proporção de resíduos sólidos urbanos coletados e gerenciados em instalações controladas em relação ao total de resíduos urbanos gerados, por cidades. Meta 12.5: Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização.

				Meta 14.1: Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, em particular de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e poluição por nutrientes.
RES 2 (A)	Programa para reduzir o uso de papel e plástico no campus	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37122		Indicador ODS 11.6.1: Proporção de resíduos sólidos urbanos coletados e gerenciados em instalações controladas em relação ao total de resíduos urbanos gerados, por cidades. Meta 12.5: Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização. Meta 14.1: Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, em particular de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e poluição por nutrientes.
RES 3 (B)	Tratamento de resíduos orgânicos	GreenMetric Ranking (2020)		Indicador ODS 6.2.1: Proporção da população que usa (a) serviços de saneamento gerenciados com segurança e (b) uma instalação de lavagem das mãos com água e sabão. Indicador ODS 11.6.1: Proporção de resíduos sólidos urbanos coletados e gerenciados em instalações controladas em relação ao total de resíduos urbanos gerados, por cidades.
RES 4 (B)	Total anual de resíduos alimentares recolhidos enviados para instalações de processamento para compostagem per capita (em toneladas)	ISO 37122		Indicador ODS 11.6.1: Proporção de resíduos sólidos urbanos coletados e gerenciados em instalações controladas em relação ao total de resíduos urbanos gerados, por cidades. Meta 12.3: Até 2030, reduzir pela metade o desperdício global de alimentos per capita nos níveis de varejo e consumidor e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e fornecimento, incluindo perdas pós-colheita.
RES 5 (C)	Tratamento de resíduos inorgânicos	GreenMetric Ranking (2020)		Indicador ODS 11.6.1: Proporção de resíduos sólidos urbanos coletados e gerenciados em instalações controladas em relação ao total de resíduos urbanos gerados, por cidades.
RES 6 (C)	Tratamento de resíduos tóxicos	GreenMetric Ranking (2020) 37120		Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição, eliminando o despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo pela metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura em todo o mundo. Meta 6.6: Até 2020, proteger e restaurar os ecossistemas relacionados à água, incluindo montanhas, florestas, pântanos, rios, aquíferos e lagos. Indicador ODS 12.4.2: (a) Resíduos perigosos gerados per capita; e (b) proporção de resíduos perigosos tratados, por tipo de tratamento. Meta 3.9: Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos e poluição e contaminação do ar, da água e do solo.

	RES 7 (C)	Descarte de esgoto (escala Likert)	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 6.2: Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos e acabar com a defecação a céu aberto, prestando atenção especial às necessidades de mulheres e meninas e pessoas em situação de vulnerabilidade.</p> <p>Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição, eliminando o despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo pela metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura em todo o mundo.</p> <p>Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros.</p> <p>Meta 14.1: Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, em particular de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e poluição por nutrientes.</p> <p>Meta 15.1 Até 2020, garantir a conservação, restauração e uso sustentável dos ecossistemas terrestres e terrestres de água doce e seus serviços, em particular florestas, pântanos, montanhas e terras áridas, de acordo com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais</p>
ÁGUA	AG 1 (A)	Programa e implementações de conservação de água (escala Likert)	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição, eliminando o despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo pela metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura em todo o mundo.</p> <p>Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e garantir retiradas sustentáveis e fornecimento de água doce para lidar com a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.</p> <p>Indicador ODS 6.4.1: Mudança na eficiência do uso da água ao longo do tempo.</p> <p>Meta 12.2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.</p>
	AG 2 (A)	Implementação do programa de reciclagem de água (Escala Likert)	GreenMetric Ranking (2020) 37122	<p>Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição, eliminando o despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo pela metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura em todo o mundo.</p> <p>Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e garantir retiradas sustentáveis e fornecimento de água doce para lidar com a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.</p> <p>Indicador ODS 6.4.1: Mudança na eficiência do uso da água ao longo do tempo.</p>

TRANS PORTE				Meta 12.2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.
	AG 3 (A)	Uso de aparelhos com eficiência de água	GreenMetric Ranking (2020)	Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e garantir retiradas sustentáveis e fornecimento de água doce para lidar com a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água. Indicador ODS 6.4.1: Mudança na eficiência do uso da água ao longo do tempo. Meta 12.2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.
	AG 4 (A)	Consumo de água tratada	GreenMetric Ranking (2020)	Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e garantir retiradas sustentáveis e fornecimento de água doce para lidar com a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água. Indicador ODS 6.4.1: Mudança na eficiência do uso da água ao longo do tempo.
	AG 5 (D)	Porcentagem de edifícios com contadores de água inteligentes (recomendado: interface BMS)	GreenMetric Ranking (2020); U4SSC (2017); ISO 37122	Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e garantir retiradas sustentáveis e fornecimento de água doce para lidar com a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água Indicador ODS 6.4.1: Mudança na eficiência do uso da água ao longo do tempo. Meta 11.c: Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, na construção de edifícios sustentáveis e resilientes utilizando materiais locais. Meta 12.2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais
	AG 6 (D)	Percentual da rede de distribuição de água monitorada por TIC	U4SSC (2017); ISO 37122	Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e garantir retiradas sustentáveis e fornecimento de água doce para lidar com a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água. Indicador ODS 6.4.1: Mudança na eficiência do uso da água ao longo do tempo. Meta 12.2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais
	AG 7 (D)	Percentual da rede de drenagem de água monitorada por TIC	U4SSC (2017)	Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e garantir retiradas sustentáveis e fornecimento de água doce para lidar com a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água. Indicador ODS 6.4.1: Mudança na eficiência do uso da água ao longo do tempo. Meta 12.2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.
TR 1 (A)	O número total de veículos (carros e motocicletas)	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37120	Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros.	

		dividido pela população total do campus		<p>Indicador ODS 11.6.2: Níveis médios anuais de partículas finas (por exemplo, PM2,5 e PM10) nas cidades (ponderação populacional).</p> <p>Indicador ODS 13.2.1: Número de países com contribuições determinadas nacionalmente, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação e comunicações de adaptação, conforme relatado ao secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.</p>
TR 2 (A)		Serviços de transporte (escala Likert)	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros.</p> <p>Indicador ODS 11.6.2: Níveis médios anuais de partículas finas (por exemplo, PM2,5 e PM10) nas cidades (ponderação populacional).</p> <p>Meta 11.2: Até 2030, fornecer acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, acessíveis e sustentáveis para todos, melhorando a segurança viária, notadamente expandindo o transporte público, com atenção especial às necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e pessoas mais velhas.</p> <p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países</p>
TR 3 (A)		Política de Veículos de Emissão Zero (ZEV) no campus (Escala Likert)	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 11.2: Até 2030, fornecer acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, acessíveis e sustentáveis para todos, melhorando a segurança viária, notadamente expandindo o transporte público, com atenção especial às necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e pessoas mais velhas.</p>
TR 4 (A)		O número total de Veículos de Emissão Zero (ZEV) dividido pela população total do campus	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37122	<p>Meta 11.2: Até 2030, fornecer acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, acessíveis e sustentáveis para todos, melhorando a segurança viária, notadamente expandindo o transporte público, com atenção especial às necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e pessoas mais velhas.</p> <p>Meta 12.2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.</p>
TR 5 (B)		Relação da área de estacionamento no solo para a área total do campus	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros.</p> <p>Indicador ODS 11.6.2: Níveis médios anuais de partículas finas (por exemplo, PM2,5 e PM10) nas cidades (ponderação populacional).</p> <p>Indicador ODS 13.2.1: Número de países com contribuições determinadas nacionalmente, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação e comunicações de adaptação,</p>

				conforme relatado ao secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.
TR 6 (B)	Programa para limitar ou diminuir a área de estacionamento no campus nos últimos 3 anos (Escala Likert)	GreenMetric Ranking (2020)		Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros. Indicador ODS 11.6.2: Níveis médios anuais de partículas finas (por exemplo, PM2,5 e PM10) nas cidades (ponderação populacional). Indicador ODS 13.2.1: Número de países com contribuições determinadas nacionalmente, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação e comunicações de adaptação, conforme relatado ao secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.
TR 7 (B)	Número de iniciativas para diminuir os veículos particulares no campus	GreenMetric Ranking (2020)		Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros. Indicador ODS 11.6.2: Níveis médios anuais de partículas finas (por exemplo, PM2,5 e PM10) nas cidades (ponderação populacional). Indicador ODS 13.2.1: Número de países com contribuições determinadas nacionalmente, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação e comunicações de adaptação, conforme relatado ao secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Meta 3.9: Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos e poluição e contaminação do ar, da água e do solo.
TR 8 (B)	Caminho para pedestres no campus (Escala de Likert)	GreenMetric Ranking (2020)		Meta 11.2: Até 2030, fornecer acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, acessíveis e sustentáveis para todos, melhorando a segurança viária, notadamente expandindo o transporte público, com atenção especial às necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e pessoas mais velhas. Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países.
TR 9 (C)	Porcentagem da área de estacionamento inteligente em relação à área total de estacionamento do campus	Alrashed (2020) ISO 37122		Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros.

				<p>Indicador ODS 11.6.2: Níveis médios anuais de partículas finas (por exemplo, PM2,5 e PM10) nas cidades (ponderação populacional).</p> <p>Indicador ODS 13.2.1: Número de países com contribuições determinadas nacionalmente, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação e comunicações de adaptação, conforme relatado ao secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.</p> <p>Meta 3.9: Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos e poluição e contaminação do ar, da água e do solo.</p>
	TR 10 (C)	Número de estações de carregamento de veículos elétricos por veículo elétrico registrado	ISO 37122	<p>Meta 11.3: Até 2030, melhorar a urbanização inclusiva e sustentável e a capacidade de planejamento e gestão participativa, integrada e sustentável de assentamentos humanos em todos os países</p> <p>Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros.</p> <p>Indicador ODS 11.6.2: Níveis médios anuais de partículas finas (por exemplo, PM2,5 e PM10) nas cidades (ponderação populacional).</p> <p>Indicador ODS 13.2.1: Número de países com contribuições determinadas nacionalmente, estratégias de longo prazo, planos nacionais de adaptação e comunicações de adaptação, conforme relatado ao secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.</p> <p>Meta 3.9: Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos e poluição e contaminação do ar, da água e do solo.</p>
EDUCAÇÃO	ED 1 (A)	A proporção de cursos de sustentabilidade para o total de cursos/disciplinas	GreenMetric Ranking (2020)	<p>Meta 4.7: Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram o conhecimento e as habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, incluindo, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.</p> <p>Meta 12.8: Até 2030, garantir que as pessoas em todos os lugares tenham informações e conscientização relevantes para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.</p>
	ED 2 (A)	A proporção de financiamento de pesquisa em sustentabilidade para	GreenMetric Ranking (2020)	Indicador 9.5.1 ODS: Gastos com pesquisa e desenvolvimento como porcentagem do PIB.

		financiamento total de pesquisa		
ED 3 (A)	Número de publicações acadêmicas sobre sustentabilidade	GreenMetric Ranking (2020)	Indicador 9.5.1 ODS: Gastos com pesquisa e desenvolvimento como porcentagem do PIB. Indicador 9.5.1 ODS: Gastos em pesquisa e desenvolvimento como porcentagem do PIB Meta 12.8: Até 2030, garantir que as pessoas em todos os lugares tenham informações e conscientização relevantes para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.	
ED 4 (B)	Número de eventos relacionados à sustentabilidade	GreenMetric Ranking (2020)	Meta 4.7: Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram o conhecimento e as habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, incluindo, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável. Meta 12.8: Até 2030, garantir que as pessoas em todos os lugares tenham informações e conscientização relevantes para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.	
ED 5 (B)	Número de organizações estudantis relacionadas à sustentabilidade	GreenMetric Ranking (2020)	Meta 4.7: Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram o conhecimento e as habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, incluindo, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável. Meta 12.8: Até 2030, garantir que as pessoas em todos os lugares tenham informações e conscientização relevantes para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.	
ED 6 (B)	Site de sustentabilidade administrado pela universidade (Likert Scale)	GreenMetric Ranking (2020)	Meta 12.8: Até 2030, garantir que as pessoas em todos os lugares tenham informações e conscientização relevantes para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.	
ED 7 (B)	Relatório de sustentabilidade (Escala Likert)	GreenMetric Ranking (2020)	Meta 12.8: Até 2030, garantir que as pessoas em todos os lugares tenham informações e conscientização relevantes para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.	

	ED 8 (C)	Avaliação das partes interessadas das ferramentas de aprendizagem disponíveis no campus (escala Likert)	Alrashed (2020)	Meta 4.7: Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram o conhecimento e as habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, incluindo, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.
	ED 9 (C)	Avaliação das Partes Interessadas de Serviços e Funcionários Relacionados à Educação (Escala Likert)	Alrashed (2020)	Meta 4.7: Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram o conhecimento e as habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, incluindo, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.
	ED 10 (D)	Percentual de cursos em que a frequência dos alunos é registrada usando cartões inteligentes / ou usando tecnologia de reconhecimento facial	Alrashed (2020)	Meta 4.a: Construir e atualizar instalações educacionais que sejam sensíveis à criança, deficiência e gênero e forneçam ambientes de aprendizagem seguros, não violentos, inclusivos e eficazes para todos. Meta 16.1: Reduzir significativamente todas as formas de violência e taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.
	ED 11 (D)	Percentual da população do campus com proficiência profissional em mais de um idioma	ISO 37122	Meta 4.7: Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram o conhecimento e as habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, incluindo, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.
SEGURANÇA	SEG 1 (A)	Porcentagem de espaço aberto com câmeras de vigilância	GreenMetric Ranking (2021); Alrashed (2020) ISO 37122	Meta 11.7 Até 2030, fornecer acesso universal a espaços verdes e públicos seguros, inclusivos e acessíveis, em particular para mulheres e crianças, idosos e pessoas com deficiência Meta 16.1: Reduzir significativamente todas as formas de violência e taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.
	SEG 2 (A)	Percentual de ruas com câmeras de vigilância	GreenMetric Ranking (2021); Alrashed (2020)	Meta 11.7 Até 2030, fornecer acesso universal a espaços verdes e públicos seguros, inclusivos e acessíveis, em particular para mulheres e crianças, idosos e pessoas com deficiência Meta 16.1: Reduzir significativamente todas as formas de violência e taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.

SEG 3 (A)	Percentual de prédios com câmeras de vigilância	GreenMetric Ranking (2020) Alrashed (2020)	Meta 11.7: Até 2030, fornecer acesso universal a espaços verdes e públicos seguros, inclusivos e acessíveis, em particular para mulheres e crianças, idosos e pessoas com deficiência Meta 16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.
SEG 4 (A)	Percentual de prédios permite contagem de objetos (dentro e fora)	Alrashed (2020)	Meta 16.1: Reduzir significativamente todas as formas de violência e taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.
SEG 5 (B)	Percentagem de edifícios com alarme de incêndio e sirene centralizada	GreenMetric Ranking (2020); Alrashed (2020) ISO 37123	Meta 3.d: Fortalecer a capacidade de todos os países, em particular dos países em desenvolvimento, para alerta precoce, redução de risco e gestão de riscos à saúde nacionais e globais. Meta 13.3: Melhorar a educação, a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce das mudanças climáticas.
SEG 6 (B)	Percentual de construção com sistemas automáticos de combate a incêndio	GreenMetric Ranking (2020); Alrashed (2020)	Meta 3.d: Fortalecer a capacidade de todos os países, em particular dos países em desenvolvimento, para alerta precoce, redução de risco e gestão de riscos à saúde nacionais e globais. Meta 11.b: Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos que adotam e implementam políticas e planos integrados para inclusão, eficiência de recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, resiliência a desastres e desenvolver e implementar, de acordo com o Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030, gestão holística do risco de desastres em todos os níveis.
SEG 7 (B)	Porcentagem de prédios com tela de anúncios	Alrashed (2020)	Meta 13.3: Melhorar a educação, a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce das mudanças climáticas.
SEG 8 (B)	Porcentagem de fechaduras inteligentes/control de acesso em salas de aula/laboratórios/escritórios	Alrashed (2020)	Meta 16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.
SEG 9 (C)	Cibersegurança no campus (escala Likert)	Alrashed (2020)	Meta 16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.
SEG 10 (C)	Privacidade de dados do usuário (escala Likert)	Alrashed (2020)	Meta 16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.
SEG 11 (C)	Porcentagem da área do campus coberta por mapas de	ISO 37123	Meta 3.d: Fortalecer a capacidade de todos os países, em particular dos países em desenvolvimento, para alerta precoce, redução de risco e gestão de riscos à saúde nacionais e globais.

		perigo disponíveis publicamente		<p>Meta 11.b: Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos que adotam e implementam políticas e planos integrados para inclusão, eficiência de recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, resiliência a desastres e desenvolver e implementar, de acordo com o Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030, gestão holística do risco de desastres em todos os níveis.</p> <p>Meta 13.3: Melhorar a educação, a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce das mudanças climáticas.</p>
	SEG 12 (C)	Porcentagem de dados eletrônicos do campus com backup em armazenamento remoto seguro	ISO 37123	<p>Meta 13.3: Melhorar a educação, a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce das mudanças climáticas.</p> <p>Meta 16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionadas em todos os lugares.</p>
SOCIAL E CULTURAL	SOC 1 (A)	Porcentagem de evasão	*	<p>Meta 10.2: Até 2030, capacitar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente de idade, sexo, deficiência, raça, etnia, origem, religião ou condição econômica ou outra.</p> <p>Meta 4.3: Até 2030, garantir a igualdade de acesso para todas as mulheres e homens ao ensino técnico, profissional e superior de qualidade, a preços acessíveis, incluindo a universidade.</p>
	SOC 2 (A)	Número de programas de incentivo para combater a evasão	*	<p>Meta 10.2: Até 2030, capacitar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente de idade, sexo, deficiência, raça, etnia, origem, religião ou condição econômica ou outra.</p> <p>Meta 4.b: Até 2020, expandir substancialmente globalmente o número de bolsas de estudo disponíveis para países em desenvolvimento, em particular países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e países africanos, para matrícula no ensino superior, incluindo treinamento vocacional e tecnologia da informação e comunicação, engenharia e programas científicos, em países desenvolvidos e outros países em desenvolvimento.</p> <p>Meta 4.3: Até 2030, garantir a igualdade de acesso para todas as mulheres e homens ao ensino técnico, profissional e superior de qualidade, a preços acessíveis, incluindo a universidade.</p>
	SOC 3 (A)	Incentivar um estilo de vida saudável (escala Likert)	Alrashed (2020)	Target 3.d: Strengthen the capacity of all countries, in particular developing countries, for early warning, risk reduction and management of national and global health risks.
	SOC 4 (A)	Monitoramento de saúde (escala Likert)	GreenMetric Ranking (2021);	Target 3.d: Strengthen the capacity of all countries, in particular developing countries, for early warning, risk reduction and management of national and global health risks.

		U4SSC	
SOC 5 (B)	Estímulo para um ambiente inovador (escala Likert)	GreenMetric Ranking (2021); Alrashed (2020)	Target 9.b: Support domestic technology development, research and innovation in developing countries, including by ensuring a conducive policy environment for, inter alia, industrial diversification and value addition to commodities.
SOC 6 (B)	Porcentagem de alunos com acesso às TIC	U4SSC (2017); ISO 37120	Indicador ODS 17.8.1: Proporção de indivíduos que usam a Internet. Indicador ODS 9.c.1: Proporção da população coberta por uma rede móvel, por tecnologia. Indicador ODS 4.4.1: Proporção de jovens e adultos com habilidades em tecnologia da informação e comunicação (TIC), por tipo de habilidade, rede, por tecnologia. Meta 5.b: Aprimorar o uso de tecnologia facilitadora, em particular tecnologia de informação e comunicação, para promover o empoderamento das mulheres.
SOC 7 (B)	Estímulo à diversidade (escala Likert)	*	Indicador ODS 8.5.1: Remuneração média horária dos empregados, por sexo, idade, ocupação e pessoas com deficiência. Meta 10.2: Até 2030, capacitar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente de idade, sexo, deficiência, raça, etnia, origem, religião ou condição econômica ou outra.
SOC 8 (C)	Gastos com cultura (escala Likert)	GreenMetric Ranking (2021); U4SSC (2017); ISO 37120	Meta 11.4: Fortalecer os esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.
SOC 9 (C)	Infraestrutura cultural como a presença de espaços onde podem ocorrer eventos culturais, biblioteca, etc. (escala Likert)	U4SSC (2017); ISO 37120	Meta 11.4: Fortalecer os esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.
SOC 10 (C)	Número de livros disponíveis nas bibliotecas, incluindo e-books por 100 atores do campus	ISO 37122	Meta 11.4: Fortalecer os esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.
SOC 11 (C)	Número anual de eventos culturais (por exemplo,	ISO 37120	Meta 11.4: Fortalecer os esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.

		exposições, festivais, concertos)		
	SOC 12 (D)	Percentagem de serviços acadêmicos acessíveis que podem ser encomendados online	ISO 37122	Meta 9.b: Apoiar o desenvolvimento de tecnologia nacional, pesquisa e inovação em países em desenvolvimento, inclusive assegurando um ambiente de política propício para, entre outras coisas, diversificação industrial e agregação de valor a commodities.
	SOC 13 (D)	Preferência por serviços locais (escala Likert)	*	Meta 9.b: Apoiar o desenvolvimento de tecnologia nacional, pesquisa e inovação em países em desenvolvimento, inclusive assegurando um ambiente de política propício para, entre outras coisas, diversificação industrial e agregação de valor a commodities.
	SOC 14 (D)	Percentual da população local impactada por projetos de extensão	GreenMetric Ranking (2021)	Meta 8.3: Promover políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem atividades produtivas, geração de empregos decentes, empreendedorismo, criatividade e inovação e estimulem a formalização e o crescimento de micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio do acesso a serviços financeiros.
BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	BIO 1 (A)	Percentual de áreas naturais dentro do campus submetidas à avaliação ecológica de seus serviços de proteção	ISO 37123; EPI (2020)	Indicador ODS 15.1.2 Proporção de locais importantes para a biodiversidade terrestre e de água doce que são cobertos por áreas protegidas, por tipo de ecossistema. Indicador ODS 15.b.1 (a) Assistência oficial ao desenvolvimento para conservação e uso sustentável da biodiversidade; e (b) receita gerada e financiamento mobilizado de instrumentos econômicos relevantes para a biodiversidade
	BIO 2 (A)	Gastos anuais dedicados à restauração de ecossistemas no território do campus como porcentagem do orçamento total da cidade	ISO 37123; EPI (2020)	Indicador ODS 15.1.2 Proporção de locais importantes para a biodiversidade terrestre e de água doce que são cobertos por áreas protegidas, por tipo de ecossistema. Indicador ODS 15.b.1 (a) Assistência oficial ao desenvolvimento para conservação e uso sustentável da biodiversidade; e (b) receita gerada e financiamento mobilizado de instrumentos econômicos relevantes para a biodiversidade
	BIO 3 (A)	Território passando por restauração do ecossistema como uma porcentagem da área total do campus	ISO 37123	SDG indicator 15.1.2 Proportion of important sites for terrestrial and freshwater biodiversity that are covered by protected areas, by ecosystem type. Indicador ODS 15.b.1 (a) Assistência oficial ao desenvolvimento para conservação e uso sustentável da biodiversidade; e (b) receita gerada e financiamento mobilizado de instrumentos econômicos relevantes para a biodiversidade
	BIO 4 (B)	Programa de levantamento de espécies	EPI	Indicador ODS 15.1.2 Proporção de locais importantes para a biodiversidade terrestre e de água doce que são cobertos por áreas protegidas, por tipo de ecossistema.

				Indicador ODS 15.b.1 (a) Assistência oficial ao desenvolvimento para conservação e uso sustentável da biodiversidade; e (b) receita gerada e financiamento mobilizado de instrumentos econômicos relevantes para a biodiversidade
	BIO 5 (B)	Programa de Conservação de Espécies	GreenMetric Ranking (2021); EPI	Indicador ODS 15.1.2 Proporção de locais importantes para a biodiversidade terrestre e de água doce que são cobertos por áreas protegidas, por tipo de ecossistema. Indicador ODS 15.b.1 (a) Assistência oficial ao desenvolvimento para conservação e uso sustentável da biodiversidade; e (b) receita gerada e financiamento mobilizado de instrumentos econômicos relevantes para a biodiversidade

* Indicadores obtidos por meio de sessões de brainstorming e consulta a especialistas.

Pode-se notar que poucos indicadores foram acrescentados a partir do U4SSC (U4SSC, 2017). Em contra partida, há uma grande frequência de indicadores do UI GreenMetric Ranking (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020). Esse resultado se demonstra em convergência com o debate promovido por Yigitcanlar et al., (2019) que afirma que as cidades devem ser consideradas sustentáveis primeiro para depois se tornarem inteligentes. O desenvolvimento das cidades, em termos de planejamento e gestão, quando pautam pelo atendimento de interesses individuais favorecem o comprometimento do bem coletivo. A existência de problemas ambientais como poluição, escassez de recursos, aquecimento global, ou mesmo problemas sociais como a segregação social e pobreza, representam alguns dos passivos promovidos pela ótica individualista de desenvolvimento. Portanto, questões relacionadas a sustentabilidade, são em sua essência, um ponto significativo para o desenvolvimento das cidades, sobretudo no debate sobre o que uma *smart city* é, ou deve ser e, podemos pensar em toda essa discussão no contexto de campus universitários. Os indicadores do UI GreenMetric Ranking (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020) envolvem diversos aspectos que são fundamentais para a preservação do bem estar coletivo, tanto da comunidade interna a universidade como para aquela que compreende sua região de influência.

Há um direcionamento para temas relacionados aos aspectos ambientais, com certa carência sobre temas sociais, governança e gestão de informação. Por esse motivo realizou-se a complementação com indicadores trazidos no trabalho de Alrashed (2020) e, na sequência forma buscados outros que foram julgados importantes e aplicáveis em universidades e ainda não discutidos por tais instrumentos. Essa escolha de precedência de abordagem foi pelo fato dos indicadores trazidos pelo GreenMetric Ranking (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020) e Alrashed (2020) serem específicos para universidades, enquanto que o documento U4SSC, assim como as ISOs, foram idealizados para cidades, tendo, portanto, alguns indicadores não aplicáveis no contexto de campus universitários. Porém, apesar de não aparecer como referência, muitos indicadores abordados por GreenMetric Ranking (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020) e Alrashed (2020) também são abordados no documento U4SSC, ainda que com títulos ligeiramente diferentes.

Considerando que o objetivo central desse capítulo seria o desenvolvimento de um conjunto de KPIs para *smart campus*, foi preciso definir o que se entendia por *smart campus* uma vez que a literatura traz diversas abordagens para o assunto. Uma vez estudada e adotada uma definição para o tema, foram apresentados indicadores que atendessem a mesma. Porém entende-se que é um tema novo e que seja necessária uma constante revisão da literatura para

que tais indicadores estejam constantemente atualizados e alinhados com o que venha sendo discutido e implementado.

A definição apresentada e, conseqüentemente, os indicadores escolhidos, incorporam o tema sustentabilidade e campus sustentável pois se entende que sejam inerentes ao assunto. A respeito de indicadores universitários de sustentabilidade, optou-se por utilizar-se apenas os indicadores do *GreenMetric Ranking*, apesar de haver outros. Isso se deu pela alta representatividade do mesmo no meio acadêmico uma vez que possui mais de 80 países participantes (Figura 12) e por ser fácil de se aplicar. Um estudo detalhado de outros indicadores pode ser encontrado em Góes (2015).

Além disso, as problemáticas do enorme volume de dados gerados pelo uso tecnologias da informação e comunicação em *smart campus* e da segurança dos mesmos também não foram exploradas. Existe na literatura uma diversidade de trabalhos a respeito. Fraga-Lamas e Fernandez-Carames (2019) e Fortes *et al.* (2019) trazem um estudo bastante detalhado sobre o assunto.

5 Modelo fuzzy para composição de índice de sustentabilidade e inteligência para universidades

5.1 Fundamentos do Modelo Fuzzy

Como forma de tratar matematicamente a subjetividade o uso da teoria de conjuntos *fuzzy*, proposta por Lofti Zadeh (1965) tem sido cada vez mais comum. Desde então, esta teoria tem sido aplicada nas mais diversas áreas da Ciência pois possibilita uma abordagem matemática para problemas complexos envolvendo informações subjetivas e/ou imprecisas (GOMIDE, GUDWIN E TASNCHAIT, 1995).

A teoria de conjuntos *fuzzy* pode ser vista como uma generalização da teoria de conjuntos clássica, a qual tem apenas duas atribuições para um elemento: pertencer ou não pertencer a um determinado conjunto. Já a teoria de conjuntos *fuzzy* atribui a cada elemento um valor no intervalo $[0, 1]$, sendo 0 correspondente a não pertencer e 1 a pertencer completamente ao conjunto. A partir de dois ou mais conjuntos *fuzzy*, as operações de intersecção (operador *and*), união (operador *or*) e complemento (operador *not*) conectam esses conjuntos de modo que produzem um único conjunto *fuzzy*, resultante a partir dos conjuntos iniciais. Esses conceitos constituem a base para modelagens matemáticas que utilizam *fuzzy*, chamadas de sistemas *fuzzy*.

Diferentemente da lógica booleana que só admite os valores verdadeiro e falso para suas variáveis, a lógica *fuzzy* admite as mais diversas classificações, essas chamadas de valores linguísticos (ZADEH, 1973). O formalismo do uso de termos linguísticos abriu possibilidades para o tratamento rigoroso e computacional de informações qualitativas. Gomide, Gudwin e Tasncheit (1995, p. 2) afirmam “tais técnicas consideram o modo como a falta de exatidão e a incerteza são descritas e, fazendo isso, tornam-se suficientemente poderosas para manipular de maneira conveniente o conhecimento”.

Sistemas baseados em regras *fuzzy* permitem simular a percepção humana uma vez que em sua formulação consideram a compreensão de especialistas sobre as variáveis do sistema. Tais sistemas são constituídos por quatro etapas, a saber: fuzzificação, base de regras, inferência e defuzzificação.

Inicialmente, as variáveis de entrada e saída são modeladas por conjuntos *fuzzy* definidos cada qual com seu respectivo domínio. Considerando um sistema *fuzzy* de n variáveis, para cada variável de entrada x_i ($i = 1, 2, \dots, n$), são escolhidos k valores linguísticos, representados por conjuntos *fuzzy* sendo cada um deles definidos por funções, chamadas funções de pertinência e denotadas por φ_{ij} , ($j = 1, 2, \dots, k$), as quais definem para cada dado de entrada x_i

um valor no conjunto $[0, 1]$ significando o grau de pertinência de x_i no conjunto *fuzzy* j correspondente. Essa etapa corresponde à fuzzificação.

Na sequência uma base de regras descrevendo a relação entre as variáveis de entrada e saída é elaborada. Regras *fuzzy* relacionam variáveis *fuzzy* e fornecem um mecanismo para vincular descrições linguísticas de sistemas com suas realizações computacionais por meio de sistemas *fuzzy* (ROSS, 2004). A base de regras é formada por um conjunto de regras linguísticas na forma: “Se <antecedente> então <consequente>”, determinadas por especialistas. A partir dessa base de regras é que ocorre a etapa de inferência que permite que informações qualitativas sejam avaliadas quantitativamente. Existem vários métodos de inferência sendo um dos mais utilizados o método Mamdani (MAMDANI, 1975). Neste modelo, o processamento de todas as regras acontece simultaneamente, originando uma resposta a partir da aplicação dos operadores matemáticos mínimo (min) e máximo (max). O operador min é utilizado ao se realizar a interseção entre os conjuntos *fuzzy* dos antecedentes para calcular o grau de ativação de cada uma das regras. O operador max é utilizado ao fazer a união das saídas de todas as regras. O resultado obtido ao final dessa fase é um conjunto *fuzzy*.

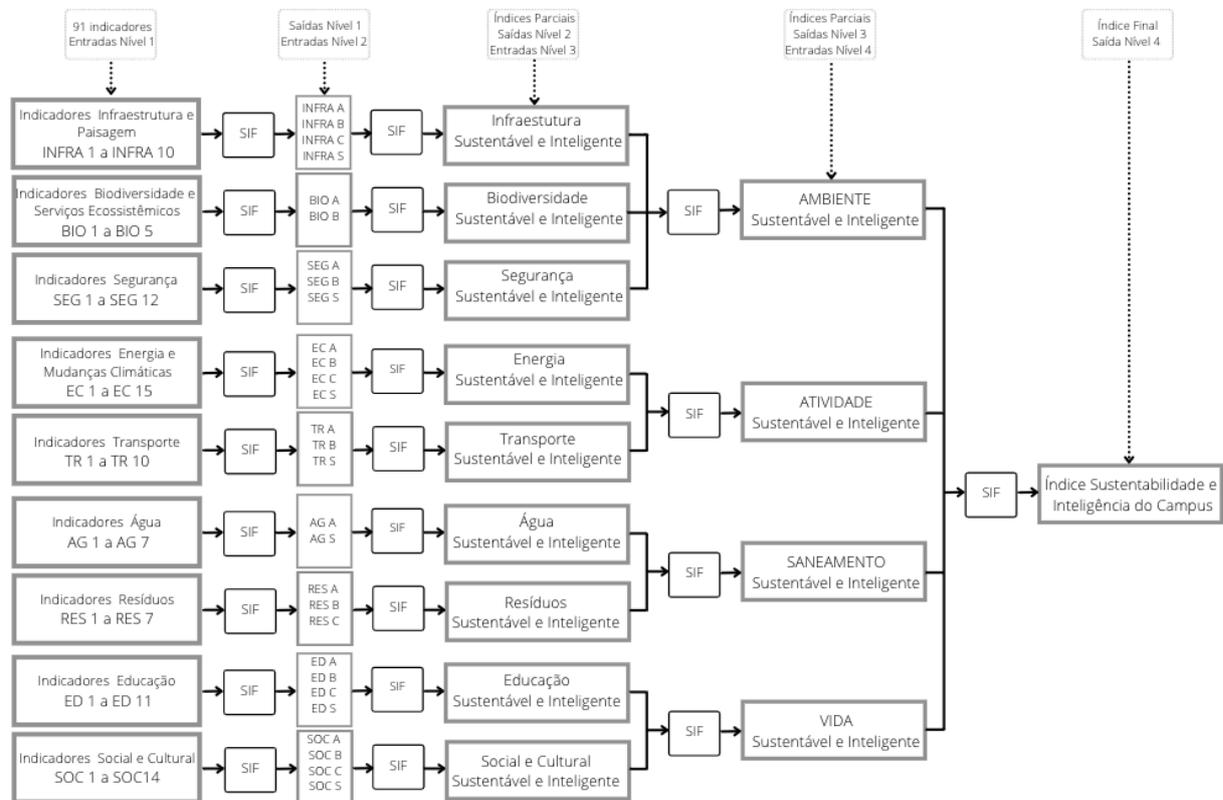
Na última etapa, denominada defuzzificação, o valor *fuzzy* de saída é transformado em um valor numérico. Existem algumas maneiras de se fazer esta etapa sendo a técnica do centroide, ou centro de área, a mais comumente usada. Um aprofundamento em tal assunto pode ser encontrado em Barros, Bassanezi e Lodwick (2017).

5.2 Seleção das Variáveis e Desenvolvimento do Modelo

O objetivo do modelo foi desenvolver um índice que indicasse o quão sustentável e inteligente é um campus. Foram propostos 91 indicadores, distribuídos em 9 dimensões: Infraestrutura e Paisagem, Energia e Mudanças Climáticas, Resíduos, Água, Transporte, Educação, Segurança, Social e Cultural e Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. As seis primeiras dimensões foram baseadas no UI GreenMetric Ranking (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020) e todos os seus indicadores foram incorporados ao modelo, uma vez que esse instrumento tem grande reconhecimento internacional. As demais dimensões e seus indicadores, assim como os indicadores que foram acrescentados às dimensões do GreenMetric Ranking, foram baseados nas normas NBR ISO 37120 (ABNT, 2021a), NBR ISO 37122 (ABNT, 2020) e a NBR ISO 37123 (ABNT, 2021b), nos documentos *United for Smart Sustainable Cities* (U4SSC, 2017), *Environmental Performance Index (EPI)* (WENDLING et al., 2020) e nos indicadores propostos por Alrashed (2020) além da consulta a especialistas.

Para obtenção do índice proposto foram elaborados 42 Sistemas de Inferência *Fuzzy* (SIF), distribuídos em 4 níveis distintos, a Figura 15 apresenta a arquitetura geral do modelo.

Figura 15. Arquitetura geral do modelo.

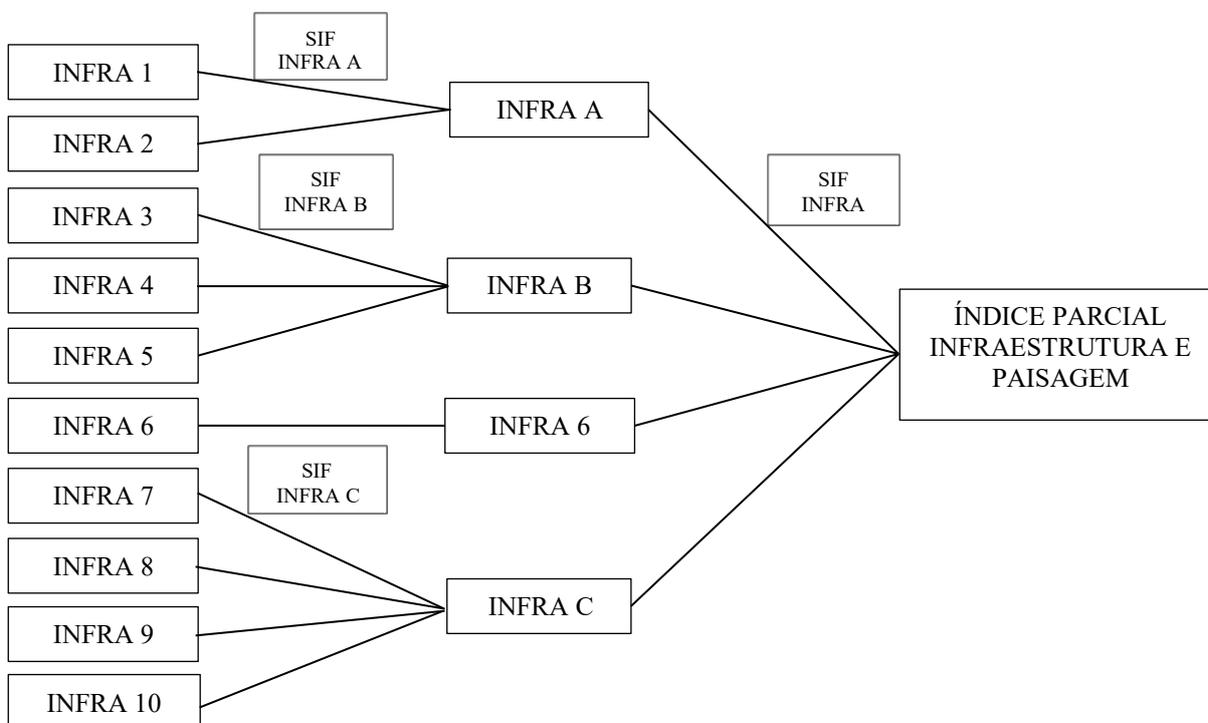


O uso de vários SIF's se fez necessário para diminuir a complexidade do modelo, uma vez que o número de variáveis de entrada era 91 e um número menor de sistemas ocasionaria um número elevado de regras. Para cada SIF proposto foi estabelecido o limite máximo de quatro variáveis de entrada e para cada uma delas três conjuntos *fuzzy*. Sendo assim, os SIF's propostos têm 9, 27 ou 81 regras em sua base de regras, a depender do número de entradas, duas, três ou quatro entradas, respectivamente.

A organização do modelo buscou identificar pontos fortes e fracos em cada dimensão pois a análise apenas de um índice final não traria muito significado se não pudesse ser interpretada qualitativamente. Para tanto, os indicadores foram agregados de forma que ao final do nível 2, fossem obtidos 9 índices parciais relacionados às 9 dimensões. Dois níveis foram necessários uma vez que o número de variáveis de entrada relacionadas à cada uma das dimensões excedia à quantidade de no máximo 4 entradas, condição explicada anteriormente para que cada base de regras não ficasse muito grande.

Pelo mesmo motivo, a agregação desses nove índices parciais para a obtenção do índice final proposto pelo modelo considerou outros 2 níveis no modelo (níveis 3 e 4).

Figura 16. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Infraestrutura e Paisagem.



Fonte: Autoria Própria

No primeiro nível, para cada uma das 9 dimensões, são propostos indicadores parciais.

A Figura 16 ilustra como foram agregados os indicadores da dimensão Infraestrutura e Paisagem. A escolha das variáveis de entrada nesse nível se deu levando-se em conta a aderência entre os indicadores e assim gerando indicadores parciais, em menor número quando comparados à quantidade inicial, possibilitando assim a identificação de pontos fortes e fracos em cada dimensão. Para denominação deles foram usados os prefixos originais dos indicadores adotados para cada dimensão seguidos das letras do alfabeto a partir da letra A. Já num segundo nível, esses indicadores parciais serviram de entradas para novos SIF's, gerando índices parciais, um para cada dimensão, e podendo ser interpretados quanto ao nível de sustentabilidade e inteligência do campus na dimensão correspondente, permitindo assim a identificação de quais dimensões precisam de maior atenção. A única exceção foi quanto ao indicador INFRA 6 pois por se distinguir dos demais de sua dimensão foi usado como entrada diretamente em um dos SIF de nível 2. A distinção é causada pois enquanto os demais indicadores estão relacionados diretamente ao tema da dimensão, como por exemplo porcentagem de espaços abertos e vegetação, o indicador INFRA 6 refere-se à porcentagem do orçamento da universidade

dedicado a esforços em sustentabilidade. Os detalhamentos dos SIF's para as demais dimensões podem ser vistos no Apêndice A.

Num terceiro nível, os 9 índices parciais são agregados, também levando-se em conta a aderência entre as dimensões, gerando 4 resultados parciais que, finalmente, num quarto nível, geram o índice proposto, como pode ser observado na Figura 15. Assim, agregou-se os índices parciais obtidos da seguinte forma: Biodiversidade e Serviços Sistêmicos, Infraestrutura e Paisagem e Segurança gerando o índice Ambiente Sustentável e Inteligente, todos de alguma forma relacionados entre si pois descrevem a infraestrutura do campus, de certa forma. Depois foram agregados o índice parcial para Energia e Mudanças com o índice parcial Transportes. A escolha foi feita pela forte relação entre indicadores de Transporte e os indicadores de Energia e Mudanças Climáticas, uma vez que ambos contribuem para esforços contra a emissão de partículas poluentes na atmosfera. Essa agregação gerou o índice parcial Atividade sustentável e inteligente. Pela forte relação com o aspecto ambiental, a conservação e a preservação da qualidade da água, os índices parciais Água e Resíduos foram agregados originando o índice parcial Saneamento Sustentável e Inteligente. Por último, agregou-se Educação ao índice parcial Social e Cultural por medirem esforços voltados aos atores do campus e à comunidade em geral gerando assim o índice parcial Vida Sustentável e Inteligente. Finalmente, os quatro resultados gerados no terceiro nível gera o índice de sustentabilidade e inteligência do campus, pelo último SIF no quarto nível.

Cada um dos 91 indicadores corresponde à uma variável de entrada dos sistemas de nível 1 e tem uma característica própria quanto aos valores que podem receber; ao conjunto desses valores denominamos domínio da variável. Algumas variáveis têm o domínio dado por um número real de 0 a 100 (tipo I), sendo essas relacionadas a indicadores medidos em porcentagem, por exemplo o indicador INFRA 2 – Porcentagem da área total do campus coberta por vegetação em forma de floresta. Outras têm como domínio o conjunto dos inteiros não negativos (tipo II) como por exemplo o indicador ED3 - Número de publicações acadêmicas em sustentabilidade, e há ainda um terceiro tipo correspondente às variáveis provenientes de indicadores avaliados por escala Likert de forma qualitativa (tipo III), por exemplo o indicador ED7 – Relatório de Sustentabilidade.

Cada variável foi modelada por três conjuntos *fuzzy* considerando os termos linguísticos: Ruim, Adequado e Excelente. Esses termos visam caracterizar o quão distante cada variável está de uma referência, em termos de sustentabilidade. Para cada variável, define-se os conjuntos

fuzzy de cada um dos três valores linguísticos (e conseqüentemente o que chamou-se de referência) a partir da literatura ou da consulta a especialistas.

Os conjuntos *fuzzy* Ruim e Excelente de cada variável dos tipos I e II são modelados por funções trapezoidais e o conjunto *fuzzy* Adequado por funções triangulares por não haver justificativa de um intervalo de certeza para esse valor linguístico. A definição dos conjuntos *fuzzy* Ruim, Adequado e Excelente depende da variável à qual se referem. Para as variáveis provenientes do UI GreenMetric Ranking (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020), os conjuntos *fuzzy* tiveram limitantes baseados nos propostos pelo próprio instrumento, como ilustrado no Exemplo 1 e na Figura 17. Ressalto aqui que nem sempre os valores encontravam-se em ordem crescente uma vez que para alguns indicadores quantitativos, quanto menor o valor, melhor o indicador.

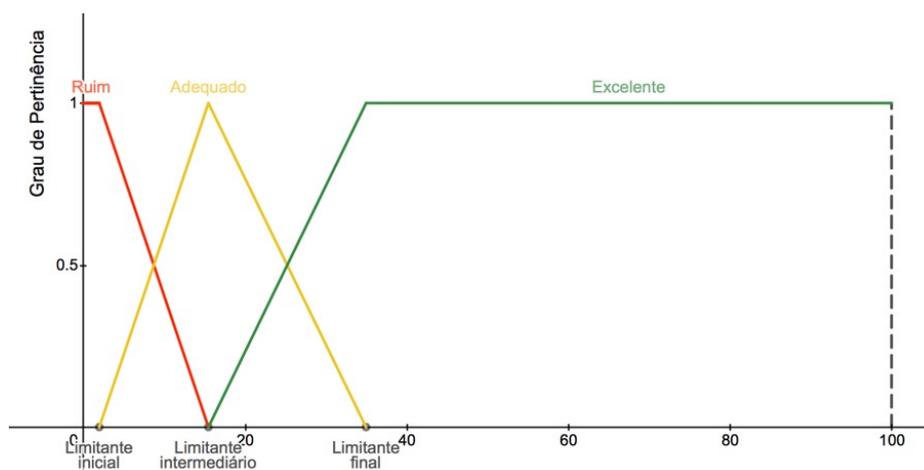
As funções de pertinência das variáveis de tipo I e II não provenientes do UI GreenMetric Ranking tiveram os conjuntos *fuzzy* estabelecidos com a ajuda de especialistas, envolvendo professores universitários, profissionais envolvidos com o tema e coordenadores de projetos relacionados à sustentabilidade.

Exemplo 1. Indicador INFRA2: Porcentagem da área total do campus coberta por vegetação na forma de floresta. Abaixo encontra-se a classificação usada pelo UI GreenMetric Ranking para o indicador referente a este (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020, p.14).

- [1] $\leq 2\%$
- [2] $> 2 - 9\%$
- [3] $> 9 - 22\%$
- [4] $> 22 - 35\%$
- [5] $> 35\%$

Limitante inicial = 2
Limitante intermediário = $(9+22)/2 = 15.5$
Limitante final = 35

Figura 17. Conjuntos *fuzzy* – Exemplo 1.



Fonte: Autoria própria.

Assim, conforme ilustrado na Figura 17, para o indicador INFRA2, valores menores que 2 (limitante inicial) têm pertinência apenas no conjunto Ruim, valores entre 2 e 15.5 têm pertinência nos conjuntos Ruim e Adequado, sendo os graus de pertinência entre 0 e 1, a depender do valor e a soma de ambos sempre igual a 1. O valor 15,5 (limitante intermediário) tem pertinência 1 no conjunto Adequado. Já valores entre 15.5 e 35 (limitante final) possuem grau de pertinência nos conjuntos Adequado e Excelente e a soma de seus valores igual a 1. Finalmente, valores a partir de 35 possuem grau de pertinência 1 no conjunto Excelente. Uma análise semelhante pode ser feita para todas as variáveis dos tipos I e II.

Comparado ao sistema de pontuação por faixas, o uso dos sistemas *fuzzy* nessa proposta de modelagem trarão “suavidade” para essa classificação abrupta pois, por exemplo, no modelo atual do UI GreenMetric Ranking (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020, p.14), entradas 10% e 20% para o indicador INFRA2 teriam a mesma pontuação enquanto, nessa nova proposta, teriam respostas diferenciadas, tendo o primeiro caso graus de pertinência maior que zero nos conjuntos Ruim e Adequado enquanto o segundo nos conjuntos Adequado e Excelente.

Todas as variáveis de tipo III foram avaliadas por escala Likert com 5 classificações e a construção das funções de pertinência correspondentes aos seus conjuntos foi feita utilizando-se apenas funções triangulares, modelando assim certezas (pertinências 1) nos conjuntos Ruim, Adequado e Excelente, com os valores 1, 3 e 5, respectivamente, e pertinência 0,5 em Ruim e 0,5 em Adequado para o valor 2 e 0,5 em Adequado e 0,5 em Excelente para o valor 4. O Exemplo 2 e a Figura 18 ilustram a construção.

Exemplo 2. Indicador ED7: Relatório de Sustentabilidade (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020, p.28).

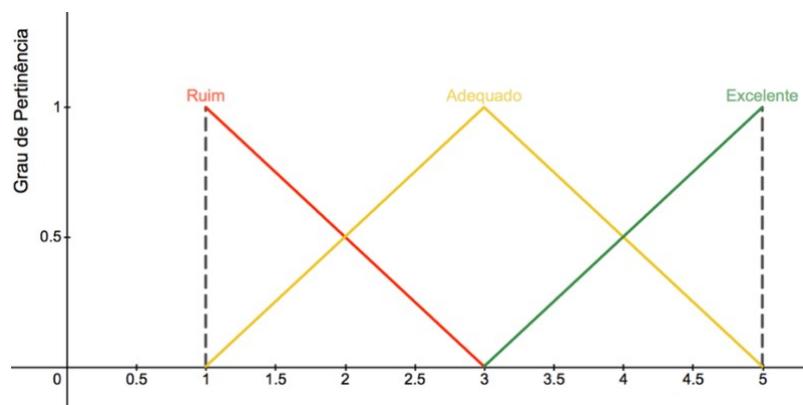
[1] Não disponível

[2] Relatório de sustentabilidade está em preparação

[3] Disponível, mas não acessível ao público

[4] O relatório de sustentabilidade está acessível e publicado ocasionalmente [5] O relatório de sustentabilidade está acessível e publicado anualmente

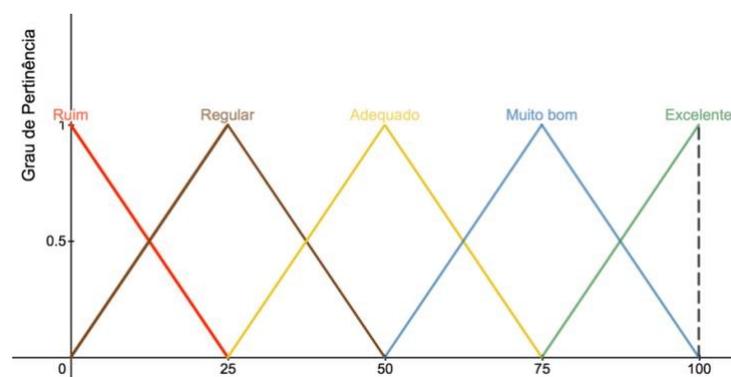
Figura 18. Conjuntos *fuzzy* – Exemplo 2.



Fonte: Autoria própria.

Em todos os 42 SIF's, as variáveis de saída foram modeladas utilizando-se 5 conjuntos, todos eles definidos por funções de pertinência triangulares. Os valores linguísticos escolhidos foram: Ruim, Regular, Adequado, Muito bom e Excelente e as saídas tiveram imagem no intervalo [0, 100]. A Figura 19 apresenta cada um desses conjuntos.

Figura 19. Conjuntos *fuzzy* – Variáveis de saída.

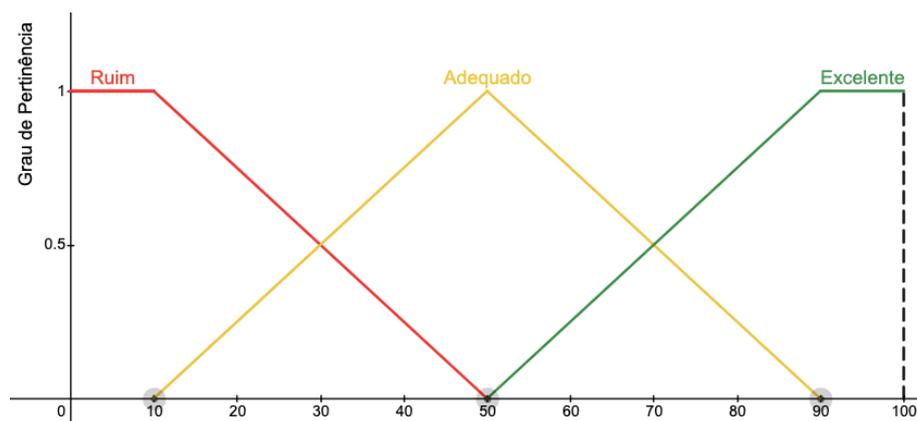


Fonte: Autoria própria.

Sendo assim, para os sistemas de níveis 2, 3 e 4, cujas entradas correspondiam às saídas de sistemas de níveis anteriores, considerou-se como domínio das variáveis de entrada o mesmo intervalo, a fim de simplificar a interpretação do modelo, com exceção da variável de entrada INFRA6, que devido à sua natureza distinta das demais em sua dimensão, foi utilizada diretamente como entrada no nível 2 (Figura 16). Para essa variável, os conjuntos *fuzzy* foram definidos conforme os das demais variáveis de tipo I.

Na Figura 20 podem ser observados os conjuntos *fuzzy* utilizados como entradas nesses níveis do modelo. Foram usadas funções de pertinência trapezoidais nas extremidades e uma função triangular para valores intermediários de forma a permitir grau de pertinência 1 nos conjuntos Ruim e Excelente para um intervalo de valores próximos às extremidades (0 a 10 e 90 a 100, respectivamente).

Figura 20. Conjuntos *fuzzy* – Variáveis de entrada de SIF – níveis 2, 3 e 4 (Observação: exceção para o indicador INFRA 6).



Fonte: Autoria própria.

Como proposta inicial, a base de regras para cada um dos sistemas considerou indicadores diferentes com importâncias iguais. As Tabelas 3, 4 e 5 trazem as regras adotadas reforçando que foram usados os valores linguísticos Ruim, Adequado e Excelente para as entradas e os valores linguísticos Ruim, Regular, Adequado, Muito bom e Excelente para as saídas, em todos os SIF do nível 1 do modelo proposto. As bases de regras dos SIF's de níveis 2, 3 e 4 podem ser vistas no Apêndice C.

Tabela 3. Base de regras para SIF com duas variáveis de entrada.

ENTRADA 1	ENTRADA 2	SAÍDA
Ruim	Ruim	Ruim

Ruim	Adequado	Regular
Ruim	Excelente	Adequado
Adequado	Ruim	Regular
Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Excelente	Muito bom
Excelente	Ruim	Adequado
Excelente	Adequado	Muito bom
Excelente	Excelente	Excelente

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4. Base de regras para SIF com três variáveis de entrada.

ENTRADA 1	ENTRADA 2	ENTRADA 3	SAÍDA
Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Ruim	Ruim	Adequado	Regular
Ruim	Ruim	Excelente	Regular
Ruim	Adequado	Ruim	Regular
Ruim	Adequado	Adequado	Regular
Ruim	Adequado	Excelente	Adequado
Ruim	Excelente	Ruim	Regular
Ruim	Excelente	Adequado	Adequado
Ruim	Excelente	Excelente	Muito bom
Adequado	Ruim	Ruim	Regular
Adequado	Ruim	Adequado	Regular
Adequado	Ruim	Excelente	Adequado
Adequado	Adequado	Ruim	Regular
Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Adequado	Excelente	Muito bom
Adequado	Excelente	Ruim	Adequado
Adequado	Excelente	Adequado	Muito bom
Adequado	Excelente	Excelente	Excelente

Excelente	Ruim	Ruim	Regular
Excelente	Ruim	Adequado	Adequado
Excelente	Ruim	Excelente	Muito bom
Excelente	Adequado	Ruim	Adequado
Excelente	Adequado	Adequado	Muito bom
Excelente	Adequado	Excelente	Excelente
Excelente	Excelente	Ruim	Muito bom
Excelente	Excelente	Adequado	Excelente
Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5. Base de regras para SIF com 4 variáveis de entrada.

ENTRADA 1	ENTRADA 2	ENTRADA 3	ENTRADA 4	SAÍDA
Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Ruim	Ruim	Ruim	Adequado	Ruim
Ruim	Ruim	Ruim	Excelente	Ruim
Ruim	Ruim	Adequado	Ruim	Ruim
Ruim	Ruim	Adequado	Adequado	Ruim
Ruim	Ruim	Adequado	Excelente	Regular
Ruim	Ruim	Excelente	Ruim	Ruim
Ruim	Ruim	Excelente	Adequado	Regular
Ruim	Ruim	Excelente	Excelente	Regular
Ruim	Adequado	Ruim	Ruim	Ruim
Ruim	Adequado	Ruim	Adequado	Ruim
Ruim	Adequado	Ruim	Excelente	Regular
Ruim	Adequado	Adequado	Ruim	Ruim
Ruim	Adequado	Adequado	Adequado	Regular

Ruim	Adequado	Adequado	Excelente	Regular
Ruim	Adequado	Excelente	Ruim	Regular
Ruim	Adequado	Excelente	Adequado	Regular
Ruim	Adequado	Excelente	Excelente	Regular

Ruim	Excelente	Ruim	Ruim	Ruim
Ruim	Excelente	Ruim	Adequado	Regular
Ruim	Excelente	Ruim	Excelente	Regular
Ruim	Excelente	Adequado	Ruim	Regular
Ruim	Excelente	Adequado	Adequado	Regular
Ruim	Excelente	Adequado	Excelente	Regular
Ruim	Excelente	Excelente	Ruim	Regular
Ruim	Excelente	Excelente	Adequado	Regular
Ruim	Excelente	Excelente	Excelente	Muito bom
Adequado	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Adequado	Ruim	Ruim	Adequado	Ruim
Adequado	Ruim	Ruim	Excelente	Regular
Adequado	Ruim	Adequado	Ruim	Ruim
Adequado	Ruim	Adequado	Adequado	Regular
Adequado	Ruim	Adequado	Excelente	Regular
Adequado	Ruim	Excelente	Ruim	Regular
Adequado	Ruim	Excelente	Adequado	Regular
Adequado	Ruim	Excelente	Excelente	Regular
Adequado	Adequado	Ruim	Ruim	Ruim
Adequado	Adequado	Ruim	Adequado	Regular
Adequado	Adequado	Ruim	Excelente	Regular

Adequado	Adequado	Adequado	Ruim	Regular
Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Adequado	Adequado	Excelente	Adequado
Adequado	Adequado	Excelente	Ruim	Regular
Adequado	Adequado	Excelente	Adequado	Adequado
Adequado	Adequado	Excelente	Excelente	Adequado

Adequado	Excelente	Ruim	Ruim	Regular
Adequado	Excelente	Ruim	Adequado	Regular
Adequado	Excelente	Ruim	Excelente	Regular
Adequado	Excelente	Adequado	Ruim	Regular
Adequado	Excelente	Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Excelente	Adequado	Excelente	Adequado
Adequado	Excelente	Excelente	Ruim	Regular
Adequado	Excelente	Excelente	Adequado	Adequado
Adequado	Excelente	Excelente	Excelente	Muito bom
Excelente	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Excelente	Ruim	Ruim	Adequado	Regular
Excelente	Ruim	Ruim	Excelente	Regular
Excelente	Ruim	Adequado	Ruim	Regular
Excelente	Ruim	Adequado	Adequado	Regular
Excelente	Ruim	Adequado	Excelente	Regular
Excelente	Ruim	Excelente	Ruim	Regular
Excelente	Ruim	Excelente	Adequado	Regular
Excelente	Ruim	Excelente	Excelente	Muito bom
Excelente	Adequado	Ruim	Ruim	Regular

Excelente	Adequado	Ruim	Adequado	Regular
Excelente	Adequado	Ruim	Excelente	Regular
Excelente	Adequado	Adequado	Ruim	Regular
Excelente	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
Excelente	Adequado	Adequado	Excelente	Adequado
Excelente	Adequado	Excelente	Ruim	Regular
Excelente	Adequado	Excelente	Adequado	Adequado
Excelente	Adequado	Excelente	Excelente	Muito bom
Excelente	Excelente	Ruim	Ruim	Regular
Excelente	Excelente	Ruim	Adequado	Regular
Excelente	Excelente	Ruim	Excelente	Muito bom
Excelente	Excelente	Adequado	Ruim	Regular
Excelente	Excelente	Adequado	Adequado	Adequado
Excelente	Excelente	Adequado	Excelente	Muito bom
Excelente	Excelente	Excelente	Ruim	Muito bom
Excelente	Excelente	Excelente	Adequado	Muito bom
Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Fonte: Autoria própria.

Para exemplificar, consideremos o SIF INFRA B. Ele possui como variáveis de entrada os indicadores INFRA 3, INFRA 4 e INFRA 5. Sendo assim, de acordo com a Tabela 6, por exemplo:

Se INFRA 3 for “Adequado”, INFRA 4 “Adequado” e INFRA 5 “Excelente” então o Indicador parcial INFRA B é “Muito bom”,

Se INFRA 3 for “Excelente”, INFRA 4 “Ruim” e INFRA 5 “Ruim” então o Indicador parcial INFRA B é “Regular”.

Como indicadores distintos foram considerados de iguais importâncias, qualquer outra regra onde o antecedente tiver dois Adequados e um Excelente, independentemente da ordem,

ou seja, duas das entradas são Adequadas e a outra é Excelente, terá como consequente Muito bom. Isso vale para os demais casos.

Para a inferência de cada SIF foi utilizado o método de Mamdani (MAMDANI, 1975), que é baseado na regra de composição de inferência máx-min, e para a defuzzificação o método do centroide. A implementação do modelo foi feita utilizando-se o *software* R[©].

5.3 Análise de resultados - Superfícies de saída

As superfícies de saída são geradas a partir da combinação de duas variáveis de entrada, mostrando a relação entre as variáveis de entrada e saída e, conseqüentemente, permitindo a análise do conjunto de regras estabelecido para o sistema.

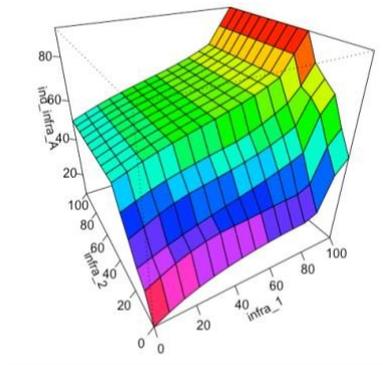
Inicialmente foram avaliadas as superfícies respostas dos SIF envolvidos para validação da consistência das regras implementadas. São apresentadas superfícies de saída referentes aos SIF's com duas, três e quatro entradas, que compõem a dimensão Infraestrutura e Paisagem, responsáveis por gerar o Índice parcial: Infraestrutura e Paisagem Sustentável e Inteligente, baseada na arquitetura proposta na Figura 16.

Devido às características das variáveis de entrada dos SIF's dessa dimensão, esperava-se que quanto maiores os valores de entrada, maiores fossem os valores de saída correspondentes, o que foi confirmado para todas as superfícies analisadas.

Para SIF's de apenas duas entradas, a análise da superfície de resposta é mais fácil de interpretar uma vez que já traz a resposta para todas as possibilidades de respostas. Já para sistemas de 3 ou mais entradas, é necessária a análise de duas entradas por vez, tornando sempre a interpretação parcial em relação ao sistema todo.

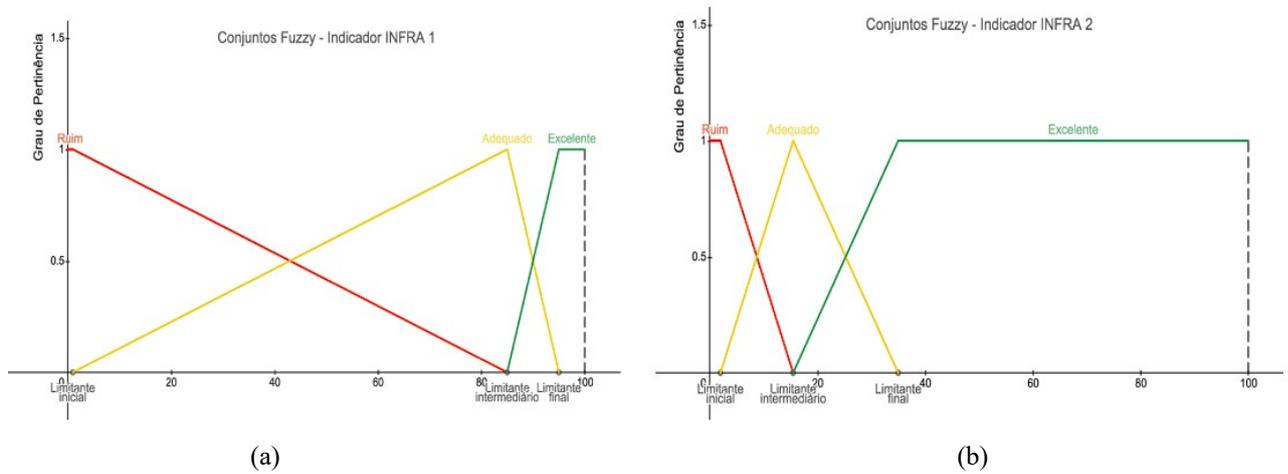
A Figura 21 traz a superfície resposta das regras do SIF INFRA A que possui as entradas INFRA 1 e INFRA 2. Analisando-se a Figura 21, observa-se que em relação à variável INFRA 1, a resposta permanece com valores baixos aproximadamente até atingir um valor entre 80 e 90 enquanto para a entrada INFRA 2, a partir de 40 a resposta já é alta. Essa característica pode ser justificada pela forma como estão definidos os domínios dos conjuntos *fuzzy* de cada uma dessas variáveis, apresentados na Figura 22. A análise conjunta das Figuras 21 e 22 complementa a interpretação.

Figura 21. Superfície referente ao SIF INFRA A.



Fonte: Autoria própria.

Figura 22. Conjuntos *fuzzy* – Variáveis de entrada SIF INFRA A.

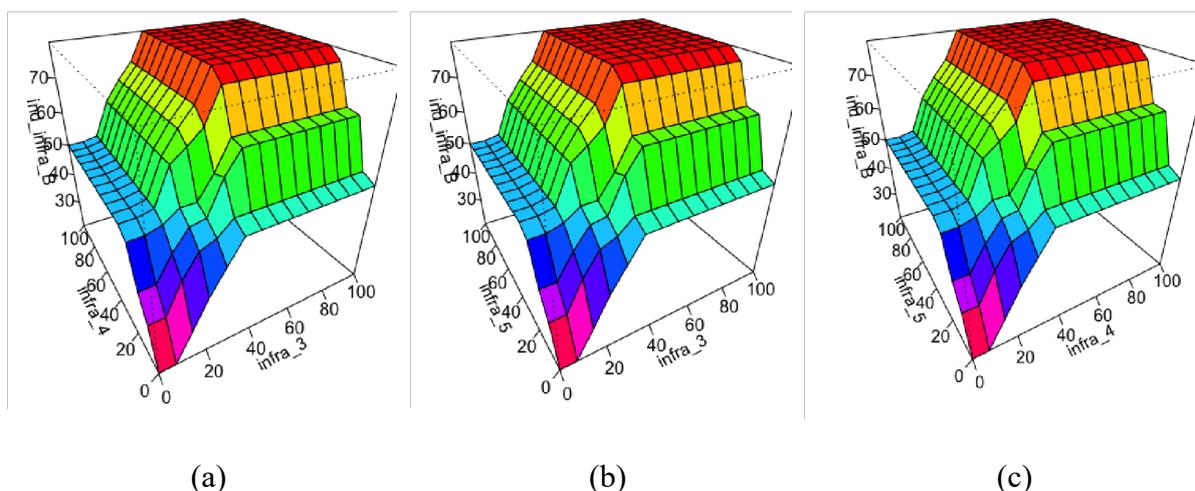


Fonte: Autoria própria.

Legenda: Funções de pertinência referentes aos conjuntos *fuzzy* das variáveis de entrada do SIF INFRA A: (a) INFRA 1 (b) INFRA 2.

Os resultados na Figura 23 apresentam superfícies resposta para o SIF INFRA B. Esse sistema possui 3 variáveis de entrada: INFRA 3, INFRA 4 e INFRA 5. Assim, para estudo da superfície resposta desse sistema, foram feitas análises considerando-se 2 entradas por vez sendo, portanto, 3 combinações possíveis.

Figura 23. Superfícies referentes ao SIF INFRA B.



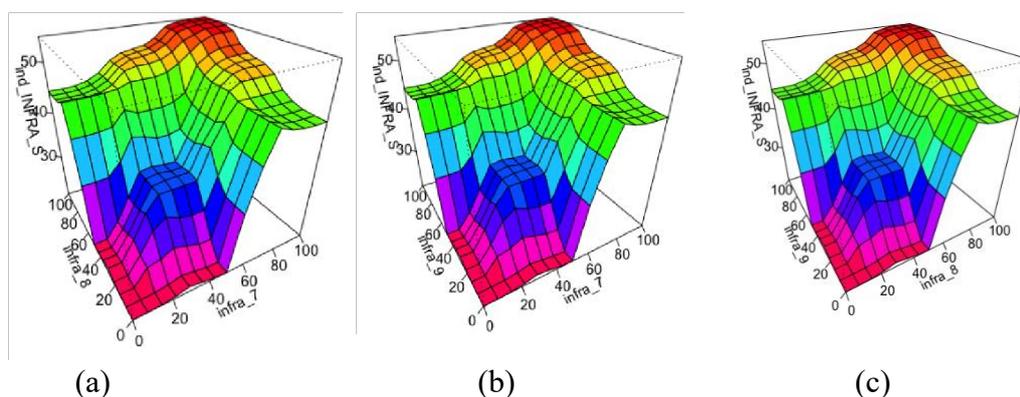
Fonte: Autoria própria.

Legenda: Superfícies resposta de regras considerando o indicador INFRA B como função dos indicadores: (a) INFRA3 e INFRA4, (b) INFRA 3 e INFRA 5, (c) INFRA 4 e INFRA 5.

Como não há diferença significativa nos domínios das variáveis de entrada envolvidas, e como as variáveis têm mesma importância na descrição das regras, não foram notadas diferenças aparentes nas superfícies obtidas.

A Figura 24 apresenta superfícies do SIF INFRA C, que possui 4 entradas: INFRA 7, INFRA 8, INFRA 9 e INFRA 10. Considerando-se todas as combinações possíveis de escolha de duas variáveis de entrada teríamos seis combinações possíveis. São apresentadas superfícies de saída para três delas.

Figura 24. Superfícies referentes ao SIF INFRA C.

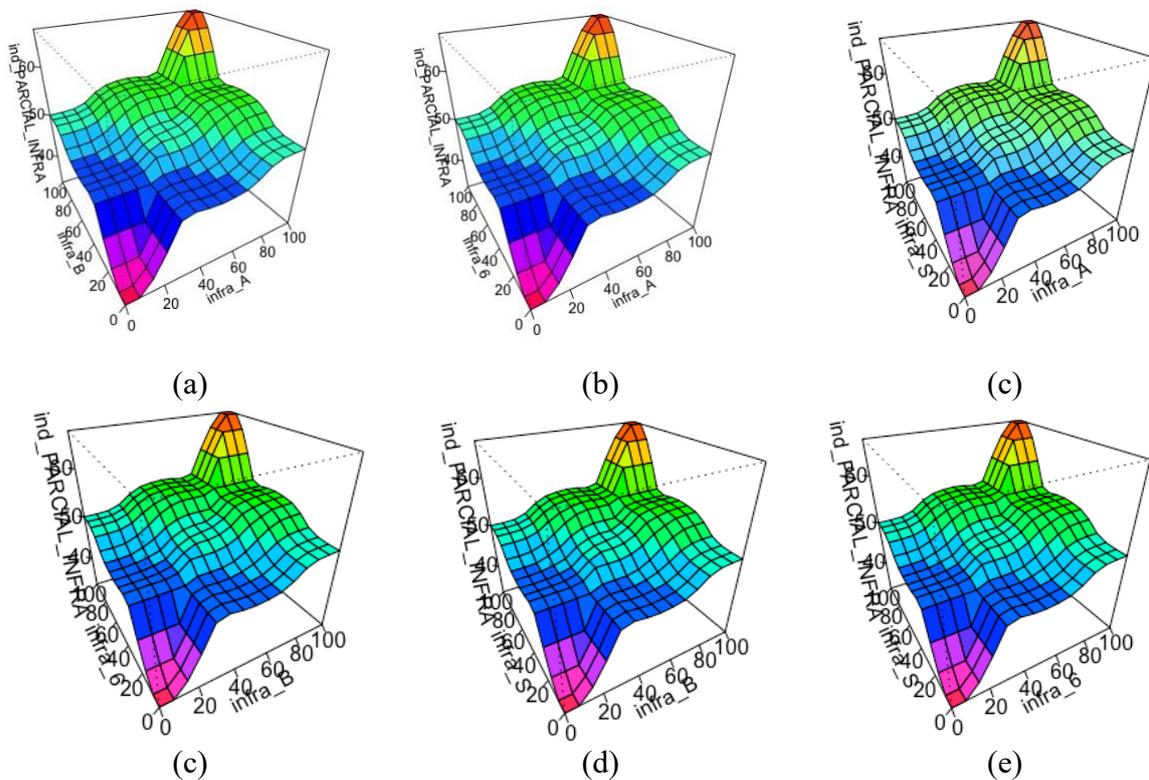


Fonte: Autoria própria.

Legenda: Superfícies resposta de regras considerando o indicador INFRA C como função dos indicadores: (a) INFRA7 e INFRA8, (b) INFRA 7 e INFRA 9, (c) INFRA 8 e INFRA 9.

Não há diferenças que possam ser notadas uma vez que todas as variáveis têm mesma importância na base de regras. O comportamento maior – melhor pode ser notado nas três superfícies.

Figura 25. Superfícies referentes ao SIF PARCIAL INFRA.



Fonte: Autoria própria.

Legenda: Superfícies resposta de regras considerando o índice parcial INFRA como função dos indicadores: (a) INFRA A e INFRA B, (b) INFRA A e INFRA 6, (c) INFRA A e INFRA C, (d) INFRA B e INFRA 6, (e) INFRA B e INFRA C, (f) INFRA 6 e INFRA C.

A Figura 25 apresenta as seis superfícies possíveis de se analisar para o SIF INFRA. Esse sistema possui como entradas: INFRA A, INFRA B e INFRA C, correspondentes às saídas dos sistemas de nível inferior de mesmos nomes, além da variável INFRA 6. Isso se deve ao fato que o domínio da variável INFRA 6 ser também de 0 a 100 e também ao fato das variáveis terem mesma importância na base de regras.

A comparação entre as superfícies das Figuras 24 e 25 permite notar a maior rigorosidade na base de regras dos sistemas de nível 1 (Figura 24) uma vez que há uma relativa “demora” para que repostas atinjam valores maiores que 50. As regras de sistemas de nível 1 buscaram penalizar de alguma forma a incidência de pelo menos uma variável com pertinência maior que

0 no conjunto Ruim para que a necessidade de atenção nessas variáveis pudesse ser notada ao se analisar o índice parcial correspondente à dimensão em questão.

Porém a mesma rigorosidade não foi considerada para os SIF's de níveis 2, 3 e 4 uma vez que suas entradas já eram saídas de outros SIF's.

6 Resultados e discussão

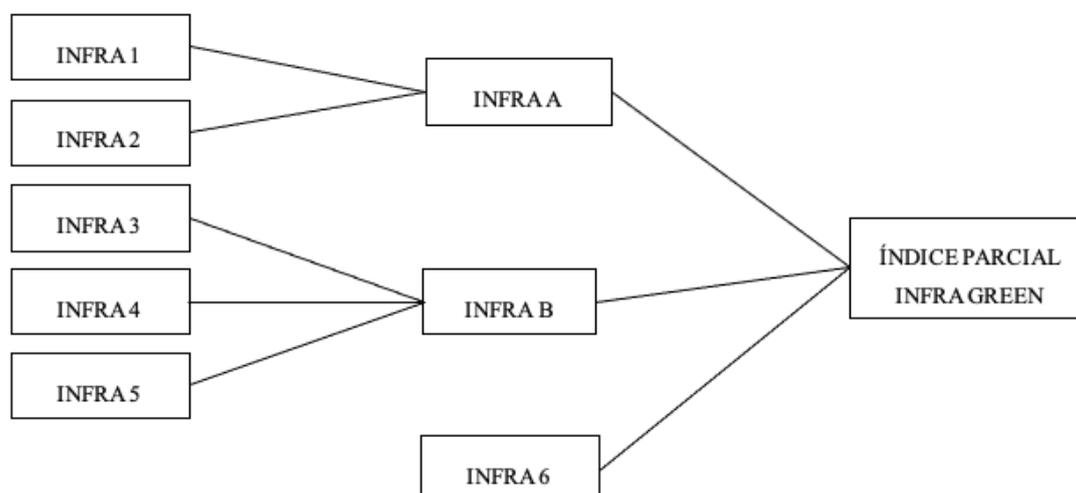
6.1 Teste comparativo

Para poder analisar as potencialidades do modelo quando comparado a uma classificação por faixas, foi realizado um estudo comparativo com sistema de ranqueamento baseado por escala UI GreenMetric Ranking (GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020).

No entanto, esse estudo não considerou o modelo por completo, uma vez que os números de indicadores das duas propostas não eram coincidentes. Sendo assim, comparou-se apenas uma parte do modelo, referente apenas à dimensão Infraestrutura e Paisagem cuja representatividade em relação ao modelo todo por conter SIF's de duas, três e quatro entradas já foi evidenciada anteriormente. Para fins de comparação, foi feito um recorte nessa dimensão composto por apenas os 6 indicadores iniciais, correspondendo aos provenientes do instrumento a ser comparado. A Figura 26 ilustra o recorte considerado para o modelo.

Todas as regras foram mantidas como propostas anteriormente, para SIF com 2 e 3 entradas e os conjuntos *fuzzy* conforme propostos anteriormente também. O modelo proposto só difere da proposta inicial no SIF de nível 2, quando não é considerado o indicador parcial S, resultante dos indicadores 7 a 10. Ao resultado final, obtido da agregação dos indicadores parciais INFRA A e INFRA B, com o indicador INFRA6, foi dado o nome Índice Parcial Infra Green.

Figura 26. Arquitetura do modelo proposto para agregação dos 6 indicadores iniciais de Infraestrutura e Paisagem: INFRA 1 a INFRA 6.



Fonte: Autoria própria. Legenda: Modelo adaptado da proposta inicial, contendo apenas os seis indicadores provenientes do UI GreenMetric Ranking (GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020), proposto apenas com o objetivo de se comparar os dois sistemas de pontuação.

A Tabela 6 traz 4 casos hipotéticos de situação diferentes cujas notas foram obtidas considerando-se o sistema de pontuação do UI GreenMetric Ranking e o modelo proposto. Comparando-se os Casos 1 e 2 observam-se que, apesar das pontuações muito próximas em cada indicador, as pontuações finais considerando-se o UI GreenMetric Ranking são muito distintas sendo a pontuação do Caso 2 mais que o dobro da pontuação do Caso 1, a saber: 23,33% e 48,33% da pontuação máxima nessa dimensão, respectivamente. Comparando-se esses mesmos 2 casos, considerando-se as notas geradas pelo SIF proposto, os resultados são muito parecidos: 24,67% e 24,91% respectivamente.

Outro estudo importante é obtido ao se compararem os Casos 2 e 3. Os valores hipotéticos foram propositalmente escolhidos nas extremidades de cada faixa de pontuação do UI GreenMetric Ranking, tendo gerado, portanto, iguais pontuações segundo esse sistema, apesar da significativa diferença entre as pontuações individuais. Porém, ao se compararem as notas dos Casos 2 e 3 considerando-se a nota obtida pelo SIF proposto, observam-se notas significativamente diferentes, respectivamente 24,91% e 61,79%, evidenciando o melhor desempenho do Caso 3 em todos os indicadores em comparação ao Caso 2. Pode-se, portanto, notar que o uso de SIF possibilitou uma distribuição mais homogênea da pontuação.

Tabela 6. Comparativo de Sistema de Pontuação – Modelagem usando SIF x GreenMetric Ranking.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO INDICADOR	CASO 1	CASO 2	CASO 3
INFRA 1 (SI 1)	Porcentagem de espaço aberto em relação à área total (Nota GreenMetric Ranking)	1% (Nota: 1)	1.1% (Nota: 2)	80% (Nota: 2)
INFRA 2 (SI 2)	Porcentagem de área coberta por floresta em relação à área total (Nota GreenMetric Ranking)	9% (Nota: 2)	9.1% (Nota: 3)	22% (Nota: 3)
INFRA 3 (SI 3)	Porcentagem de área coberta por vegetação plantada em relação à área total (Nota GreenMetric Ranking)	10% (Nota: 1)	10.1% (Nota: 2)	20% (Nota: 2)
INFRA 4 (SI 4)	Porcentagem de área com absorção de água, além da área coberta por vegetação plantada	20% (Nota: 3)	20.1% (Nota: 4)	30% (Nota: 4)

	e floresta, em relação à área total (Nota GreenMetric Ranking)			
INFRA 5 (SI 5)	Área total dividida pela população total do campus (m ² /pessoa) (Nota GreenMetric Ranking)	40 (m ² /pessoa) (Nota: 3)	40.1 (m ² /pessoa) (Nota: 4)	70 (m ² /pessoa) (Nota: 4)
INFRA 6 (SI 6)	Porcentagem do orçamento da faculdade investido em esforços por sustentabilidade por ano (Nota GreenMetric Ranking)	5% (Nota: 2)	5.1% (Nota: 3)	10% (Nota: 3)
	Porcentagem de pontos – SIF	24,67%	24,91%	61.79%
	Porcentagem de pontos - GreenMetric	23.33% (350/1500)	48.33% (725/1500)	48.33% (725/1500)

Fonte: Autoria própria.

6.2 Análise de Sensibilidade

Com o objetivo de validar as bases de regras e consequentemente o modelo, foi utilizado o método conceitualmente mais simples para a análise de sensibilidade, que consiste em variar repetidamente um parâmetro de cada vez, mantendo os outros fixos (HAMBY, 1994).

Inicialmente foram escolhidos para testes os sistemas INFRA A, INFRA B, e INFRA C, com respectivamente 2, 3 e 4 entradas. Como os demais sistemas de mesmos níveis têm as mesmas bases de regras, tal análise foi suficiente para esse primeiro momento. Um conjunto hipotético de dados foi testado, gerado a partir da combinação de 9 pontos no domínio de cada variável estrategicamente escolhidos, a saber:

Ponto tipo 1: Pertinência 1 no conjunto *fuzzy* Ruim.

Ponto tipo 2: Pertinência 0,75 no conjunto *fuzzy* Ruim e 0,25 no conjunto *fuzzy* Adequado.

Ponto tipo 3: Pertinência 0,5 no conjunto *fuzzy* Ruim e 0,5 no conjunto *fuzzy* Adequado.

Ponto tipo 4: Pertinência 0,25 no conjunto *fuzzy* Ruim e 0,75 no conjunto *fuzzy* Adequado.

Ponto tipo 5: Pertinência 1 no conjunto *fuzzy* Adequado.

Ponto tipo 6: Pertinência 0,75 no conjunto *fuzzy* Adequado e 0,25 no conjunto *fuzzy* Excelente.

Ponto tipo 7: Pertinência 0,5 no conjunto *fuzzy* Adequado e 0,5 no conjunto *fuzzy* Excelente.

Ponto tipo 8: Pertinência 0,25 no conjunto *fuzzy* Adequado e 0,75 no conjunto *fuzzy* Excelente.

Ponto tipo 9: Pertinência 1 no conjunto *fuzzy* Excelente.

Assim, para o sistema de 2 entradas INFRA A foram testados 81 casos, para o sistema de INFRA B foram testados 729 casos e para o sistema INFRA C foram testados 6561 casos. Os dados foram organizados de forma a ser percebida a influência da melhora de cada variável, mantendo-se duas fixas e melhorando a terceira. Dessa forma, as respostas dos sistemas como maiores saídas conforme melhores entradas foram validadas. Nessa etapa, consultou-se um especialista para a validação dos resultados. As bases de regras foram criadas objetivando a identificação na saída de pontos fracos em algum indicador de entrada de cada sistema. A análise dos dados permitiu a validação e correção das bases de regras para que esse resultado fosse alcançado. As Tabelas 3 a 5, anteriormente apresentadas, já trazem as versões finais das bases de regras para sistemas desse nível.

Como continuação da análise de sensibilidade, foi testado o sistema todo, primeiro considerando todas as entradas com pontos do tipo 1 (pertinência 1 no conjunto *fuzzy* Ruim), depois tipo 2 (pertinência 0,75 no conjunto *fuzzy* Ruim e 0,25 no conjunto *fuzzy* Adequado) e assim sucessivamente até todas estarem com entradas como pontos do tipo 9 (pertinência 1 no conjunto *fuzzy* Excelente). As saídas mostraram que o sistema respondia conforme o esperado e podem ser observadas na Tabela 7. Na tabela apresentam-se também resultados parciais obtidos para cada uma das dimensões.

Tabela 7. Análise de Sensibilidade do sistema proposto.

ENTRADAS	INFRA	EC	RES	AG	TRANS	ED	SEG	SOC	BIO	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	32
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	38
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68

Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria própria

Na sequência foi feita uma análise de sensibilidade por dimensão, criando-se um conjunto de dados de entrada mantendo-se todas as variáveis das dimensões não testadas no mesmo nível (entradas do tipo 1, por exemplo) e as variáveis da dimensão a ser testada com 9 casos: todas os indicadores que a integram com valores do tipo 1, depois todos com valores do tipo 2, e assim por diante. Assim, foram gerados 81 conjuntos de dados de entrada distintos para estudo de cada uma das dimensões, para os quais o sistema foi rodado e as saídas analisadas. Os resultados podem ser vistos no Apêndice C.

Essa análise foi feita para cada uma das dimensões e permitiu a identificação de dois ajustes necessários na base de regras: o primeiro foi na base de regras do SIF de nível 4 devido ao fato de quando todas as entradas da dimensão a ser testada eram do tipo 9 e todas as demais entradas, das demais dimensões, consideravam pontos do tipo 1 o resultado do sistema era 0, mostrando estar tão rigoroso a ponto de não diferir o caso de 100% das dimensões serem avaliadas com a pior nota do caso em que uma delas tinha todas as entradas avaliadas com nota máxima. Também mostrou a necessidade de reestruturação na base de regras do SIF responsável por gerar o índice parcial Ambiente, uma vez que foi notado as dimensões que o integram tinham mais dificuldade para melhorar o resultado do sistema final, e conseqüentemente o valor do índice de sustentabilidade e inteligência do campus, que as demais. Isso se deve ao fato desse ser o único no nível 3 que possui 3 entradas, provenientes de 3 dimensões. Os demais possuem entradas geradas a partir de 2 dimensões.

Assim a base de regras do SIF FINAL buscou dar maior peso para a entrada proveniente do índice parcial Ambiente quando comparada às demais entradas, obtidas a partir dos índices parciais Atividade, Saneamento e Vida. Todos os resultados da análise de sensibilidade podem ser vistos no Apêndice C.

6.3 Aplicação de caso

Com o objetivo de testar o modelo e sua aplicabilidade foi realizado um estudo de caso. O estudo foi realizado com dados de um centro universitário particular, localizado no interior do estado de São Paulo, com aproximadamente 4300 alunos considerando-se cursos de graduação e pós graduação. Os dados, referentes ao ano de 2020, foram gentilmente fornecidos

pela universidade, através do preenchimento de um formulário eletrônico e pode ser consultado no Apêndice D.

Os dados foram utilizados como entradas para as 91 variáveis do modelo que classificou a universidade como Sustentável e Inteligente - fase avançada de implantação.

Para classificação de todos os índices, desde os parciais até o final, foram consideradas as seguintes faixas para as saídas de 0 a 100 geradas pelo modelo:

[0, 35[- Insustentável

[35, 50[- Sustentável e Inteligente - fase inicial de implantação

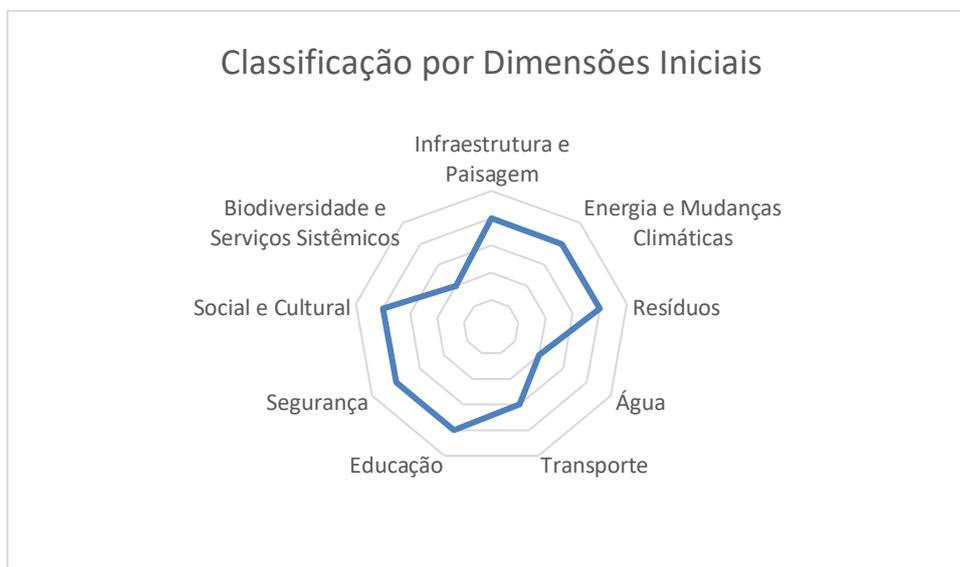
[50, 70[- Parcialmente Sustentável e Inteligente

[70, 95[- Sustentável e Inteligente - fase avançada de implantação

[95, 100[- Completamente Sustentável e Inteligente

Destaca-se a importância da análise dos resultados parciais fornecidos pelo modelo. A Figura 27 apresenta os resultados por dimensão considerando os 5 níveis de classificação acima apresentados.

Figura 27. Gráfico de radar referente resultados do estudo de caso, para as 9 dimensões iniciais.



Fonte: Autoria própria.

Pode-se notar que 6 das 9 dimensões tiveram a mesma classificação do índice final – Sustentável e Inteligente - fase avançada de implantação – a saber: Infraestrutura e Paisagem, Energia e Mudanças Climáticas, Resíduos, Educação, Social e Cultural e Segurança. O índice parcial Transporte foi classificado como Parcialmente Sustentável e Inteligente enquanto as

dimensões Água e Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos foram classificadas como Sustentável e Inteligente - fase inicial de implantação.

O modelo permite ainda que uma análise mais detalhada seja feita por dimensão. Por exemplo, para o índice referente à dimensão Água, temos os resultados parciais 65 (ou seja, Parcialmente Sustentável e Inteligente) para o SIF AG_A referente aos indicadores AG 1 até AG 4 e 20 (ou seja, Insustentável) para o SIF AG_S referente aos indicadores AG 5 a AG 7, relacionados com o uso de tecnologia para proporcionar mais sustentabilidade à dimensão, o que justifica o resultado Sustentável e Inteligente - fase inicial de implantação para essa dimensão e indica a necessidade de investimentos nesse sentido.

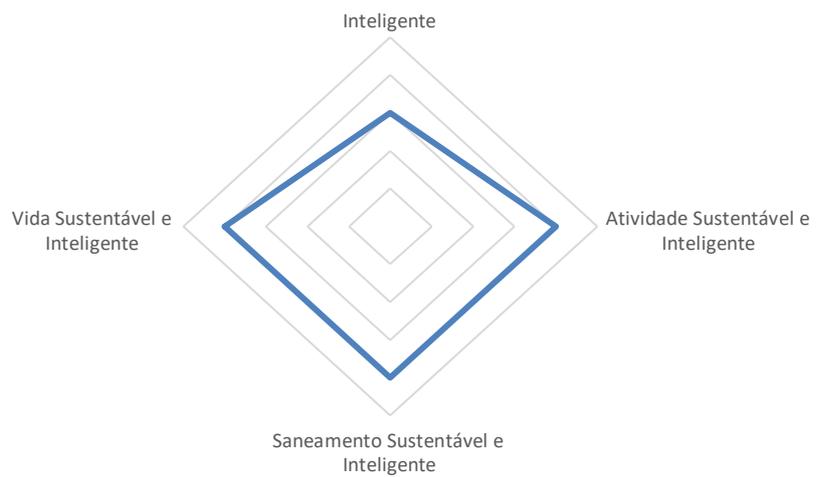
Já o índice referente à Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, obteve 50 (Parcialmente Sustentável) e 35 (Sustentável e Inteligente - fase inicial de implantação) como resultados parciais, no nível 1. O menor resultado está relacionado aos indicadores que tratam da existência de programas de levantamento e conservação de espécies no campus. Essa análise poderia sugerir a criação de programas dessa natureza talvez em cursos relacionados à essa área, oferecidos pela universidade.

Análises semelhantes podem ser feitas nas demais dimensões, uma vez que o modelo buscou relacionar variáveis que tivessem alguma relação na composição dos SIF's de nível 1.

Por outro lado, a Figura 28 traz uma análise mais macro. Nela estão os resultados do nível 3, que buscou relacionar dimensões com alguma aderência. A única macrodimensão que foi classificada inferiormente quando comparada ao índice final do campus foi a dimensão

Ambiente Sustentável e Inteligente, a única composta por 3 dimensões: Infraestrutura e Paisagem, Segurança e Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.

Figura 28. Gráfico de radar referente às 4 dimensões geradas no nível 3.



Fonte: Autoria própria.

7 Considerações Finais

Muito se tem discutido sobre *smart campus*, apesar da falta de uma definição formal e única do conceito. Essa tese discorreu sobre o tema, buscando entender o estado da arte do assunto, principais definições e abordagens. O estudo aqui desenvolvido permitiu identificar que o tema *smart campus* tem ganhado atenção acadêmica significativa sobretudo a partir de 2018, evidenciado com o crescente número de publicações.

A pesquisa bibliográfica, apresentada no Capítulo 3, utilizou-se de uma abordagem bibliométrica. A análise dos termos frequentes permitiu identificar o que vem sendo discutido na comunidade acadêmica sobre o assunto. Verificou-se a tendência de identificação do termo *smart campus* como um rótulo, referindo-se prioritariamente ao uso da tecnologia para agregar soluções desde à estrutura física de campus universitários como ao gerenciamento de recursos e oferecimento de serviços à comunidade do campus de forma a tornar sua experiência mais interessante em diversos aspectos.

Notou-se uma predominância em soluções voltadas para melhorar a experiência dos atores dos campus universitários, desde sua segurança até facilidades de acesso às informações, uso de sua infraestrutura e modelos diferenciados de ensino-aprendizagem. Há também forte relação com o gerenciamento e otimização do uso de recursos naturais, principalmente relacionados à geração e uso de energia, sendo, portanto, a sustentabilidade inerente ao tema.

Outro resultado revelado por esse estudo é que há diversidade nas autorias, uma vez que apenas 6 autores de 333 identificados publicaram 3 ou 4 artigos. Como o campo de estudo é recente, nos próximos anos os grupos devem se fortalecer aumentando a concentração das publicações.

A categorização dos trabalhos nas dimensões propostas por Giffinger *et al.* (2007) retrata como a área de foco da pesquisa na literatura vem sendo construída sobre *smart campus*. Esta categorização apresenta-se como um bom ponto de partida, pois permitiu identificar os temas mais consolidados nos artigos de *smart campus*, abrindo novas perspectivas para explorar vários caminhos para pesquisas futuras.

Esta pesquisa destacou diferentes abordagens do conceito de *smart campus* e como ele pode contribuir para a vivência no campus e promover a sustentabilidade, podendo servir de base para outras universidades que, conscientes de seu papel na sociedade, também busquem a melhoria contínua de seus procedimentos e serviços oferecidos.

Apesar de diferentes perspectivas apresentadas pelos mais diversos autores ao redor do mundo, foi possível notar que pelo menos um, senão os três pilares da sustentabilidade (social, ambiental e econômico) tinham forte aderência com o assunto. Discussões com especialistas corroboraram para a mesma conclusão.

Dessa forma, optou-se por usar a tradução campus sustentáveis e inteligentes como uma forma mais ampla de trazer o significado da expressão “*smart campus*” e deixar evidente que a característica *smartness* sem a busca por sustentabilidade, não teria sentido. Por esse motivo foi apresentada uma definição para *smart campus*, alcançando assim um dos objetivos desta tese, apresentada no Capítulo 4.

Na sequência, nesse mesmo Capítulo, outro objetivo específico foi alcançado: a proposta de um conjunto de indicadores de desempenho chave (KPI’s) para *smart campus*. Uma vez amadurecidos o conceito e a compreensão pelo assunto, a definição para “*smart campus*” apresentada serviu como ponto de partida para uma proposta de 91 KPI’s, categorizados em nove dimensões distintas, a saber: Infraestrutura e Paisagem, Energia e Mudanças Climáticas, Resíduos, Água, Transporte, Educação, Segurança, Social e Cultural e Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos. A escolha pelo conjunto de indicadores se deu ao longo do desenvolvimento da tese e contou com a consulta a diversos especialistas.

De posse do conjunto de indicadores, iniciou-se a modelagem do modelo matemático que considerou cada indicador como entrada e fornece como principal saída um índice que permite classificar uma universidade quanto ao seu nível de implementação como um campus sustentável e inteligente (*smart campus*).

No Capítulo 5, um modelo matemático foi construído a partir de sistemas de inferência *fuzzy*, a fim de se obter um índice que represente o estágio de implementação de um campus sustentável e inteligente. A escolha por essa abordagem permitiu que a subjetividade do assunto fosse incorporada ao modelo, e que indicadores quantitativos e qualitativos fossem tratados de forma conjunta. Como resultado, o sistema não fornece apenas um índice que mede a performance de um campus em operar de forma inteligente e sustentável, muito além disso fornece também índices parciais, categorizados em cada uma das nove dimensões distintas consideradas, que possibilitam aos gestores de universidades identificarem os pontos que necessitam maior atenção. Para que o modelo pudesse ser divulgado e para que dados sobre universidades pudessem ser obtidos foi desenvolvido um formulário eletrônico.

A validação do modelo, apresentada no capítulo 6, deu-se a partir de uma aplicação de caso e mostrou-se eficaz podendo concluir que trata-se de uma ferramenta útil de gestão para avaliar um campus universitário como campus sustentável e inteligente, permitindo assim responder a pergunta dessa tese concluindo que sistemas de inferência *fuzzy* são capazes de mensurar o desempenho instituições de ensino superior em operar como campus sustentável e inteligente.

O modelo mostrou-se bastante efetivo, pois, além de apresentar um índice final, mede também o desempenho do campus em nove dimensões distintas, permitindo uma análise qualitativa das ações, procedimentos e investimentos no que tange a operação sustentável e inteligente do campus. Ressalta-se inclusive que a necessidade da análise de todos os índices parciais de forma conjunta ao se fazer a análise do índice final, para que questões no âmbito gerencial possam ser levantadas. O modelo também pode ser extrapolado para avaliação de cidades, porém sempre com a ressalva de que uma análise de todos os resultados parciais se faz necessária para que decisões estratégicas possam ser tomadas em busca de constante aperfeiçoamento.

A comparação do modelo com um sistema de ranqueamento por faixas mostrou que sistemas de inferência *fuzzy* são uma alternativa eficaz para mensurar o desempenho de campus sustentável e inteligente (*smart campus*), trazendo suavidade na forma de avaliar e no sistema de classificação, distinguindo situações que num sistema de pontuação por faixas seriam consideradas iguais. O modelo também traz a incorporação de novos indicadores, além da agregação de três novas dimensões ao ser comparado com UI GreenMetric Ranking (UI GREENMETRIC SECRETARIAT, 2020). Destaca-se que o sistema de ranqueamento UI GreenMetric Ranking, principal fonte de referência da escolha dos indicadores propostos por esse trabalho, em sua versão 2021 agregou novos indicadores, alguns inclusive relacionados aos do modelo aqui apresentado, o qual foi idealizado antes da publicação desses indicadores novos. Na ocasião da divulgação, estes não foram incorporados pois entendeu-se que, com exceção dos indicadores relacionados ao período específico da pandemia de COVID-19, os demais já estavam de certa forma atendidos.

Os resultados deste estudo indicam que o modelo possibilita a identificação de pontos fortes e fracos de universidades quanto às suas ações em busca do desenvolvimento sustentável. Esforços dessa natureza por parte das universidades podem tornar a convivência no campus uma experiência mais agradável às partes envolvidas, desde a eficiência de serviços no campus quanto à experiência de conviver num ambiente que busca ser sustentável.

González-Cabrera (2017) enfatiza a necessidade de propaganda ética e social por parte de ambientes universitários, para que ações de grande importância possam ecoar na sociedade, e não fiquem limitadas a dimensões de base de pesquisa acadêmicas e ações isoladas sem a percepção de todos. Levanta-se ainda a necessidade de ações mais eficazes serem propostas, com maior visibilidade ou maior aderência aos ODS.

Ressalta-se também que esse trabalho pode contribuir para resignificar o papel da universidade perante à sociedade, como agente transformador e que estas possam, além de almejar o rótulo de “*smart campus*”, entender sua importância e impacto, com a consciência e comprometimento com foco na sustentabilidade, promovendo incentivo à formação de cidadãos conscientes e preocupados com os propósitos da Agenda 2030 de desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2015).

Como trabalhos futuros sugere-se explorar a relação de interdependência entre os indicadores, identificando o impacto de soluções tecnológicas em sua performance.

Sugere-se também que o modelo possa ser divulgado e aplicado a diferentes universidades de forma a possibilitar a troca entre pares e contínua adequação uma vez que trata-se de um assunto de vanguarda.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37100:2017** - Desenvolvimento sustentável de comunidades - Vocabulário, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37120:2021** – Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida, 2021a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37122:2020** – Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para cidades inteligentes, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37123:2021** – Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para cidades resilientes, 2021b.

ADENLE, Yusuf Adetunji.; CHAN, Edwin Hon Wan; Sun, Yi; Chau, Chi Kwan. Assessing the relative importance of sustainability indicators for smart campuses: A case of higher education institutions in Nigeria. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 9, p.100092, 2021.

ADEYEMI, Oluwaseun J. et al. Exploration of daily Internet data traffic generated in a smart university campus. **Data in brief**, v. 20, p. 30-52, 2018.

AHMED, Vian, Alnaaj, Karam Abu; Saboor, Sara. An investigation into stakeholders' perception of smart campus criteria: the American university of Sharjah as a case study. **Sustainability**, v. 12, n. 12, p. 5187, 2020.

ALBINO, Vito; BERARDI, Umberto; DANGELICO, Rosa Maria. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of urban technology**, v. 22, n. 1, p. 3-21, 2015.

ALRASHED, Saleh. Key performance indicators for Smart Campus and Microgrid. **Sustainable Cities and Society**, v. 60, p. 102264, 2020.

ALVAREZ-CAMPANA, Manuel et al. Smart CEI moncloa: An iot-based platform for people flow and environmental monitoring on a Smart University Campus. **Sensors**, v. 17, n. 12, p. 2856, 2017.

AMRINA, Elita; IMANSURI, Febriza. Key performance indicators for sustainable campus assessment: A case of Andalas University. In: **Industrial Engineering, Management Science and Applications 2015**. Springer, Berlin, Heidelberg. p. 11-18, 2015.

ATAYERO, Aderemi Aaron-Anthony et al. Trends and patterns of broadband Internet access speed in a Nigerian university campus: A robust data exploration. **Data in brief**, v. 23, p. 103705, 2019.

ALRASHED, Saleh. Key performance indicators for Smart Campus and Microgrid. **Sustainable Cities and Society**, v. 60, p. 102264, 2020.

ALSHUWAIKHAT, Habib M.; ABUBAKAR, Ibrahim. 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.

ATIF, Yacine; MATHEW, Sujith Samuel; LAKAS, Abderane. Building a smart campus to support ubiquitous learning. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 6, n. 2, p. 223238, 2015.

AZIZI, Shoaib; NAIR, Gireesh; RABIEE, Ramtin; OLOFSSON, Thomas. Application of Internet of Things in academic buildings for space use efficiency using occupancy and booking data. **Building and environment**, v. 186, p.107355, 2020.

BALLON, Pieter, Jo Pierson; DELAERE, Simon. Test and experimentation platforms for broadband innovation: Examining European practice. **The 16th European Regional Conference by the International Telecommunications Society**. Porto, Portugal, September, p. 4–6.

BARROS, Laécio Carvalho de; BASSANEZI, Rodney Carlos; LODWICK, Weldon Alexander. **A first course in fuzzy logic, fuzzy dynamical systems, and biomathematics: theory and applications**. 2017.

BENT, Elliot; CROWLEY, Michael; NUTTER, Melanie. **Getting Smart About Smart Cities: USDN Resource Guide**. [S.l: s.n.], 2014. Disponível em: [http://sustainablecommunitiesleadershipacademy.org/resource_files/documents/Smart Cities RG \(2\).pdf](http://sustainablecommunitiesleadershipacademy.org/resource_files/documents/Smart%20Cities%20RG%20(2).pdf). Acesso em: 23 jan. 2021.

BI, Tianping; YANG, Xuemei; REN, Meili. The Design and Implementation of Smart Campus System. **JCP**, v. 12, n. 6, p. 527-533, 2017.

BIBRI, Simon. A foundational framework for smart sustainable city development: theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies. **Sustainable Cities and Society**. Elsevier, v. 38, p. 758-794, 2018. DOI: 10.1016/j.scs.2017b.12.032.

BIBRI, Simon Elias; KROGSTIE, John. Smart sustainable cities of the future: an extensive interdisciplinary literature review. **Sustainable cities and society**, v. 31, p. 183-212, 2017a.

BIBRI, Simon Elias; KROGSTIE, John. ICT of the new wave of computing for sustainable urban forms: Their big data and context-aware augmented typologies and design concepts. **Sustainable cities and society**, v. 32, p. 449-474, 2017b.

BIBRI, Simon Elias. **Smart sustainable cities of the future**. Springer Berlin Heidelberg, 2018. Disponível em: <https://www.springer.com/us/book/9783319739809>. Acesso em: 23 jan. 2021.

BIFULCO, Francesco et al. ICT and sustainability in smart cities management. **International Journal of Public Sector Management**, 2016.

BRASIL. Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004. **Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.861.htm. Acesso em: 28 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 92, de 31 de janeiro de 2014. Aprova, em extrato, os indicadores do Instrumento de Avaliação Institucional Externa para os atos de credenciamento, recredenciamento e transformação de organização acadêmica, modalidade presencial, do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, p. 5, 4 fev. 2014. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=5&data=04/02/2014>. Acesso em: 28 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior. **Processo de Avaliação**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://inep.gov.br/processo-de-avaliacao>. Acesso em: 28 dez. 2020.

BRESSANE, Adriano et al. Construção de um índice global de impacto para análise ambiental comparativa aplicada à adequação de empreendimentos irregulares. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 111-122, 2017.

BRUNDIERS, Katja et al. Key competencies in sustainability in higher education-Toward an agreed-upon reference framework. **Sustainability Science**, p. 1-17, 2020.

BIFULCO, Francesco et al. ICT and sustainability in smart cities management. **International Journal of Public Sector Management**, 2016.

CABALLERO, Alberto et al. Resource assignment in intelligent environments based on similarity, trust and reputation. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**, v. 6, n. 2, p. 199-214, 2014.

CASTRILLÓN-MENDOZA, Rosaura, MANRIQUE-CASTILLO, Paul.A., REY-HERNÁNDEZ, Javier M., REY-MARTÍNEZ, Francisco.J.; GONZÁLEZ-PALOMINO, G., PV Energy Performance in a Sustainable Campus. **Electronics**, v.9, n. 11, p.1874, 2020.

CEBRIÁN, Gisela; JUNYENT, Mercè. Competencies in education for sustainable development: Exploring the student teachers' views. **Sustainability**, v. 7, n. 3, p. 2768-2786, 2015.

CEDANO, Karla; MARTINEZ, Manuel. Consensus indicators of sustainability for urban infrastructure. In: **Proceedings of the 2010 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology**. IEEE, 2010. p. 1-5.

CHANG, Kai-Ming; DZENG, Ren-Jye; WU, Yi-Ju. An automated IoT visualization BIM platform for decision support in facilities management. **Applied sciences**, v. 8, n. 7, p. 1086, 2018.

CHEN, Shun-Hsing; WANG, Hui-Hua; YANG, King-Jang. Establishment and application of performance measure indicators for universities. **The TQM Journal**, v. 21, n. 3, p. 220-235, 2009.

CHEN, Lien-Wu et al. Smart campus care and guiding with dedicated video footprinting through Internet of Things technologies. **IEEE Access**, v. 6, p. 43956-43966, 2018.

CHEN, Ting. Smart campus and innovative education based on wireless sensor. **Microprocessors and Microsystems**, v. 81, p. 103678, 2021.

CHRISTENSEN, Bianca Clavio; RODIL, Kasper; REHM, Matthias. Transitioning towards a smart learning ecosystem: Designing for intersubjective interactions between cognitively impaired adolescents. **Interaction Design and Architecture(s)**, v. 35, p. 75-99, 2017.

CIRIBINI, Angelo LC et al. Tracking users' behaviors through real-time information in BIMs: Workflow for interconnection in the Brescia Smart Campus Demonstrator. **Procedia engineering**, v. 180, p. 1484-1494, 2017.

COCCOLI, Mauro et al. Smarter universities: A vision for the fast changing digital era. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 25, n. 6, p. 1003-1011, 2014.

CORTESE, Anthony D. The critical role of higher education in creating a sustainable future. **Planning for higher education**, v. 31, n. 3, p. 15-22, 2003.

CORNELISSEN, A. M. G. et al. Assessment of the contribution of sustainability indicators to sustainable development: a novel approach using fuzzy set theory. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 86, n. 2, p. 173-185, 2001.

CROFTON, Fiona S. Educating for sustainability: opportunities in undergraduate engineering. **Journal of Cleaner Production**, v. 8, n. 5, p. 397-405, 2000.

CRUZ-RODRÍGUEZ, Javier, LUQUE-SENDRA, Amalia, HERAS, Ana. D. L., & ZAMORA-POLO, Francisco. Analysis of interurban mobility in university students: motivation and ecological impact. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 24, 9348, 2020.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly; CSIKZENTMIHALY, Mihaly. **Flow: the psychology of optimal experience**. New York: Harper & Row, 1990.

DAKE, Delali Kwasi; ADJEI, Ben. 5G enabled technologies for smart education. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 10, n. 12, p.201-206, 2019.

DAMERI, Renata Paola; COCCHIA, Annalisa. Smart city and digital city: twenty years of terminology evolution. In: **Conference of the Italian Chapter of AIS**, 10., 2013. p. 1-8.

DE ANGELIS, Enrico et al. The Brescia Smart Campus Demonstrator. Renovation toward a zero energy classroom building. **Procedia engineering**, v. 118, p. 735-743, 2015.

DELL'ERA, Claudio, LANDONI, Paolo. Living Lab: A methodology between user-centred design and participatory design. **Creativity and Innovation Management**, v. 23, n. 2, 137-154, 2014.

DEL-VALLE-SOTO, Carolina et al. Smart campus: an experimental performance comparison of collaborative and cooperative schemes for wireless sensor network. **Energies**, v. 12, n. 16, p. 3135, 2019.

DONG, Xin et al. OnCampus: a mobile platform towards a smart campus. **Springerplus**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2016.

ELSAKOVA, Renata; KUZMINA, Nadezhda; KOCHKINA, Daria. Smart Technology Integration in the System of Bachelors' Language Training. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v.14, n. 15, 2019.

ELSAADANY, Amr; SOLIMAN, Mohamed. Experimental evaluation of Internet of Things in the educational environment. **International Journal of Engineering Pedagogy**, v. 7, n. 3, p. 50-60, 2017.

ENGERT, Sabrina; RAUTER, Romana; BAUMGARTNER, Rupert J. Exploring the integration of corporate sustainability into strategic management: a literature review. **Journal of cleaner production**, v. 112, p. 2833-2850, 2016.

ENoLL, **European Network of Living Labs**, 2019. Disponível em: <https://enoll.org/about-us/>. Acesso em: 31 mar. 2021.

FARITHA, J. B. et al. IoT based Cloud Integrated Smart Classroom for smart and a sustainable Campus. **Procedia Computer Science**, v. 172, p. 77-81, 2020.

FERNÁNDEZ-CARAMÉS, Tiago M.; FRAGA-LAMAS, Paula. Towards next generation teaching, learning, and context-aware applications for higher education: a review on blockchain, IoT, fog and edge computing enabled smart campuses and universities. **Applied Sciences**, v. 9, n. 21, p. 4479, 2019.

FINLAY, Jessica; MASSEY, Jennifer. Eco-campus: applying the ecocity model to develop green university and college campuses. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 13, n. 2, p. 150, 2012.

FORTES, Sergio et al. The campus as a smart city: University of Málaga environmental, learning, and research approaches. **Sensors**, v. 19, n. 6, p. 1349, 2019.

FRAGA-LAMAS, Paula et al. Design and experimental validation of a LoRaWAN fog computing based architecture for IoT enabled smart campus applications. **Sensors**, v. 19, n. 15, p. 3287, 2019.

FRANCISCO, Ana C. C.; FENGLER, Felipe H.; FARIA, Gustavo; NEGREIROS, Iara; PINTO, Luciana G. P.; TOLOTTO, Maurício; ROGOSCHEWSKI, Raquel B.; ROMANO, Regiane R.; NETTO, Roberto S. Monitoramento Inteligente de aspectos ambientais em campus universitário. In: Tadeu Fabrício Malheiros, Tércio Ambrizzi, Adelir Aparecida Saczk e Zuy Maria Magriots (Org.). **Universidades e Sustentabilidade: práticas e indicadores**. São Paulo: USP Sustentabilidade, p. 125-141, 2020.

GALEGO, Diego; GIOVANNELLA, Carlo; MEALHA, Óscar. An investigation of actors' differences in the perception of learning ecosystems' smartness: the case of University of Aveiro. **Interaction Design and Architecture(s) Journal-IxD&A**, v. 31, n. 31, p. 19-31, 2016.

GALEGO, Diego; GIOVANNELLA, Carlo; MEALHA, Óscar. Determination of the Smartness of a University Campus: the case study of Aveiro. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 223, p. 147-152, 2016.

GIL-GARCIA, J. Ramon; PARDO, Theresa A.; NAM, Taewoo. What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization. **Information Polity**, v. 20, n. 1, p. 61-87, 2015.

GIFFINGER, Rudolf et al. City-ranking of European medium-sized cities. **Centre of Regional Science, Vienna University of Technology**, p. 1-12, 2007.

GILMAN, Ekaterina, et al. Internet of things for smart spaces: a university campus case study. **Sensors**, v.20, n.13, p.3716, 2020.

GIOVANNELLA, Carlo. **Smart Territory Analytics: toward a shared vision**. SIS, 2014.

GIOVANNELLA, Carlo. Participatory bottom-up self-evaluation of schools' smartness: an Italian case study. **Interaction Design and Architecture(s)**, n. 31, p. 9-18, 2016.

GIOVANNELLA, Carlo et al. Smartness of learning ecosystems and its bottom-up emergence in six European campuses. **Interaction Design and Architecture(s)**, v. 27, n. 5, p. 79-92, 2015.

GÓES, Heloisa. **Análise comparativa de instrumentos para avaliação da sustentabilidade em universidades visando uma proposta para o Brasil**. 2015. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Estratégico) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

GOMIDE, Fernando; GUDWIN, Ricardo R.; TANSCHKEIT, Ricardo. Conceitos fundamentais da teoria de conjuntos fuzzy, lógica fuzzy e aplicações. In: PROC. IFSA CONGRESS-TUTORIALS, 6., 1995. **Proceedings [...]**. 1995. p. 1-38.

GOYAL, Praveen; RAHMAN, Zillur; KAZMI, Alice A. Corporate sustainability performance and firm performance research: Literature review and future research agenda. **Management Decision**, 2013.

GUO, Guizhong. Design and implementation of smart campus automatic settlement PLC control system for Internet of Things. **IEEE Access**, v. 6, p. 62601-62611, 2018.

GRIFFITHS, Sion et al. Exploring bluetooth beacon use cases in teaching and learning: Increasing the sustainability of physical learning spaces. **Sustainability**, v. 11, n. 15, p. 4005, 2019.

HANSEN, Jens Aage; LEHMANN, Martin. Agents of change: universities as development hubs. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 9-11, p. 820-829, 2006.

HEGAZI, Mohamed Osman; ALHAWARAT, Mohammad; HILAL, Anwer. An approach for integrating data mining with Saudi universities database systems: case study. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 7, n. 6, p. 213-218, 2016.

HÖJER, Mattias; WANGEL, Josefin. Smart sustainable cities: definition and challenges. In: **ICT innovations for sustainability**. Springer, Cham, p. 333-349, 2015.

HUANG, Li-Shing; SU, Jui-Yuan; PAO, Tsang-Long. A context aware smart classroom architecture for smart campuses. **Applied Sciences**, v. 9, n. 9, p. 1837, 2019.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **Recommendation ITU-T Y.4904: Smart sustainable cities maturity model**. ITU-T - Telecommunication Standardization Sector of ITU, 2019. Disponível em: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4904-201912-I/en>. Acesso em: 24 mar. 2020.

INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. **ISO/TR 37150:2014 — Smart community infrastructures — Review of existing activities relevant to metrics (Technical Report)**, 2014.

JELADZE, Eka; PATA, Kai. Smart, digitally enhanced learning ecosystems: Bottlenecks to sustainability in Georgia. **Sustainability**, v. 10, n. 8, p. 2672, 2018.

JURVA, Risto, et al. Architecture and operational model for smart campus digital infrastructure. **Wireless Personal Communications**, p.1-18, 2020.

KANEKO, Atsushi et al. A step towards the Smart Campus: a venture project based on distance learning by a hybrid video conferencing system. In: **Smc 2000 conference proceedings**. 2000 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics.'cybernetics evolving to systems, humans, organizations, and their complex interactions'cat. n. 0. IEEE, 2000. p. 38-43.

KARIMA, Mahbouba; ALTAN, Hasim. Interactive building environments: A case study university building in UAE. **Procedia engineering**, v. 180, p. 1355-1362, 2017.

KHAMAYSEH, Yaser et al. Integration of wireless technologies in Smart University Campus environment: framework architecture. **International Journal of Information and Communication Technology Education**, v. 11, n. 1, p. 60-74, 2015.

KITCHIN, Rob. The real-time city? Big data and smart urbanism. **GeoJournal**, v.79, n.1,p.1-14, 2014.

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

KNOWLEDGE ECONOMIC INDICATORS. State-of-the-Art Report on Simulation and Indicators. 2005, p. 40.

KWET, Michael, PRINSLOO, Paul. The ‘smart’ classroom: a new frontier in the age of the smart university. **Teaching in Higher Education**, v.25, n.4 p.510-526, 2020.

KWOK, Lam-for. A vision for the development of i-campus. **Smart Learning Environments**, v. 2, p. 112, 2015.

LEMENEN, Seppo; WESTERLUND, Mika. Living labs: From scattered initiatives to a global movement. **Creativity and Innovation Management**, v. 28, n. 2, p. 250-264, 2019.

LEVY, Brett L. M. ; MARANS, Robert W. Towards a campus culture of environmental sustainability. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v.13, n. 4, p. 365-377, 2012.

LI, Yan; GU, Yanfang; LIU, Chunlu. Prioritising performance indicators for sustainable construction and development of university campuses using an integrated assessment approach. **Journal of cleaner production**, v. 202, p. 959-968, 2018.

LIM, Yujin; AHN, Sanghyun. Architecture for mobile group communication in campus environment. **Frontiers of Computer Science**, v. 7, n. 4, p. 505-513, 2013.

LIU, Haiping. Smart campus student management system based on 5G network and Internet of Things. **Microprocessors and Microsystems**, p.103428, 2020.

LOZANO, Rodrigo. Incorporation and institutionalization of SD into universities: breaking through barriers to change. **Journal of cleaner production**, v 14, n. 9-11 p. 787-796, 2006.

LOZANO, Rodrigo 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.

LUO, Li. Data acquisition and analysis of smart campus based on wireless sensor. **Wireless Personal Communications**, v. 102, n. 4, p. 2897-2911, 2018.

MALHEIROS, Tadeu Fabrício; COUTINHO, Sonia Maria Viggiani; PHILIPPI JR, Arlindo. Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade. In: PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. **Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental**. São Paulo: Manoele, p. 1-29, 2012.

MAMDANI, Ebrahim H.; ASSILIAN, Sedrak. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. **International journal of man-machine studies**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 1975.

MAPHOSA, Vusumuzi. Using MyLSU app to enhance student engagement and promote a smart town at a rural university in Zimbabwe. **Cogent Education**, v.7, n.1, p.1823143, 2020.

MASLOW, Abraham H. A theory of human motivation. **Psychological review**, v.50, n.4, p.370, 1943.

MATTONI, Bendetta et al. A matrix approach to identify and choose efficient strategies to develop the Smart Campus. In: **IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering**, 16. IEEE, 2016. p. 1-6.

MATTONI, Benedetta; NARDECCHIA, Fabio.; BISEGNA, Fabio. Towards the development of a smart district: The application of an holistic planning approach. **Sustainable Cities and Society**, v. 48, n. April, 2019.

MAZUTTI, Janaina, et al. Smart and learning campus as living lab to foster education for sustainable development: an experience with air quality monitoring. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 2020.

MIN-ALLAH, Nasro; ALRASHED, Saleh. Smart campus: a sketch. **Sustainable cities and society**, v. 59, p. 102231, 2020.

MORENO, M. Victoria et al. Applicability of big data techniques to smart cities deployments. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 13, n. 2, p. 800-809, 2016.

MUHAMAD, Wardani et al. Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review. In: **International Conference on Information Technology Systems and Innovation**. IEEE, p. 384-391, 2017.

NAN, Feng et al. Real-time monitoring of smart campus and construction of Weibo public opinion platform. **IEEE Access**, v. 6, p. 76502-76515, 2018.

NEGREIROS, Iara. **Diretrizes para projetos de loteamentos urbanos considerando os métodos de avaliação ambiental**. PhD dissertação - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

NESS, Barry et al. Categorising tools for sustainability assessment. **Ecological economics**, v. 60, n. 3, p. 498-508, 2007.

NG, Jason WP et al. The intelligent campus (iCampus): end-to-end learning lifecycle of a knowledge ecosystem. In: **International Conference on Intelligent Environments**, 6. IEEE, 2010, p. 332-337.

NIKOLAEVA, Alena A. et al. Application of lean manufacturing methods in improving the quality of educational services in conditions of digitalization. **IIOAB**, v. 9, n.2, p. 157-163, 2018.

NUNES, Enedina B. L. de L. P.; DUARTE, Michelle M. S. L.T.; PEREIRA, Isabel C. A. Planejamento e avaliação institucional: um indicador do instrumento de avaliação do SINAES. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 22, n. 2, p. 373-384, 2017.

OKENIYI, Joshua O. et al. Smart campus: data on energy generation costs from distributed generation systems of electrical energy in a Nigerian University. **Data in brief**, v. 17, p. 1082-1090, 2018.

ONU, A. G. da. **A/RES/70/1 Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**, 2015. Disponível em: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em: 29 ago. 2021.

OWOC, Mieczysław; MARCINIAK, Katarzyna. Knowledge management as foundation of smart university. In: **Federated Conference on Computer Science and Information Systems**. IEEE, 2013. p. 1267-1272.

PAGLIARO, Francesca et al. A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus.

In: **International Conference on Environment and Electrical Engineering**, 16. IEEE, 2016. p. 1-6.

PASETTI, Marco, et al. On the use of LoRaWAN for the monitoring and control of distributed energy resources in a smart campus. **Applied Sciences**, v.10, n.1, p.320, 2020.

PENG, Jun et al. Social media based topic modeling for smart campus: a deep topical correlation analysis method. **IEEE Access**, v. 7, p. 7555-7564, 2018.

PERIN, Edson. **Facens Improves Its Smart Campus via RFID, Internet of Things**, 2017. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/facens-improves-its-smart-campus-via-rfid-internet-of-things>. Acesso em: 15 jan. 2021).

POMPEI, Laura. et al. Composite Indicators for Smart Campus: Data Analysis Method. In: **International Conference on Environment and Electrical Engineering and Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)**. IEEE, 2018. p. 1-6.

POPOOLA, Segun I. et al. Smart campus: data on energy consumption in an ICT-driven university. **Data in brief**, v. 16, p. 780-793, 2018.

PRANDI, Catia, et al. Smart campus: Fostering the community awareness through an intelligent environment. **Mobile Networks and Applications**, v. 25, n. 3 p.945-952, 2020.

PRATO, Tony. Assessing ecosystem sustainability and management using fuzzy logic. **Ecological economics**, v. 61, n. 1, p. 171-177, 2007.

PUCKDEEVONGS, Apiruk, et al. Classroom Attendance Systems Based on Bluetooth Low Energy Indoor Positioning Technology for Smart Campus. **Information**, v. 11, n. 6 p. 329, 2020.

QU, Shaojie et al. Predicting achievement of students in smart campus. **IEEE Access**, v. 6, p. 6026460273, 2018.

ROSS, Timothy J. et al. **Fuzzy logic with engineering applications**. New York: Wiley, 2004.

SALZMANN, Oliver; IONESCU-SOMERS, Aileen; STEGER, Ulrich. The business case for corporate sustainability: literature review and research options. **European Management Journal**, v. 23, n. 1, p. 27-36, 2005.

SÁNCHEZ-TORRES, Brayan et al. Smart Campus: Trends in cybersecurity and future development. **Revista Facultad de Ingeniería**, v. 27, n. 47, p. 104-112, 2018.

SARDINHA, Lara; ALMEIDA, Ana Margarida Pisco; PEDRO, Neuza. Bridging approaches: Classroom Physical Space as a learning ecosystem. **IxD&A**, v. 35, p. 56-74, 2017.

SINGH, Rajesh Kumar et al. An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological indicators**, v. 9, n. 2, p. 189-212, 2009.

SMART CAMPUS FACENS. **Quem somos**. 2021a. Disponível em: <https://smartcampus.facens.br/sobre/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

SMART CAMPUS FACENS. **Prêmios: nosso orgulho**. 2021b. Disponível em: <https://smartcampus.facens.br/premios/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

SOARES, Jailson. **Correlação entre indicadores selecionados de gestão e qualidade das instituições federais de ensino superior brasileiras, período de 2009-2016**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Administração, Porto Alegre, 2018, p. 44.

SOARES, Luiz Fernando da Silva et al. Sustainability Index: A Fuzzy Approach for a Municipal Decision Support System. In: **Recent Developments and the New Direction in Soft-Computing Foundations and Applications**. Springer, Cham, 2018. p. 639-649.

SONG, Donglei et al. Splitting and combining as a gamification method in engaging structured knowledge learning. **Sustainability**, v. 10, n. 3, p. 800, 2018.

SONG, Yanyan. Application of mobile education in assisted autonomous learning platforms in intelligent campus. **International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning**, v. 30, n. 2, p. 104-119, 2020.

STAŠKEVIČIŪTĒ, Inga; ČIUTIENĒ, Rūta. Processes of university organizational intelligence: Empirical research. **Engineering economics**, v. 60, n. 5, 2008.

STAŠKEVIČIŪTĒ, Inga; NEVERAUSKAS, Bronius. The intelligent university's conceptual model. **Engineering Economics**, v. 59, n. 4, 2008.

STAVROPOULOS, Thanos G. et al. A smart university platform for building energy monitoring and savings. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**, v. 8, n. 3, p. 301-323, 2016.

SUTJARITTHAM, Thanchanok et al. Experiences with IoT and AI in a smart campus for optimizing classroom usage. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 6, n. 5, p. 7595-7607, 2019.

Times Higher Education. World University Rankings - Your Brief Guide to Data Submission, 2018. Disponível em: https://www.timeshighereducation.com/sites/default/files/data_submission_pack_times_higher_education_world_university_rankings_06122018_v2.pdf. Acesso em: 31t mar. 2021.

TIAN, Zhihong et al. A real-time correlation of host-level events in cyber range service for smart campus. **IEEE Access**, v. 6, p. 35355-35364, 2018.

TORRES-SOSPEDRA, Joaquín et al. Enhancing integrated indoor/outdoor mobility in a smart campus. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 29, n. 11, p. 1955-1968, 2015.

TOUTOUH, Jamal; ARELLANO, Javier; ALBA, Enrique. BiPred: a bilevel evolutionary algorithm for prediction in smart mobility. **Sensors**, v. 18, n. 12, p. 4123, 2018.

TRINDADE, Evelin P. et al. Sustainable development of smart cities: A systematic review of the literature. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 3, n. 3, p. 11, 2017.

VALKS, Bart et al. Smart campus tools—adding value to the university campus by measuring space use real-time. **Journal of Corporate Real Estate**, 2018.

VALKS, Bart; ARKESTEIJN, Monique; DEN HEIJER, Alexandra. Smart campus tools 2.0 exploring the use of real-time space use measurement at universities and organizations. **Facilities**, 2019.

VASILEVA, Roza et al. What smart campuses can teach us about smart cities: User experiences and open data. **Information**, v. 9, n. 10, p. 251, 2018.

VELAZQUEZ, Luis et al. Sustainable university: what can be the matter?. **Journal of cleaner production**, v. 14, n. 9-11, p. 810-819, 2006.

VILLEGAS-CH, William; PALACIOS-PACHECO, Xavier; LUJÁN-MORA, Sergio. Application of a smart city model to a traditional university campus with a big data architecture: A sustainable smart campus. **Sustainability**, v. 11, n. 10, p. 2857, 2019.

VILLEGAS-CH, William et al. Application of a big data framework for data monitoring on a smart campus. **Sustainability**, v. 11, n. 20, p. 5552, 2019.

VILLEGAS-Ch, William; Navarrete, Adrián A.; PALACIOS-PACHECO, Xavier. Proposal of an Architecture for the Integration of a Chatbot with Artificial Intelligence in a Smart Campus for the Improvement of Learning. **Sustainability**, v. 12, n. 4 p. 1500, 2020.

UI GREENMETRIC SECRETARIAT. **Guideline**: UI GreenMetric World University Rankings 2020, 2020. Disponível em: <http://greenmetric.ui.ac.id/publications/guidelines/2020/english>. Acesso em: 28 ago. 2021

United for Smart Sustainable Cities initiative. “Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities,” 2017. Disponível em: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Publications/U4SSC-CollectionMethodologyforKPIfoSSC-2017.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

United Nations Human Settlements Programme. **World Cities Report 2020**: The Value of Sustainable Urbanization. Nairobi: Un-Habitat, 2020. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf. Acesso em: 27 nov. 2021.

UNITED NATIONS. **Transforming our world**: the 2030 agenda for sustainable development. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2015.

UNITED NATIONS. **Revision of World Urbanization Prospects**. 2018.

WANG, Hsing-I. Constructing the green campus within the internet of things architecture. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 10, n. 3, p. 804627, 2014.

WENDLING, Z. A. et al. **Environmental Performance Index**. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2020. Disponível em: <https://epi.yale.edu/>. Acesso em: 21 ago. 2021.

WENG, Yu, ZHANG, Ning; XIA, Chunlei. Multi-agent-based unsupervised detection of energy consumption anomalies on smart campus. **IEEE Access**, v. 7, p. 2169-2178, 2018.

WU, Fan et al. Supporting poverty-stricken college students in smart campus. **Future Generation Computer Systems**, v. 111, p. 599-616, 2020.

XIA, Zhihua et al. Secure image LBP feature extraction in cloud-based smart campus. **IEEE Access**, v. 6, p. 30392-30401, 2018.

XU, Xin; WANG, Yunsheng; YU, Shujiang. Teaching performance evaluation in smart campus. **IEEE Access**, v. 6, p. 77754-77766, 2018.

XU, Xin et al. Research on key technologies of smart campus teaching platform based on 5G network. **IEEE Access**, v. 7, p. 20664-20675, 2019.

YANG, Ai-Min et al. Situational awareness system in the smart campus. **IEEE Access**, v. 6, p. 6397663986, 2018.

YIGITCANLAR, Tan et al. Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], v. 45, 2019, p. 348–365, 2019. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.033>. Disponível em:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S221067071831268X>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ZABALLOS, Agustín, et al. A smart campus' digital twin for sustainable comfort monitoring. **Sustainability**, v.12, n. 21, p. 9196, 2020.

ZADEH, Lotfi A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p.338–353, 1965. DOI:
[https://doi.org/10.1016/s0019-9958\(65\)90241-x](https://doi.org/10.1016/s0019-9958(65)90241-x). Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001999586590241X>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ZADEH, Lotfi A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. **IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics**, n. 1, p. 28-44, 1973.

ZHAO, Jian; LI, Jiaming; JIA, Jian. A study on posture-based teacher-student behavioral engagement pattern. **Sustainable Cities and Society**, v. 67, p. 102749, 2021.

ZHENG, Wei; PAN, Hao; PENG, Yu-song. Explore the Ubiquitous Learning on Campus: A FriendshipBased Knowledge Diffusion Approach. **IEEE Access**, v. 6, p. 56238-56245, 2018.

ZHENG, Lijuan et al. A new mutual authentication protocol in mobile RFID for smart campus. **IEEE Access**, v. 6, p. 60996-61005, 2018.

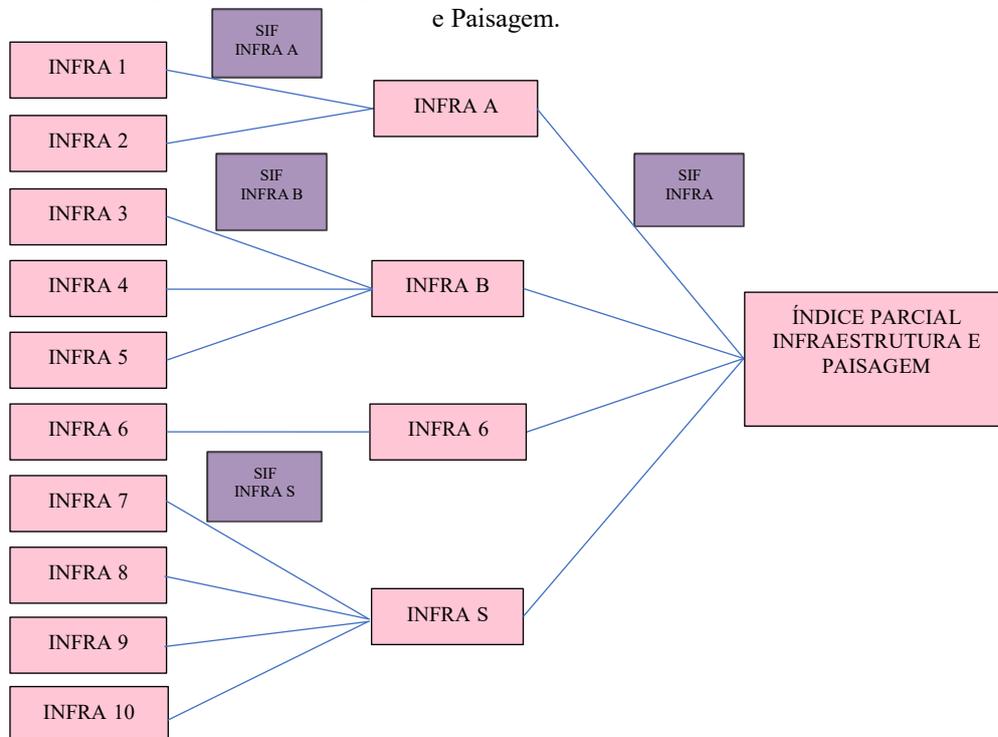
ZHENG, Wenbin et al. APP Design of Energy Monitoring in Smart Campus Based on Android System. **International Journal of Online & Biomedical Engineering**, v. 15, n. 5, 2019.

ZHOU, Zhiqing; YU, Heng; SHI, Hesheng. Optimization of Wireless Video Surveillance System for Smart Campus Based on Internet of Things. **IEEE Access**, v.8, p. 136434-136448, 2020.

APÊNDICES

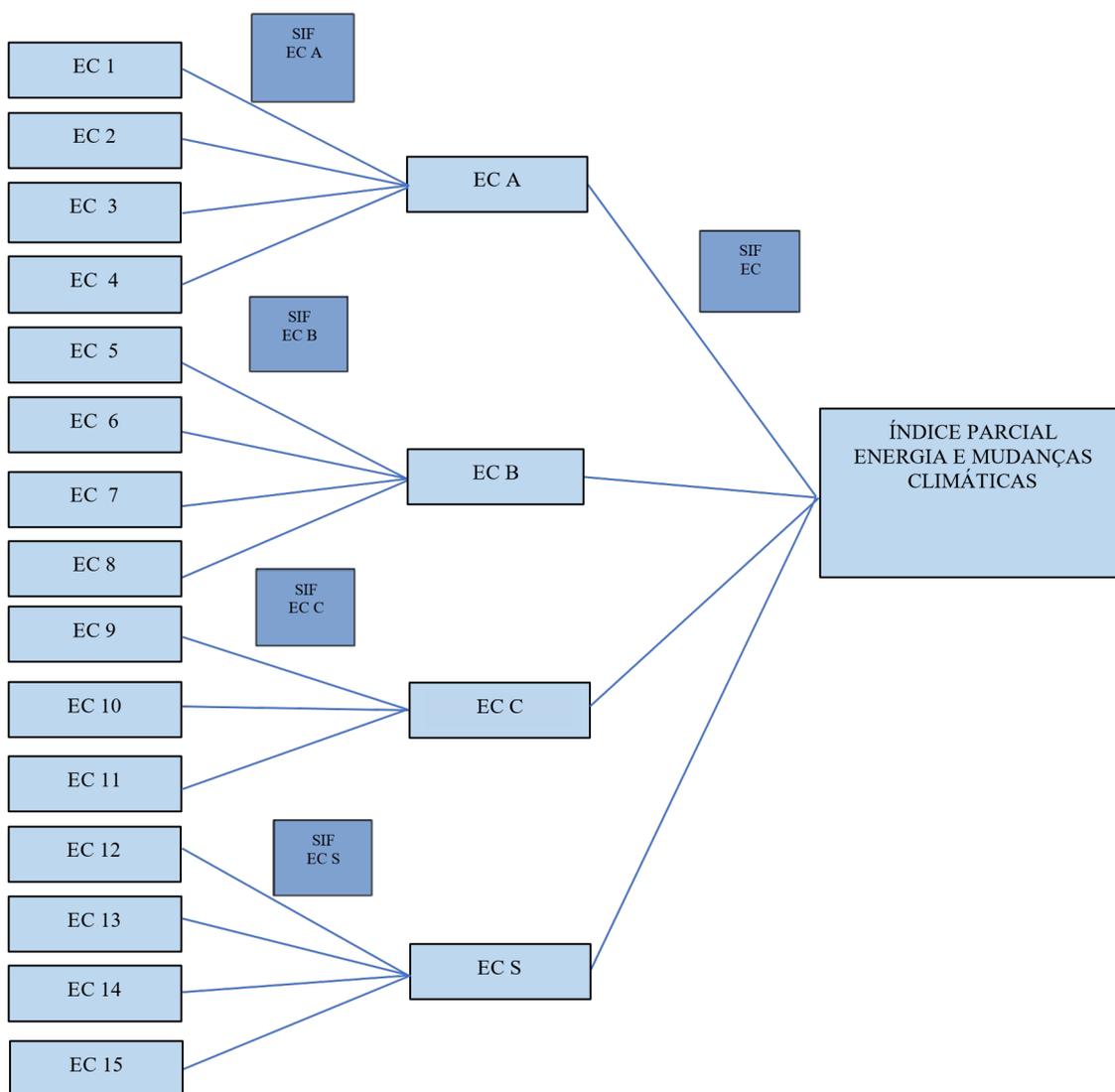
Apêndice A - Arquitetura de sistemas de inferência fuzzy.

Figura 1. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Infraestrutura e Paisagem.



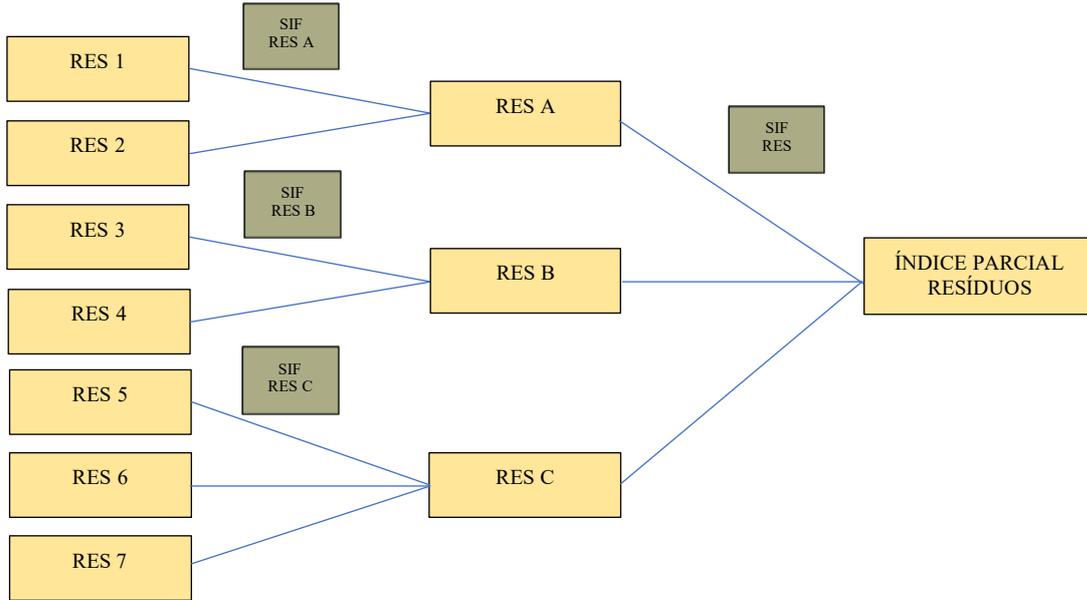
Fonte: Autoria própria.

Figura 2. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Energia e Mudanças Climáticas.



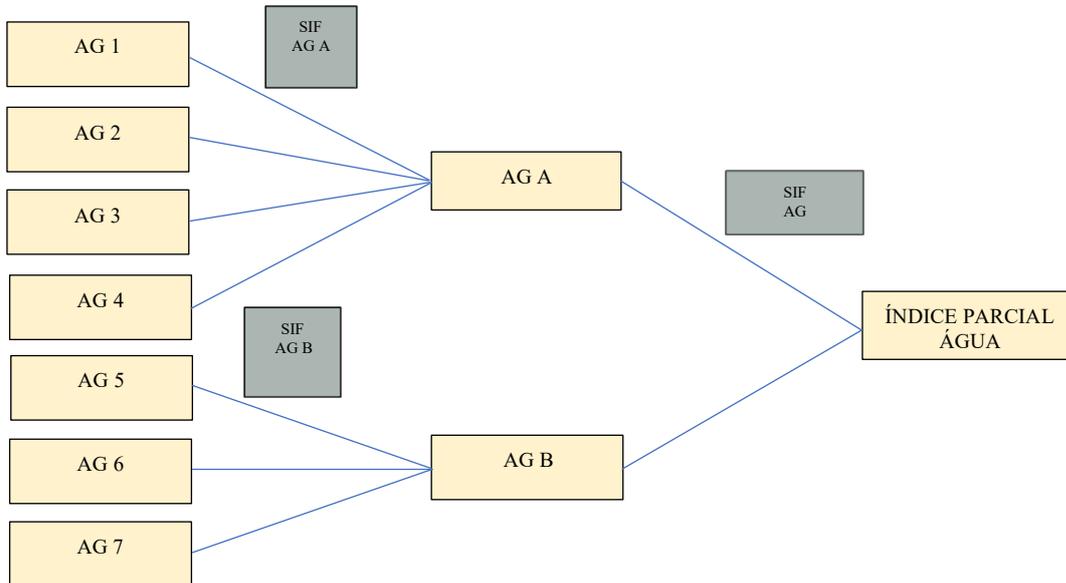
Fonte: Autoria própria.

Figura 3. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Resíduos.



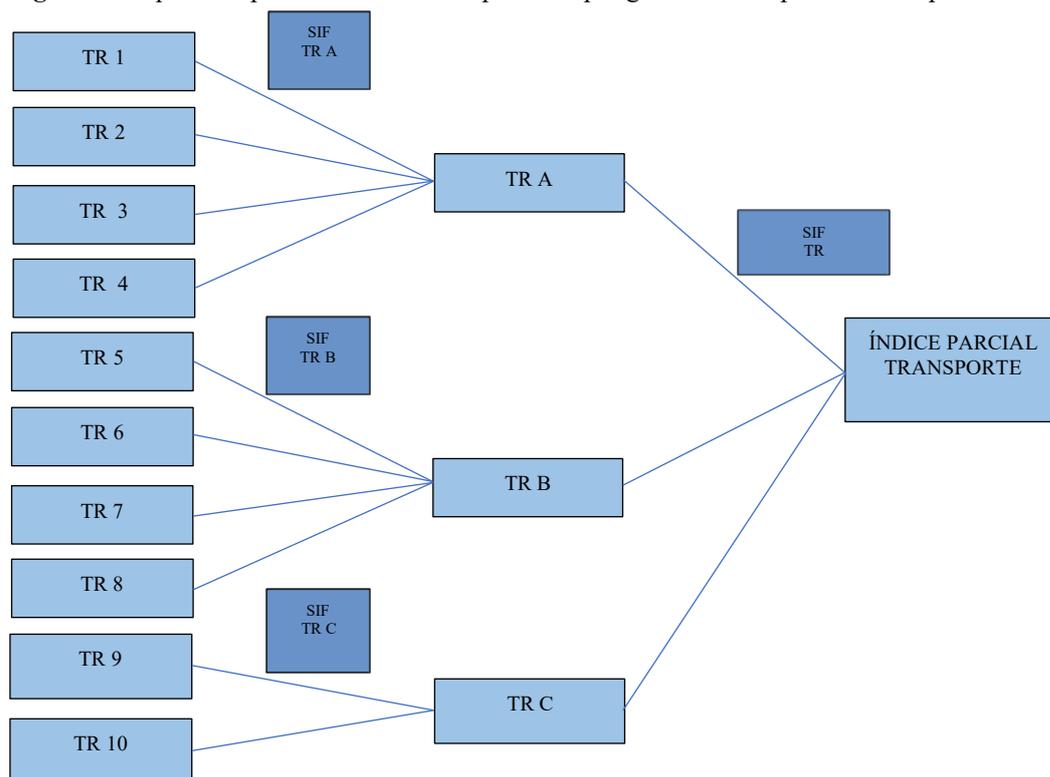
Fonte: Autoria própria.

Figura 4. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Água.



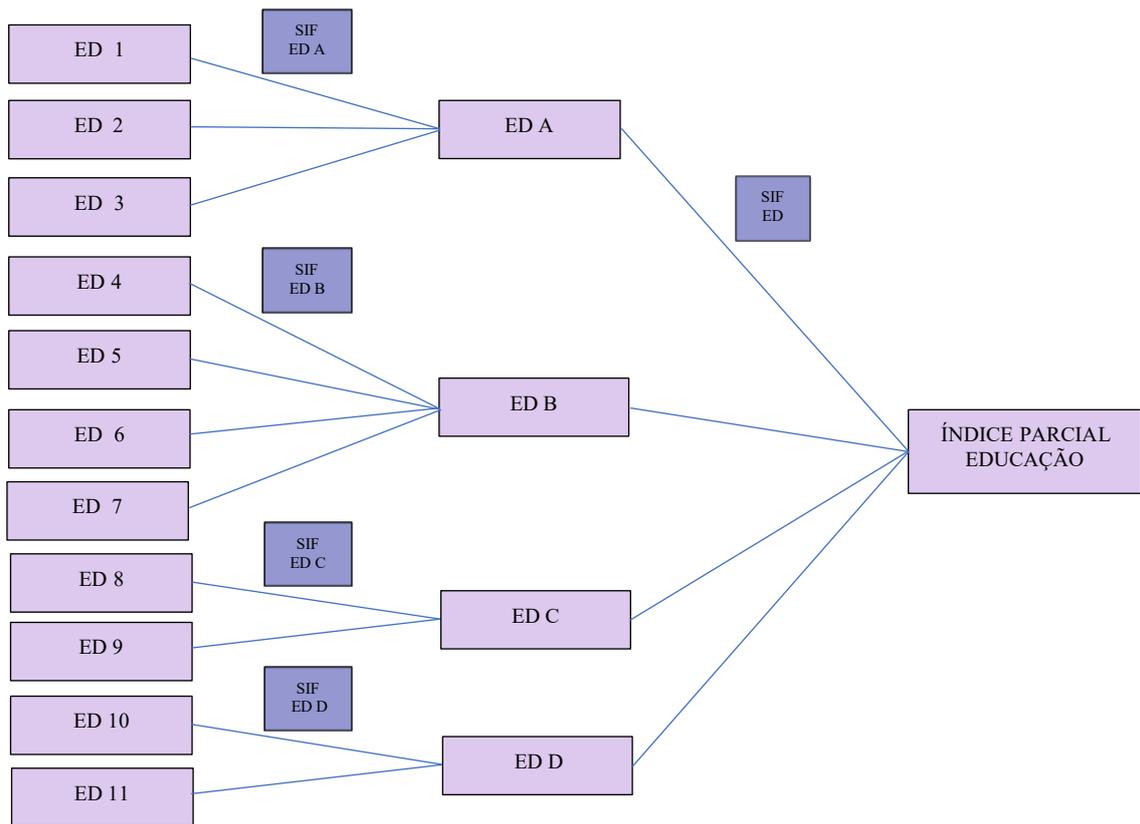
Fonte: Autoria própria.

Figura 5. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Transporte.



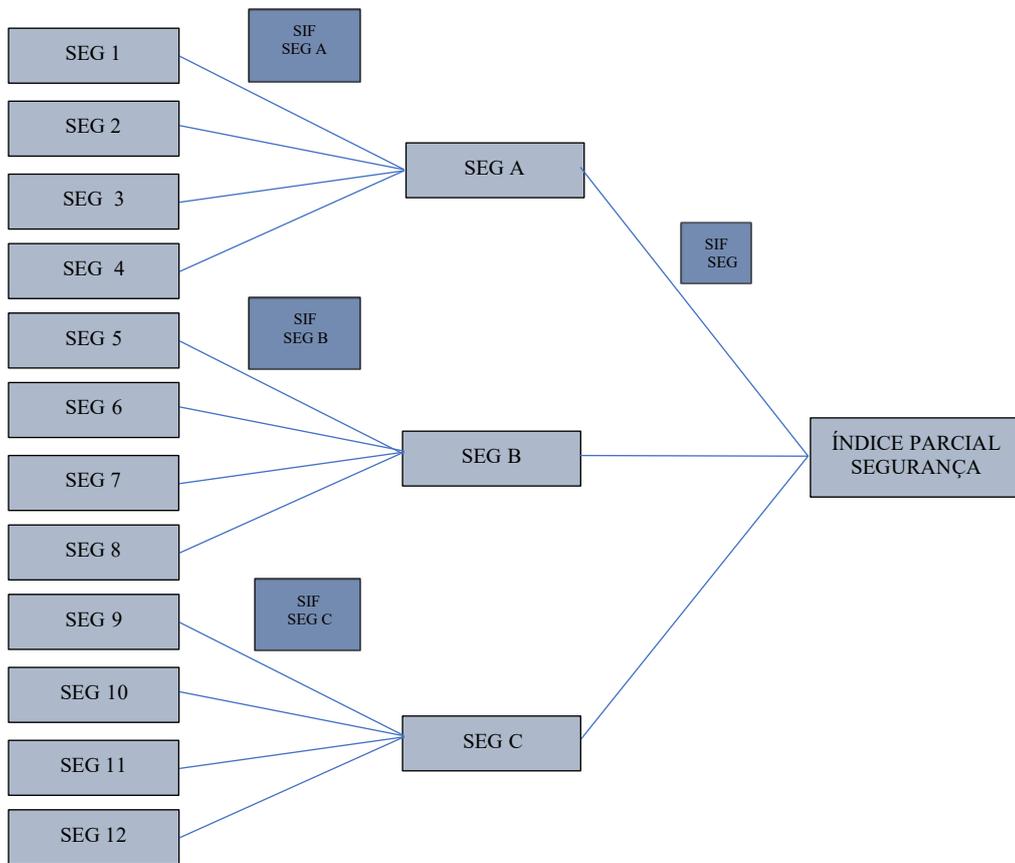
Fonte: Autoria própria.

Figura 6. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Educação.



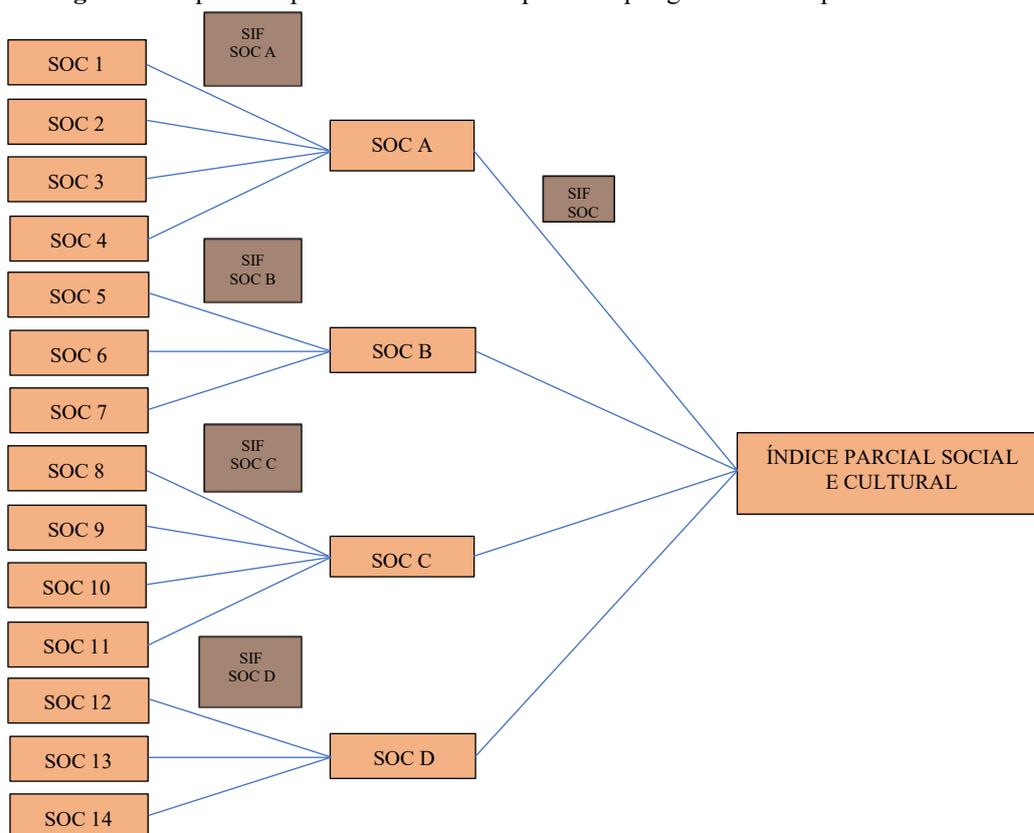
Fonte: Autoria própria.

Figura 7. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Segurança.



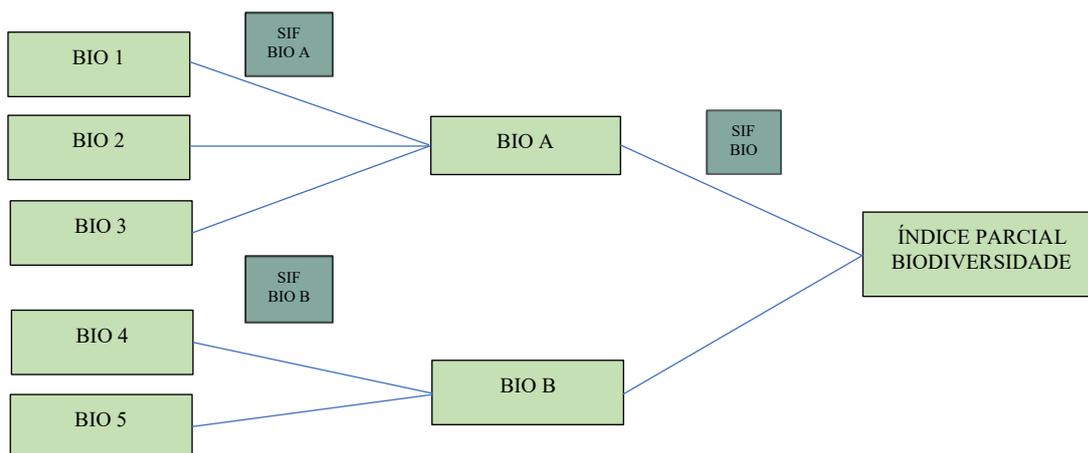
Fonte: Autoria própria.

Figura 8. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Social e Cultural.



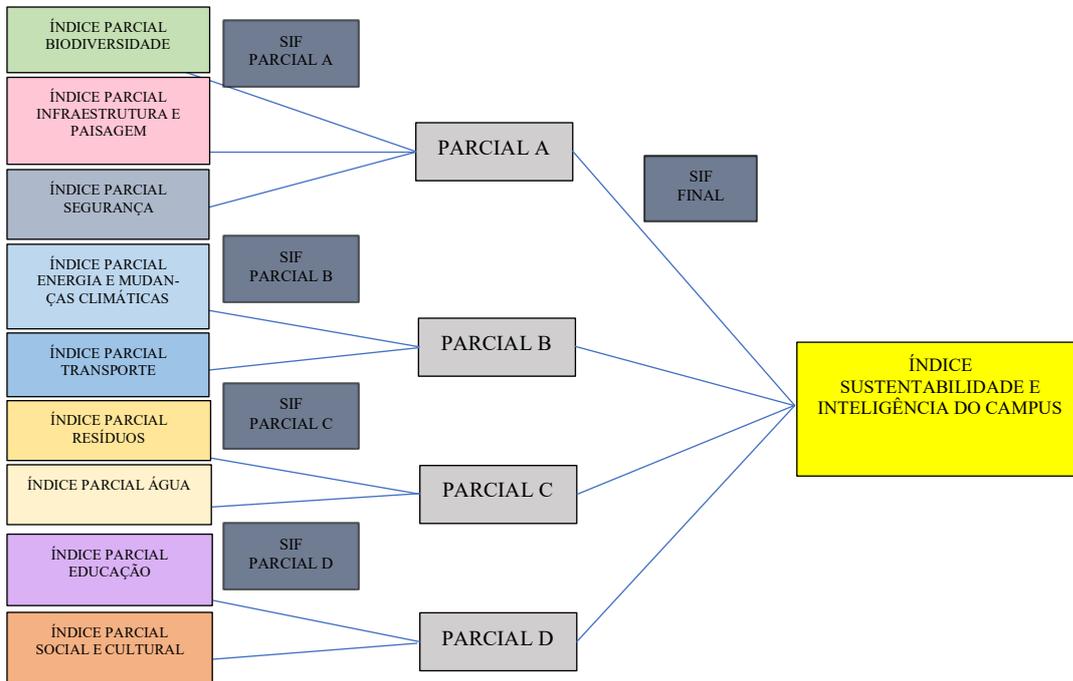
Fonte: Autoria própria.

Figura 9. Arquitetura parcial do modelo responsável por gerar o índice parcial: Biodiversidade e Serviços Sistêmicos.



Fonte: Própria autora.

Figura 10. Arquitetura parcial do modelo responsável por agregar os índices parciais e gerar o índice final.



Fonte: Autoria própria.

Apêndice B - Testes de sensibilidade do modelo.

Tabela 1. Análise de sensibilidade – Variável INFRA 1

INFRA 1	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 1	25	28	28	27	28	27	28	27	15	29	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	28	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 4	29	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 5	29	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 9	38	28	28	27	28	27	28	27	15	32	30	30	30	30
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	24	33	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	24	33	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 8	38	32	35	32	35	32	35	32	24	36	34	34	33	33

Tipo 9	44	32	35	32	35	32	35	32	24	37	34	34	33	33
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 2	39	40	41	40	41	40	41	40	27	38	40	40	40	38
Tipo 3	39	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 7	45	40	41	40	41	40	41	40	27	41	40	40	40	39

Tipo 8	49	40	41	40	41	40	41	40	27	41	40	40	40	39
Tipo 9	55	40	41	40	41	40	41	40	27	46	40	40	40	40
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	58	50	50	50	50	50	50	50	50	57	50	50	50	57
Tipo 7	62	50	50	50	50	50	50	50	50	60	50	50	50	59
Tipo 8	66	50	50	50	50	50	50	50	50	62	50	50	50	61
Tipo 9	71	50	50	50	50	50	50	50	50	65	50	50	50	63
Tipo 1	62	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	64
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	64	60	60	60	60	60	60	60	64	64	60	60	60	64
Tipo 8	67	60	60	60	60	60	60	60	64	66	60	60	60	65
Tipo 9	73	60	60	60	60	60	60	60	64	69	60	60	60	67
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68

Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	70	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	69
Tipo 9	76	68	68	68	68	68	68	68	68	71	67	67	67	70
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	74	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	74	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	74	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	85	73	73	73	73	73	73	73	73	78	70	70	70	76
Tipo 1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 3	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 4	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 5	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 2. Análise de Sensibilidade – Variável INFRA 5

INFRA 5	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 1	25	28	28	27	28	27	28	27	15	29	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	28	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 4	29	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 5	29	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	24	33	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	24	33	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 2	39	40	41	40	41	40	41	40	27	38	40	40	40	38
Tipo 3	39	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38

Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 7	45	40	41	40	41	40	41	40	27	41	40	40	40	39
Tipo 8	49	40	41	40	41	40	41	40	27	41	40	40	40	39
Tipo 9	49	40	41	40	41	40	41	40	27	41	40	40	40	39
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	58	50	50	50	50	50	50	50	50	57	50	50	50	57
Tipo 7	62	50	50	50	50	50	50	50	50	60	50	50	50	59
Tipo 8	66	50	50	50	50	50	50	50	50	62	50	50	50	61
Tipo 9	71	50	50	50	50	50	50	50	50	65	50	50	50	63
Tipo 1	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	64	60	60	60	60	60	60	60	64	64	60	60	60	64
Tipo 8	67	60	60	60	60	60	60	60	64	66	60	60	60	65
Tipo 9	73	60	60	60	60	60	60	60	64	69	60	60	60	67
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	70	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	69
Tipo 9	76	68	68	68	68	68	68	68	68	71	67	67	67	70
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	74	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71

Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	85	73	73	73	73	73	73	73	73	78	70	70	70	76
Tipo 1	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 3. Análise de Sensibilidade – Variável EC 3

RES 3	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	29	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 4	27	28	30	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 5	27	28	30	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30

Tipo 9	27	28	39	27	28	27	28	27	15	30	30	32	30	30
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 8	32	32	41	32	35	32	35	32	24	34	34	35	33	33
Tipo 9	32	32	46	32	35	32	35	32	24	34	34	36	33	33

Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 2	40	40	40	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 3	40	40	40	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 7	40	40	46	40	41	40	41	40	27	39	40	41	40	39
Tipo 8	40	40	49	40	41	40	41	40	27	39	40	41	40	39
Tipo 9	40	40	55	40	41	40	41	40	27	39	40	46	40	40
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	58	50	50	50	50	50	50	50	50	57	50	57
Tipo 7	50	50	62	50	50	50	50	50	50	50	50	60	50	59
Tipo 8	50	50	66	50	50	50	50	50	50	50	50	62	50	61
Tipo 9	50	50	71	50	50	50	50	50	50	50	50	65	50	63
Tipo 1	60	60	62	60	60	60	60	60	64	63	60	61	60	63
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63

Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	64	60	60	60	60	60	64	63	60	62	60	63
Tipo 8	60	60	67	60	60	60	60	60	64	63	60	65	60	65
Tipo 9	60	60	73	60	60	60	60	60	64	63	60	68	60	67
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	70	68	68	68	68	68	68	67	67	68	67	69
Tipo 9	68	68	76	68	68	68	68	68	68	67	67	71	67	70
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	71	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	71	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	75	73	72	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	85	73	73	73	73	73	73	71	70	78	70	76
Tipo 1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 3	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 4	100	100	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 5	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fonte: Autoria Própria

Tabela 4. Análise de Sensibilidade – Variável RES 3

RES 3	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	29	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 4	27	28	30	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 5	27	28	30	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 9	27	28	39	27	28	27	28	27	15	30	30	32	30	30
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 8	32	32	41	32	35	32	35	32	24	34	34	35	33	33
Tipo 9	32	32	46	32	35	32	35	32	24	34	34	36	33	33

Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 2	40	40	40	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 3	40	40	40	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 7	40	40	46	40	41	40	41	40	27	39	40	41	40	39
Tipo 8	40	40	49	40	41	40	41	40	27	39	40	41	40	39
Tipo 9	40	40	55	40	41	40	41	40	27	39	40	46	40	40
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	58	50	50	50	50	50	50	50	50	57	50	57
Tipo 7	50	50	62	50	50	50	50	50	50	50	50	60	50	59
Tipo 8	50	50	66	50	50	50	50	50	50	50	50	62	50	61
Tipo 9	50	50	71	50	50	50	50	50	50	50	50	65	50	63
Tipo 1	60	60	62	60	60	60	60	60	64	63	60	61	60	63
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	64	60	60	60	60	60	64	63	60	62	60	63
Tipo 8	60	60	67	60	60	60	60	60	64	63	60	65	60	65
Tipo 9	60	60	73	60	60	60	60	60	64	63	60	68	60	67
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68

Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	70	68	68	68	68	68	68	67	67	68	67	69
Tipo 9	68	68	76	68	68	68	68	68	68	67	67	71	67	70
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	71	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	71	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	75	73	72	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	85	73	73	73	73	73	73	71	70	78	70	76
Tipo 1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 3	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 4	100	100	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 5	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 5. Análise de Sensibilidade – Variável AG 2

AG2	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 1	27	28	28	15	28	27	28	27	15	30	30	22	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	28	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 4	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 5	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	28	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 1	32	32	35	24	35	32	35	32	24	34	34	29	33	32

Tipo 2	32	32	35	30	35	32	35	32	24	34	34	33	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 1	40	40	41	27	41	40	41	40	27	39	40	33	40	36
Tipo 2	40	40	41	33	41	40	41	40	27	39	40	36	40	37
Tipo 3	40	40	41	36	41	40	41	40	27	39	40	38	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38

Tipo 7	40	40	41	39	41	40	41	40	27	39	40	39	40	38
Tipo 8	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 9	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 1	50	50	50	29	50	50	50	50	50	50	50	35	50	50
Tipo 2	50	50	50	34	50	50	50	50	50	50	50	38	50	50
Tipo 3	50	50	50	38	50	50	50	50	50	50	50	40	50	50
Tipo 4	50	50	50	42	50	50	50	50	50	50	50	43	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 7	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 8	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 9	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 1	60	60	60	50	60	60	60	60	64	63	60	58	60	63
Tipo 2	60	60	60	50	60	60	60	60	64	63	60	58	60	63
Tipo 3	60	60	60	53	60	60	60	60	64	63	60	59	60	63
Tipo 4	60	60	60	59	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	61	60	60	60	60	64	63	60	61	60	63
Tipo 8	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 9	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 1	68	68	68	64	68	68	68	68	68	67	67	66	67	68
Tipo 2	68	68	68	64	68	68	68	68	68	67	67	66	67	68
Tipo 3	68	68	68	64	68	68	68	68	68	67	67	66	67	68
Tipo 4	68	68	68	65	68	68	68	68	68	67	67	66	67	68
Tipo 5	68	68	68	67	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	67	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 9	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 1	75	73	73	70	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	70	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71

Tipo 3	75	73	73	69	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	70	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	73	72	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	73	72	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	75	73	73	72	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 1	100	100	100	89	100	100	100	100	100	100	100	98	100	100
Tipo 2	100	100	100	89	100	100	100	100	100	100	100	98	100	100
Tipo 3	100	100	100	89	100	100	100	100	100	100	100	98	100	100
Tipo 4	100	100	100	89	100	100	100	100	100	100	100	98	100	100
Tipo 5	100	100	100	89	100	100	100	100	100	100	100	98	100	100
Tipo 6	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100
Tipo 7	100	100	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 6. Análise de Sensibilidade – Variável TR4

TR4	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	29	27	28	27	15	30	31	30	30	30
Tipo 4	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30

Tipo 5	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	27	29	27	28	27	15	30	31	30	30	30

Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 2	40	40	41	40	40	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 3	40	40	41	40	40	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 7	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 8	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 9	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 7	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 8	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Tipo 9	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 1	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	61	60	60	60	64	63	61	60	60	63
Tipo 8	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 9	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 9	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	73	73	71	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	73	73	71	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	75	73	73	73	72	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 1	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 2	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 3	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tipo 4	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 5	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 7. Análise de Sensibilidade – Variável ED 2

ED2	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	28	28	28	27	15	30	30	30	30	30

Tipo 4	27	28	28	27	28	29	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 5	27	28	28	27	28	29	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32

Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 2	40	40	41	40	41	39	41	40	27	39	40	40	39	38
Tipo 3	40	40	41	40	41	39	41	40	27	39	40	40	39	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 7	40	40	41	40	41	45	41	40	27	39	40	40	41	39
Tipo 8	40	40	41	40	41	49	41	40	27	39	40	40	41	39
Tipo 9	40	40	41	40	41	49	41	40	27	39	40	40	41	39
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	50	58	50	50	50	50	50	50	57	57
Tipo 7	50	50	50	50	50	62	50	50	50	50	50	50	60	59
Tipo 8	50	50	50	50	50	66	50	50	50	50	50	50	62	61
Tipo 9	50	50	50	50	50	71	50	50	50	50	50	50	65	63
Tipo 1	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	60	64	60	60	64	63	60	60	62	63

Tipo 8	60	60	60	60	60	67	60	60	64	63	60	60	65	65
Tipo 9	60	60	60	60	60	73	60	60	64	63	60	60	68	67
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	68	70	68	68	68	67	67	67	68	69
Tipo 9	68	68	68	68	68	76	68	68	68	67	67	67	71	70
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	75	73	73	73	73	72	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	85	73	73	73	71	70	70	78	76
Tipo 1	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 8. Análise de Sensibilidade – Variável SEG 3

SEG 3	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	28	27	29	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 4	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 5	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 2	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38

Tipo 3	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 7	40	40	41	40	41	40	45	40	27	40	40	40	40	39
Tipo 8	40	40	41	40	41	40	48	40	27	40	40	40	40	39
Tipo 9	40	40	41	40	41	40	49	40	27	40	40	40	40	39
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	50	50	58	50	50	57	50	50	50	57
Tipo 7	50	50	50	50	50	50	62	50	50	60	50	50	50	59
Tipo 8	50	50	50	50	50	50	66	50	50	62	50	50	50	61
Tipo 9	50	50	50	50	50	50	71	50	50	65	50	50	50	63
Tipo 1	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	61	60	64	63	60	60	60	64
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	60	60	64	60	64	64	60	60	60	64
Tipo 8	60	60	60	60	60	60	67	60	64	66	60	60	60	65
Tipo 9	60	60	60	60	60	60	73	60	64	69	60	60	60	67
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68

Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	68	68	70	68	68	68	67	67	67	69
Tipo 9	68	68	68	68	68	68	76	68	68	71	67	67	67	70
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	71	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	71	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	72	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	75	73	73	73	73	73	72	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	73	85	73	73	79	70	70	70	76
Tipo 1	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 9. Análise de Sensibilidade – Variável SOC 6

SOC 6	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tipo 6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tipo 7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	28	27	28	28	15	30	30	30	30	30
Tipo 4	27	28	28	27	28	27	28	29	15	30	30	30	30	30
Tipo 5	27	28	28	27	28	27	28	29	15	30	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 2	40	40	41	40	41	40	41	39	27	39	40	40	39	38
Tipo 3	40	40	41	40	41	40	41	39	27	39	40	40	39	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 7	40	40	41	40	41	40	41	45	27	39	40	40	41	39
Tipo 8	40	40	41	40	41	40	41	49	27	39	40	40	41	39

Tipo 9	40	40	41	40	41	40	41	49	27	39	40	40	41	39
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	50	50	50	58	50	50	50	50	57	57
Tipo 7	50	50	50	50	50	50	50	62	50	50	50	50	60	59
Tipo 8	50	50	50	50	50	50	50	66	50	50	50	50	62	61
Tipo 9	50	50	50	50	50	50	50	71	50	50	50	50	65	63
Tipo 1	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	60	60	60	64	64	63	60	60	62	63
Tipo 8	60	60	60	60	60	60	60	67	64	63	60	60	65	65
Tipo 9	60	60	60	60	60	60	60	73	64	63	60	60	68	67
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	68	68	68	70	68	67	67	67	68	69
Tipo 9	68	68	68	68	68	68	68	76	68	67	67	67	71	70
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71

Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	75	73	73	73	73	73	73	72	73	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	73	73	85	73	71	70	70	78	76
Tipo 1	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 10. Análise de Sensibilidade – Variável BIO 2

BIO 2	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 5	0	0	0	0	0	0	0	0	30	16	0	0	0	2
Tipo 6	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	0	0	0	0
Tipo 7	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	0	0	0	0
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	0	0	0	0
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	0	0	0	0
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30

Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	28	27	28	27	18	30	30	30	30	30
Tipo 4	27	28	28	27	28	27	28	27	23	30	30	30	30	30
Tipo 5	27	28	28	27	28	27	28	27	40	33	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	29	30	30	30	30	30
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	27	29	30	30	30	30	30
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	28	30	30	30	30	30
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	28	27	28	30	30	30	30	30
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	25	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	47	37	34	34	33	33
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	33	34	34	34	33	32
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	33	34	34	34	33	32
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	35	32	33	34	34	34	33	32
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	35	32	33	34	34	34	33	32
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 2	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 3	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	49	42	40	40	40	39
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	37	40	40	40	40	39
Tipo 7	40	40	41	40	41	40	41	40	40	40	40	40	40	39
Tipo 8	40	40	41	40	41	40	41	40	40	40	40	40	40	39
Tipo 9	40	40	41	40	41	40	41	40	40	40	40	40	40	39
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	29	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	29	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	29	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	29	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Tipo 6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 7	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 8	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 9	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 1	60	60	60	60	60	60	60	60	50	60	60	60	60	62
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	50	60	60	60	60	62
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	60	52	60	60	60	60	62
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	59	60	60	60	60	62
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	51	60	60	60	60	62
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	60	60	60	60	61	61	60	60	60	62
Tipo 8	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	62
Tipo 9	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	62
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	64	67	67	67	67	68
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	64	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	64	67	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	64	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	53	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 9	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	73	70	71	70	70	70	71
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	73	70	71	70	70	70	71
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	73	69	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	69	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	73	73	73	73	73	73	60	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	73	73	73	73	73	73	71	71	70	70	70	71
Tipo 7	75	73	73	73	73	73	73	73	72	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71

Tipo 1	100	100	100	100	100	100	100	100	89	100	100	100	100	100
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	100	89	100	100	100	100	100
Tipo 3	100	100	100	100	100	100	100	100	89	100	100	100	100	100
Tipo 4	100	100	100	100	100	100	100	100	89	100	100	100	100	100
Tipo 5	100	100	100	100	100	100	100	100	70	98	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 11. Análise de Sensibilidade – Dimensão Infraestrutura e Paisagem

INFRA	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	27	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	1
Tipo 3	32	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	4
Tipo 4	40	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	6
Tipo 5	50	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	8
Tipo 6	60	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	15
Tipo 7	68	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	17
Tipo 8	75	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	18
Tipo 9	100	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	20
Tipo 1	0	28	28	27	28	27	28	27	15	22	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	32	28	28	27	28	27	28	27	15	31	30	30	30	30
Tipo 4	40	28	28	27	28	27	28	27	15	33	30	30	30	30
Tipo 5	50	28	28	27	28	27	28	27	15	34	30	30	30	31
Tipo 6	60	28	28	27	28	27	28	27	15	40	30	30	30	32
Tipo 7	68	28	28	27	28	27	28	27	15	40	30	30	30	32
Tipo 8	75	28	28	27	28	27	28	27	15	43	30	30	30	33
Tipo 9	100	28	28	27	28	27	28	27	15	56	30	30	30	41
Tipo 1	0	32	35	32	35	32	35	32	24	29	34	34	33	32

Tipo 2	27	32	35	32	35	32	35	32	24	31	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	40	32	35	32	35	32	35	32	24	37	34	34	33	33
Tipo 5	50	32	35	32	35	32	35	32	24	38	34	34	33	34
Tipo 6	60	32	35	32	35	32	35	32	24	47	34	34	33	36
Tipo 7	68	32	35	32	35	32	35	32	24	49	34	34	33	36
Tipo 8	75	32	35	32	35	32	35	32	24	49	34	34	33	36
Tipo 9	100	32	35	32	35	32	35	32	24	61	34	34	33	47
Tipo 1	0	40	41	40	41	40	41	40	27	32	40	40	40	37
Tipo 2	27	40	41	40	41	40	41	40	27	33	40	40	40	37
Tipo 3	32	40	41	40	41	40	41	40	27	35	40	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	50	40	41	40	41	40	41	40	27	41	40	40	40	39
Tipo 6	60	40	41	40	41	40	41	40	27	51	40	40	40	41
Tipo 7	68	40	41	40	41	40	41	40	27	55	40	40	40	46
Tipo 8	75	40	41	40	41	40	41	40	27	54	40	40	40	45
Tipo 9	100	40	41	40	41	40	41	40	27	63	40	40	40	52
Tipo 1	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	27	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Tipo 3	32	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 4	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	60	50	50	50	50	50	50	50	50	59	50	50	50	59
Tipo 7	68	50	50	50	50	50	50	50	50	64	50	50	50	62
Tipo 8	75	50	50	50	50	50	50	50	50	68	50	50	50	65
Tipo 9	100	50	50	50	50	50	50	50	50	80	50	50	50	74
Tipo 1	0	60	60	60	60	60	60	60	64	59	60	60	60	61
Tipo 2	27	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	64
Tipo 3	32	60	60	60	60	60	60	60	64	64	60	60	60	64
Tipo 4	40	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	50	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	68	60	60	60	60	60	60	60	64	66	60	60	60	66

Tipo 8	75	60	60	60	60	60	60	60	64	70	60	60	60	68
Tipo 9	100	60	60	60	60	60	60	60	64	82	60	60	60	77
Tipo 1	0	68	68	68	68	68	68	68	68	64	67	67	67	67
Tipo 2	27	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	32	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 4	40	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 5	50	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	60	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	75	68	68	68	68	68	68	68	68	71	67	67	67	70
Tipo 9	100	68	68	68	68	68	68	68	68	83	67	67	67	80
Tipo 1	0	73	73	73	73	73	73	73	73	66	70	70	70	70
Tipo 2	27	73	73	73	73	73	73	73	73	69	70	70	70	70
Tipo 3	32	73	73	73	73	73	73	73	73	70	70	70	70	70
Tipo 4	40	73	73	73	73	73	73	73	73	70	70	70	70	70
Tipo 5	50	73	73	73	73	73	73	73	73	70	70	70	70	70
Tipo 6	60	73	73	73	73	73	73	73	73	70	70	70	70	70
Tipo 7	68	73	73	73	73	73	73	73	73	70	70	70	70	70
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	100	73	73	73	73	73	73	73	73	85	70	70	70	84
Tipo 1	0	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100	100	100	92
Tipo 2	27	100	100	100	100	100	100	100	100	83	100	100	100	96
Tipo 3	32	100	100	100	100	100	100	100	100	84	100	100	100	99
Tipo 4	40	100	100	100	100	100	100	100	100	89	100	100	100	100
Tipo 5	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	60	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100
Tipo 7	68	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100	100	100	100
Tipo 8	75	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 12. Análise de Sensibilidade – Dimensão Energia e Mudanças Climáticas

EC	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	1
Tipo 3	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	4
Tipo 4	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	6
Tipo 5	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	8
Tipo 6	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	15
Tipo 7	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	17
Tipo 8	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	18
Tipo 9	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	20
Tipo 1	27	0	28	27	28	27	28	27	15	30	16	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	32	28	27	28	27	28	27	15	30	31	30	30	30
Tipo 4	27	40	28	27	28	27	28	27	15	30	33	30	30	30
Tipo 5	27	50	28	27	28	27	28	27	15	30	34	30	30	30
Tipo 6	27	60	28	27	28	27	28	27	15	30	44	30	30	33
Tipo 7	27	68	28	27	28	27	28	27	15	30	48	30	30	33
Tipo 8	27	73	28	27	28	27	28	27	15	30	50	30	30	34
Tipo 9	27	100	28	27	28	27	28	27	15	30	64	30	30	47
Tipo 1	32	0	35	32	35	32	35	32	24	34	18	34	33	32
Tipo 2	32	28	35	32	35	32	35	32	24	34	32	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	40	35	32	35	32	35	32	24	34	37	34	33	33
Tipo 5	32	50	35	32	35	32	35	32	24	34	38	34	33	34
Tipo 6	32	60	35	32	35	32	35	32	24	34	47	34	33	36
Tipo 7	32	68	35	32	35	32	35	32	24	34	51	34	33	37
Tipo 8	32	73	35	32	35	32	35	32	24	34	53	34	33	40
Tipo 9	32	100	35	32	35	32	35	32	24	34	68	34	33	51
Tipo 1	40	0	41	40	41	40	41	40	27	39	19	40	40	38
Tipo 2	40	28	41	40	41	40	41	40	27	39	33	40	40	37
Tipo 3	40	32	41	40	41	40	41	40	27	39	35	40	40	37
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	50	41	40	41	40	41	40	27	39	42	40	40	39
Tipo 6	40	60	41	40	41	40	41	40	27	39	51	40	40	41

Tipo 7	40	68	41	40	41	40	41	40	27	39	55	40	40	46
--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tipo 8	40	73	41	40	41	40	41	40	27	39	58	40	40	48
Tipo 9	40	100	41	40	41	40	41	40	27	39	72	40	40	57
Tipo 1	50	0	50	50	50	50	50	50	50	50	20	50	50	50
Tipo 2	50	28	50	50	50	50	50	50	50	50	34	50	50	50
Tipo 3	50	32	50	50	50	50	50	50	50	50	36	50	50	50
Tipo 4	50	40	50	50	50	50	50	50	50	50	41	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	60	50	50	50	50	50	50	50	50	59	50	50	59
Tipo 7	50	68	50	50	50	50	50	50	50	50	64	50	50	62
Tipo 8	50	73	50	50	50	50	50	50	50	50	66	50	50	64
Tipo 9	50	100	50	50	50	50	50	50	50	50	80	50	50	74
Tipo 1	60	0	60	60	60	60	60	60	64	63	29	60	60	62
Tipo 2	60	28	60	60	60	60	60	60	64	63	44	60	60	62
Tipo 3	60	32	60	60	60	60	60	60	64	63	46	60	60	62
Tipo 4	60	40	60	60	60	60	60	60	64	63	50	60	60	62
Tipo 5	60	50	60	60	60	60	60	60	64	63	59	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	68	60	60	60	60	60	60	64	63	65	60	60	65
Tipo 8	60	73	60	60	60	60	60	60	64	63	68	60	60	67
Tipo 9	60	100	60	60	60	60	60	60	64	63	81	60	60	76
Tipo 1	68	0	68	68	68	68	68	68	68	67	34	67	67	65
Tipo 2	68	28	68	68	68	68	68	68	68	67	48	67	67	65
Tipo 3	68	32	68	68	68	68	68	68	68	67	50	67	67	65
Tipo 4	68	40	68	68	68	68	68	68	68	67	54	67	67	65
Tipo 5	68	50	68	68	68	68	68	68	68	67	64	67	67	67
Tipo 6	68	60	68	68	68	68	68	68	68	67	65	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	73	68	68	68	68	68	68	68	67	69	67	67	69
Tipo 9	68	100	68	68	68	68	68	68	68	67	83	67	67	80
Tipo 1	75	0	73	73	73	73	73	73	73	71	37	70	70	67

Tipo 2	75	28	73	73	73	73	73	73	73	71	50	70	70	67
Tipo 3	75	32	73	73	73	73	73	73	73	71	52	70	70	67
Tipo 4	75	40	73	73	73	73	73	73	73	71	57	70	70	68
Tipo 5	75	50	73	73	73	73	73	73	73	71	66	70	70	70
Tipo 6	75	60	73	73	73	73	73	73	73	71	68	70	70	71
Tipo 7	75	68	73	73	73	73	73	73	73	71	69	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	100	73	73	73	73	73	73	73	71	85	70	70	84
Tipo 1	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100	100	80
Tipo 2	100	28	100	100	100	100	100	100	100	100	64	100	100	82
Tipo 3	100	32	100	100	100	100	100	100	100	100	66	100	100	83
Tipo 4	100	40	100	100	100	100	100	100	100	100	71	100	100	85
Tipo 5	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100	100	92
Tipo 6	100	60	100	100	100	100	100	100	100	100	81	100	100	94
Tipo 7	100	68	100	100	100	100	100	100	100	100	83	100	100	96
Tipo 8	100	73	100	100	100	100	100	100	100	100	85	100	100	99
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 13. Análise de Sensibilidade – Dimensão Resíduos

RES	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	1
Tipo 3	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	5
Tipo 4	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	7
Tipo 5	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	8
Tipo 6	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	15
Tipo 7	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	17
Tipo 8	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	18
Tipo 9	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	20
Tipo 1	27	28	0	27	28	27	28	27	15	30	30	15	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30

Tipo 3	27	28	35	27	28	27	28	27	15	30	30	31	30	30
Tipo 4	27	28	41	27	28	27	28	27	15	30	30	33	30	30
Tipo 5	27	28	50	27	28	27	28	27	15	30	30	34	30	30
Tipo 6	27	28	60	27	28	27	28	27	15	30	30	43	30	33
Tipo 7	27	28	68	27	28	27	28	27	15	30	30	48	30	33
Tipo 8	27	28	73	27	28	27	28	27	15	30	30	50	30	34
Tipo 9	27	28	100	27	28	27	28	27	15	30	30	63	30	47
Tipo 1	32	32	0	32	35	32	35	32	24	34	34	17	33	32
Tipo 2	32	32	28	32	35	32	35	32	24	34	34	31	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	41	32	35	32	35	32	24	34	34	35	33	33
Tipo 5	32	32	50	32	35	32	35	32	24	34	34	36	33	33
Tipo 6	32	32	60	32	35	32	35	32	24	34	34	46	33	35
Tipo 7	32	32	68	32	35	32	35	32	24	34	34	50	33	36
Tipo 8	32	32	73	32	35	32	35	32	24	34	34	52	33	38
Tipo 9	32	32	100	32	35	32	35	32	24	34	34	66	33	50
Tipo 1	40	40	0	40	41	40	41	40	27	39	40	19	40	38
Tipo 2	40	40	28	40	41	40	41	40	27	39	40	33	40	37
Tipo 3	40	40	35	40	41	40	41	40	27	39	40	37	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38

Tipo 5	40	40	50	40	41	40	41	40	27	39	40	41	40	39
Tipo 6	40	40	60	40	41	40	41	40	27	39	40	50	40	40
Tipo 7	40	40	68	40	41	40	41	40	27	39	40	54	40	45
Tipo 8	40	40	73	40	41	40	41	40	27	39	40	57	40	47
Tipo 9	40	40	100	40	41	40	41	40	27	39	40	71	40	56
Tipo 1	50	50	0	50	50	50	50	50	50	50	50	20	50	50
Tipo 2	50	50	28	50	50	50	50	50	50	50	50	34	50	50
Tipo 3	50	50	35	50	50	50	50	50	50	50	50	38	50	50
Tipo 4	50	50	41	50	50	50	50	50	50	50	50	42	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	60	50	50	50	50	50	50	50	50	59	50	59
Tipo 7	50	50	68	50	50	50	50	50	50	50	50	64	50	62
Tipo 8	50	50	73	50	50	50	50	50	50	50	50	66	50	64
Tipo 9	50	50	100	50	50	50	50	50	50	50	50	80	50	74

Tipo 1	60	60	0	60	60	60	60	60	64	63	60	29	60	62
Tipo 2	60	60	28	60	60	60	60	60	64	63	60	44	60	62
Tipo 3	60	60	35	60	60	60	60	60	64	63	60	47	60	62
Tipo 4	60	60	41	60	60	60	60	60	64	63	60	51	60	62
Tipo 5	60	60	50	60	60	60	60	60	64	63	60	59	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	68	60	60	60	60	60	64	63	60	65	60	65
Tipo 8	60	60	73	60	60	60	60	60	64	63	60	68	60	67
Tipo 9	60	60	100	60	60	60	60	60	64	63	60	81	60	76
Tipo 1	68	68	0	68	68	68	68	68	68	67	67	34	67	65
Tipo 2	68	68	28	68	68	68	68	68	68	67	67	48	67	65
Tipo 3	68	68	35	68	68	68	68	68	68	67	67	51	67	65
Tipo 4	68	68	41	68	68	68	68	68	68	67	67	55	67	65
Tipo 5	68	68	50	68	68	68	68	68	68	67	67	64	67	67
Tipo 6	68	68	60	68	68	68	68	68	68	67	67	65	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	73	68	68	68	68	68	68	67	67	69	67	69
Tipo 9	68	68	100	68	68	68	68	68	68	67	67	83	67	80
Tipo 1	75	73	0	73	73	73	73	73	73	71	70	37	70	67
Tipo 2	75	73	28	73	73	73	73	73	73	71	70	50	70	67
Tipo 3	75	73	35	73	73	73	73	73	73	71	70	53	70	67
Tipo 4	75	73	41	73	73	73	73	73	73	71	70	58	70	68
Tipo 5	75	73	50	73	73	73	73	73	73	71	70	66	70	70
Tipo 6	75	73	60	73	73	73	73	73	73	71	70	68	70	71
Tipo 7	75	73	68	73	73	73	73	73	73	71	70	69	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	100	73	73	73	73	73	73	71	70	85	70	84
Tipo 1	100	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100	80
Tipo 2	100	100	28	100	100	100	100	100	100	100	100	64	100	82
Tipo 3	100	100	35	100	100	100	100	100	100	100	100	68	100	84
Tipo 4	100	100	41	100	100	100	100	100	100	100	100	72	100	86

Tipo 5	100	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100	92
Tipo 6	100	100	60	100	100	100	100	100	100	100	100	81	100	94
Tipo 7	100	100	68	100	100	100	100	100	100	100	100	83	100	96
Tipo 8	100	100	73	100	100	100	100	100	100	100	100	85	100	99
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 14. Análise de Sensibilidade – Dimensão Água

RES	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	15	0	1
Tipo 3	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	17	0	4
Tipo 4	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	19	0	6
Tipo 5	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	20	0	8
Tipo 6	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	29	0	15
Tipo 7	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	34	0	17
Tipo 8	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	37	0	18
Tipo 9	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	50	0	20
Tipo 1	27	28	28	0	28	27	28	27	15	30	30	16	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	32	28	27	28	27	15	30	30	31	30	30
Tipo 4	27	28	28	40	28	27	28	27	15	30	30	33	30	30
Tipo 5	27	28	28	50	28	27	28	27	15	30	30	34	30	30
Tipo 6	27	28	28	60	28	27	28	27	15	30	30	44	30	33
Tipo 7	27	28	28	68	28	27	28	27	15	30	30	48	30	33
Tipo 8	27	28	28	73	28	27	28	27	15	30	30	50	30	34
Tipo 9	27	28	28	100	28	27	28	27	15	30	30	64	30	47
Tipo 1	32	32	35	0	35	32	35	32	24	34	34	18	33	32
Tipo 2	32	32	35	27	35	32	35	32	24	34	34	31	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	40	35	32	35	32	24	34	34	37	33	33
Tipo 5	32	32	35	50	35	32	35	32	24	34	34	38	33	34
Tipo 6	32	32	35	60	35	32	35	32	24	34	34	47	33	36
Tipo 7	32	32	35	68	35	32	35	32	24	34	34	51	33	37

Tipo 8	32	32	35	73	35	32	35	32	24	34	34	53	33	40
Tipo 9	32	32	35	100	35	32	35	32	24	34	34	68	33	51
Tipo 1	40	40	41	0	41	40	41	40	27	39	40	19	40	38

Tipo 2	40	40	41	27	41	40	41	40	27	39	40	33	40	36
Tipo 3	40	40	41	32	41	40	41	40	27	39	40	35	40	37
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	50	41	40	41	40	27	39	40	42	40	39
Tipo 6	40	40	41	60	41	40	41	40	27	39	40	51	40	41
Tipo 7	40	40	41	68	41	40	41	40	27	39	40	55	40	46
Tipo 8	40	40	41	73	41	40	41	40	27	39	40	58	40	48
Tipo 9	40	40	41	100	41	40	41	40	27	39	40	72	40	57
Tipo 1	50	50	50	0	50	50	50	50	50	50	50	20	50	50
Tipo 2	50	50	50	27	50	50	50	50	50	50	50	34	50	50
Tipo 3	50	50	50	32	50	50	50	50	50	50	50	36	50	50
Tipo 4	50	50	50	40	50	50	50	50	50	50	50	41	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	60	50	50	50	50	50	50	50	59	50	59
Tipo 7	50	50	50	68	50	50	50	50	50	50	50	64	50	62
Tipo 8	50	50	50	73	50	50	50	50	50	50	50	66	50	64
Tipo 9	50	50	50	100	50	50	50	50	50	50	50	80	50	74
Tipo 1	60	60	60	0	60	60	60	60	64	63	60	29	60	62
Tipo 2	60	60	60	27	60	60	60	60	64	63	60	43	60	62
Tipo 3	60	60	60	32	60	60	60	60	64	63	60	46	60	62
Tipo 4	60	60	60	40	60	60	60	60	64	63	60	50	60	62
Tipo 5	60	60	60	50	60	60	60	60	64	63	60	59	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	68	60	60	60	60	64	63	60	65	60	65
Tipo 8	60	60	60	73	60	60	60	60	64	63	60	68	60	67
Tipo 9	60	60	60	100	60	60	60	60	64	63	60	81	60	76
Tipo 1	68	68	68	0	68	68	68	68	68	67	67	34	67	65
Tipo 2	68	68	68	27	68	68	68	68	68	67	67	48	67	65

Tipo 3	68	68	68	32	68	68	68	68	68	67	67	50	67	65
Tipo 4	68	68	68	40	68	68	68	68	68	67	67	54	67	65
Tipo 5	68	68	68	50	68	68	68	68	68	67	67	64	67	67
Tipo 6	68	68	68	60	68	68	68	68	68	67	67	65	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	73	68	68	68	68	68	67	67	69	67	69
Tipo 9	68	68	68	100	68	68	68	68	68	67	67	83	67	80
Tipo 1	75	73	73	0	73	73	73	73	73	71	70	37	70	67
Tipo 2	75	73	73	27	73	73	73	73	73	71	70	50	70	67
Tipo 3	75	73	73	32	73	73	73	73	73	71	70	52	70	67
Tipo 4	75	73	73	40	73	73	73	73	73	71	70	57	70	68
Tipo 5	75	73	73	50	73	73	73	73	73	71	70	66	70	70
Tipo 6	75	73	73	60	73	73	73	73	73	71	70	68	70	71
Tipo 7	75	73	73	68	73	73	73	73	73	71	70	69	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	100	73	73	73	73	73	71	70	85	70	84
Tipo 1	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	100	50	100	80
Tipo 2	100	100	100	27	100	100	100	100	100	100	100	63	100	82
Tipo 3	100	100	100	32	100	100	100	100	100	100	100	66	100	83
Tipo 4	100	100	100	40	100	100	100	100	100	100	100	71	100	85
Tipo 5	100	100	100	50	100	100	100	100	100	100	100	80	100	92
Tipo 6	100	100	100	60	100	100	100	100	100	100	100	81	100	94
Tipo 7	100	100	100	68	100	100	100	100	100	100	100	83	100	96
Tipo 8	100	100	100	73	100	100	100	100	100	100	100	85	100	99
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 15. Análise de Sensibilidade – Dimensão Transporte

TR	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tipo 2	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	16	0	0	1
Tipo 3	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	18	0	0	5
Tipo 4	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	19	0	0	7
Tipo 5	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	20	0	0	8
Tipo 6	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	29	0	0	15
Tipo 7	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	34	0	0	17
Tipo 8	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	37	0	0	18
Tipo 9	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	50	0	0	20
Tipo 1	27	28	28	27	0	27	28	27	15	30	16	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	35	27	28	27	15	30	32	30	30	30
Tipo 4	27	28	28	27	41	27	28	27	15	30	33	30	30	30
Tipo 5	27	28	28	27	50	27	28	27	15	30	34	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	60	27	28	27	15	30	44	30	30	33
Tipo 7	27	28	28	27	68	27	28	27	15	30	48	30	30	33
Tipo 8	27	28	28	27	73	27	28	27	15	30	50	30	30	34
Tipo 9	27	28	28	27	100	27	28	27	15	30	64	30	30	47
Tipo 1	32	32	35	32	0	32	35	32	24	34	17	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	28	32	35	32	24	34	31	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	41	32	35	32	24	34	35	34	33	33
Tipo 5	32	32	35	32	50	32	35	32	24	34	36	34	33	33
Tipo 6	32	32	35	32	60	32	35	32	24	34	46	34	33	35
Tipo 7	32	32	35	32	68	32	35	32	24	34	50	34	33	36

Tipo 8	32	32	35	32	73	32	35	32	24	34	52	34	33	38
Tipo 9	32	32	35	32	100	32	35	32	24	34	66	34	33	50
Tipo 1	40	40	41	40	0	40	41	40	27	39	19	40	40	38
Tipo 2	40	40	41	40	28	40	41	40	27	39	33	40	40	37
Tipo 3	40	40	41	40	35	40	41	40	27	39	37	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	50	40	41	40	27	39	41	40	40	39
Tipo 6	40	40	41	40	60	40	41	40	27	39	50	40	40	40
Tipo 7	40	40	41	40	68	40	41	40	27	39	54	40	40	45
Tipo 8	40	40	41	40	73	40	41	40	27	39	57	40	40	47

Tipo 9	40	40	41	40	100	40	41	40	27	39	71	40	40	56
Tipo 1	50	50	50	50	0	50	50	50	50	50	20	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	28	50	50	50	50	50	34	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	35	50	50	50	50	50	38	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	41	50	50	50	50	50	42	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	60	50	50	50	50	50	59	50	50	59
Tipo 7	50	50	50	50	68	50	50	50	50	50	64	50	50	62
Tipo 8	50	50	50	50	73	50	50	50	50	50	66	50	50	64
Tipo 9	50	50	50	50	100	50	50	50	50	50	80	50	50	74
Tipo 1	60	60	60	60	0	60	60	60	64	63	29	60	60	62
Tipo 2	60	60	60	60	28	60	60	60	64	63	44	60	60	62
Tipo 3	60	60	60	60	35	60	60	60	64	63	47	60	60	62
Tipo 4	60	60	60	60	41	60	60	60	64	63	51	60	60	62
Tipo 5	60	60	60	60	50	60	60	60	64	63	59	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	68	60	60	60	64	63	65	60	60	65
Tipo 8	60	60	60	60	73	60	60	60	64	63	68	60	60	67
Tipo 9	60	60	60	60	100	60	60	60	64	63	81	60	60	76
Tipo 1	68	68	68	68	0	68	68	68	68	67	34	67	67	65
Tipo 2	68	68	68	68	28	68	68	68	68	67	48	67	67	65
Tipo 3	68	68	68	68	35	68	68	68	68	67	51	67	67	65
Tipo 4	68	68	68	68	41	68	68	68	68	67	55	67	67	65
Tipo 5	68	68	68	68	50	68	68	68	68	67	64	67	67	67
Tipo 6	68	68	68	68	60	68	68	68	68	67	65	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	73	68	68	68	68	67	69	67	67	69
Tipo 9	68	68	68	68	100	68	68	68	68	67	83	67	67	80
Tipo 1	75	73	73	73	0	73	73	73	73	71	37	70	70	67
Tipo 2	75	73	73	73	28	73	73	73	73	71	50	70	70	67
Tipo 3	75	73	73	73	35	73	73	73	73	71	53	70	70	67

Tipo 4	75	73	73	73	41	73	73	73	73	71	58	70	70	68
Tipo 5	75	73	73	73	50	73	73	73	73	71	66	70	70	70
Tipo 6	75	73	73	73	60	73	73	73	73	71	68	70	70	71
Tipo 7	75	73	73	73	68	73	73	73	73	71	69	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	100	73	73	73	73	71	85	70	70	84
Tipo 1	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	50	100	100	80
Tipo 2	100	100	100	100	28	100	100	100	100	100	64	100	100	82
Tipo 3	100	100	100	100	35	100	100	100	100	100	68	100	100	84
Tipo 4	100	100	100	100	41	100	100	100	100	100	72	100	100	86
Tipo 5	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100	80	100	100	92
Tipo 6	100	100	100	100	60	100	100	100	100	100	81	100	100	94
Tipo 7	100	100	100	100	68	100	100	100	100	100	83	100	100	96
Tipo 8	100	100	100	100	73	100	100	100	100	100	85	100	100	99
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 16. Análise de Sensibilidade – Dimensão Educação

ED	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	15	1
Tipo 3	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	17	4
Tipo 4	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	19	6
Tipo 5	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	20	8
Tipo 6	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	20	8
Tipo 7	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	20	8
Tipo 8	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	20	8
Tipo 9	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	20	8
Tipo 1	27	28	28	27	28	0	28	27	15	30	30	30	15	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	28	32	28	27	15	30	30	30	31	30
Tipo 4	27	28	28	27	28	40	28	27	15	30	30	30	32	30

Tipo 5	27	28	28	27	28	50	28	27	15	30	30	30	34	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	60	28	27	15	30	30	30	43	33
Tipo 7	27	28	28	27	28	68	28	27	15	30	30	30	48	33
Tipo 8	27	28	28	27	28	73	28	27	15	30	30	30	48	33
Tipo 9	27	28	28	27	28	100	28	27	15	30	30	30	47	33
Tipo 1	32	32	35	32	35	0	35	32	24	34	34	34	17	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	27	35	32	24	34	34	34	31	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	40	35	32	24	34	34	34	35	33

Tipo 5	32	32	35	32	35	50	35	32	24	34	34	34	36	33
Tipo 6	32	32	35	32	35	60	35	32	24	34	34	34	46	36
Tipo 7	32	32	35	32	35	68	35	32	24	34	34	34	50	36
Tipo 8	32	32	35	32	35	73	35	32	24	34	34	34	52	38
Tipo 9	32	32	35	32	35	100	35	32	24	34	34	34	52	39
Tipo 1	40	40	41	40	41	0	41	40	27	39	40	40	19	38
Tipo 2	40	40	41	40	41	27	41	40	27	39	40	40	32	36
Tipo 3	40	40	41	40	41	32	41	40	27	39	40	40	35	37
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	50	41	40	27	39	40	40	41	39
Tipo 6	40	40	41	40	41	60	41	40	27	39	40	40	50	40
Tipo 7	40	40	41	40	41	68	41	40	27	39	40	40	54	45
Tipo 8	40	40	41	40	41	73	41	40	27	39	40	40	57	48
Tipo 9	40	40	41	40	41	100	41	40	27	39	40	40	61	51
Tipo 1	50	50	50	50	50	0	50	50	50	50	50	50	20	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	27	50	50	50	50	50	50	34	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	32	50	50	50	50	50	50	36	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	40	50	50	50	50	50	50	41	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	50	60	50	50	50	50	50	50	59	59
Tipo 7	50	50	50	50	50	68	50	50	50	50	50	50	64	62
Tipo 8	50	50	50	50	50	73	50	50	50	50	50	50	66	64
Tipo 9	50	50	50	50	50	100	50	50	50	50	50	50	80	74

Tipo 1	60	60	60	60	60	0	60	60	64	63	60	60	20	60
Tipo 2	60	60	60	60	60	27	60	60	64	63	60	60	43	62
Tipo 3	60	60	60	60	60	32	60	60	64	63	60	60	46	62
Tipo 4	60	60	60	60	60	40	60	60	64	63	60	60	50	62
Tipo 5	60	60	60	60	60	50	60	60	64	63	60	60	59	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	60	68	60	60	64	63	60	60	65	65
Tipo 8	60	60	60	60	60	73	60	60	64	63	60	60	68	67
Tipo 9	60	60	60	60	60	100	60	60	64	63	60	60	81	76
Tipo 1	68	68	68	68	68	0	68	68	68	67	67	67	20	65
Tipo 2	68	68	68	68	68	27	68	68	68	67	67	67	48	65
Tipo 3	68	68	68	68	68	32	68	68	68	67	67	67	50	65
Tipo 4	68	68	68	68	68	40	68	68	68	67	67	67	54	65
Tipo 5	68	68	68	68	68	50	68	68	68	67	67	67	64	67
Tipo 6	68	68	68	68	68	60	68	68	68	67	67	67	65	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	68	73	68	68	68	67	67	67	69	69
Tipo 9	68	68	68	68	68	100	68	68	68	67	67	67	83	80
Tipo 1	75	73	73	73	73	0	73	73	73	71	70	70	20	67
Tipo 2	75	73	73	73	73	27	73	73	73	71	70	70	48	67
Tipo 3	75	73	73	73	73	32	73	73	73	71	70	70	52	67
Tipo 4	75	73	73	73	73	40	73	73	73	71	70	70	57	68
Tipo 5	75	73	73	73	73	50	73	73	73	71	70	70	66	70
Tipo 6	75	73	73	73	73	60	73	73	73	71	70	70	68	71
Tipo 7	75	73	73	73	73	68	73	73	73	71	70	70	69	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	100	73	73	73	71	70	70	85	84
Tipo 1	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	20	80
Tipo 2	100	100	100	100	100	27	100	100	100	100	100	100	47	80
Tipo 3	100	100	100	100	100	32	100	100	100	100	100	100	52	80
Tipo 4	100	100	100	100	100	40	100	100	100	100	100	100	61	81

Tipo 5	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100	100	80	92
Tipo 6	100	100	100	100	100	60	100	100	100	100	100	100	81	94
Tipo 7	100	100	100	100	100	68	100	100	100	100	100	100	83	96
Tipo 8	100	100	100	100	100	73	100	100	100	100	100	100	85	99
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 17. Análise de Sensibilidade – Dimensão Segurança

SEG	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	28	0	0	16	0	0	0	1
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	35	0	0	18	0	0	0	5
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	41	0	0	19	0	0	0	7
Tipo 5	0	0	0	0	0	0	50	0	0	20	0	0	0	8
Tipo 6	0	0	0	0	0	0	60	0	0	20	0	0	0	8
Tipo 7	0	0	0	0	0	0	68	0	0	20	0	0	0	8
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	73	0	0	20	0	0	0	8
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	100	0	0	20	0	0	0	8
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	0	27	15	22	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	28	27	35	27	15	31	30	30	30	30
Tipo 4	27	28	28	27	28	27	41	27	15	33	30	30	30	30
Tipo 5	27	28	28	27	28	27	50	27	15	34	30	30	30	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	60	27	15	39	30	30	30	32
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	68	27	15	39	30	30	30	32
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	73	27	15	39	30	30	30	32
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	100	27	15	39	30	30	30	32

Tipo 1	32	32	35	32	35	32	0	32	24	29	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	28	32	24	31	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	41	32	24	35	34	34	33	33
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	50	32	24	36	34	34	33	33

Tipo 6	32	32	35	32	35	32	60	32	24	45	34	34	33	35
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	68	32	24	48	34	34	33	36
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	73	32	24	48	34	34	33	36
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	100	32	24	48	34	34	33	36
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	0	40	27	32	40	40	40	37
Tipo 2	40	40	41	40	41	40	28	40	27	33	40	40	40	37
Tipo 3	40	40	41	40	41	40	35	40	27	36	40	40	40	38
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	50	40	27	40	40	40	40	39
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	60	40	27	50	40	40	40	40
Tipo 7	40	40	41	40	41	40	68	40	27	54	40	40	40	45
Tipo 8	40	40	41	40	41	40	73	40	27	54	40	40	40	45
Tipo 9	40	40	41	40	41	40	100	40	27	54	40	40	40	45
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	0	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	28	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	35	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	41	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	50	50	60	50	50	59	50	50	50	59
Tipo 7	50	50	50	50	50	50	68	50	50	64	50	50	50	62
Tipo 8	50	50	50	50	50	50	73	50	50	66	50	50	50	64
Tipo 9	50	50	50	50	50	50	100	50	50	80	50	50	50	74
Tipo 1	60	60	60	60	60	60	0	60	64	59	60	60	60	61
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	28	60	64	64	60	60	60	64
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	35	60	64	63	60	60	60	64
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	41	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	50	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	60	60	68	60	64	66	60	60	60	65
Tipo 8	60	60	60	60	60	60	73	60	64	69	60	60	60	67
Tipo 9	60	60	60	60	60	60	100	60	64	82	60	60	60	77

Tipo 1	68	68	68	68	68	68	0	68	68	64	67	67	67	67
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	28	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	35	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	41	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	50	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	60	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	68	68	73	68	68	70	67	67	67	70
Tipo 9	68	68	68	68	68	68	100	68	68	83	67	67	67	81
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	0	73	73	66	70	70	70	70
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	28	73	73	70	70	70	70	70
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	35	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	41	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 5	75	73	73	73	73	73	50	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	73	73	73	73	60	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 7	75	73	73	73	73	73	68	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	73	100	73	73	85	70	70	70	85
Tipo 1	100	100	100	100	100	100	0	100	100	80	100	100	100	92
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	28	100	100	83	100	100	100	97
Tipo 3	100	100	100	100	100	100	35	100	100	86	100	100	100	100
Tipo 4	100	100	100	100	100	100	41	100	100	90	100	100	100	100
Tipo 5	100	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	60	100	100	99	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	68	100	100	99	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	73	100	100	99	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 18. Análise de Sensibilidade – Dimensão Social e Cultural

SOC	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	15	1
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	17	4
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	19	6
Tipo 5	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	20	8
Tipo 6	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	20	8
Tipo 7	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	20	8
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	20	8
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	20	8
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	28	0	15	30	30	30	15	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	28	27	28	32	15	30	30	30	31	30
Tipo 4	27	28	28	27	28	27	28	40	15	30	30	30	32	30
Tipo 5	27	28	28	27	28	27	28	50	15	30	30	30	34	30
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	60	15	30	30	30	43	33

Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	68	15	30	30	30	48	33
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	73	15	30	30	30	48	33
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	28	100	15	30	30	30	47	33
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	0	24	34	34	34	17	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	27	24	34	34	34	31	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	40	24	34	34	34	35	33
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	50	24	34	34	34	36	33
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	60	24	34	34	34	46	36
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	68	24	34	34	34	50	36
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	35	73	24	34	34	34	52	38
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	35	100	24	34	34	34	52	39
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	0	27	39	40	40	19	38
Tipo 2	40	40	41	40	41	40	41	27	27	39	40	40	32	36
Tipo 3	40	40	41	40	41	40	41	32	27	39	40	40	35	37

Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	50	27	39	40	40	41	39
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	60	27	39	40	40	50	40
Tipo 7	40	40	41	40	41	40	41	68	27	39	40	40	54	45
Tipo 8	40	40	41	40	41	40	41	73	27	39	40	40	57	48
Tipo 9	40	40	41	40	41	40	41	100	27	39	40	40	61	51
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	0	50	50	50	50	20	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	27	50	50	50	50	34	50
Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	32	50	50	50	50	36	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	40	50	50	50	50	41	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	50	50	50	60	50	50	50	50	59	59
Tipo 7	50	50	50	50	50	50	50	68	50	50	50	50	64	62
Tipo 8	50	50	50	50	50	50	50	73	50	50	50	50	66	64
Tipo 9	50	50	50	50	50	50	50	100	50	50	50	50	80	74
Tipo 1	60	60	60	60	60	60	60	0	64	63	60	60	20	60
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	27	64	63	60	60	43	62
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	32	64	63	60	60	46	62
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	40	64	63	60	60	50	62
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	50	64	63	60	60	59	63
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	60	60	60	68	64	63	60	60	65	65
Tipo 8	60	60	60	60	60	60	60	73	64	63	60	60	68	67
Tipo 9	60	60	60	60	60	60	60	100	64	63	60	60	81	76
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	0	68	67	67	67	20	65
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	27	68	67	67	67	48	65
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	32	68	67	67	67	50	65
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	40	68	67	67	67	54	65
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	50	68	67	67	67	64	67
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	60	68	67	67	67	65	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68

Tipo 8	68	68	68	68	68	68	68	73	68	67	67	67	69	69
Tipo 9	68	68	68	68	68	68	68	100	68	67	67	67	83	80
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	0	73	71	70	70	20	67
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	27	73	71	70	70	48	67
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	32	73	71	70	70	52	67
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	40	73	71	70	70	57	68
Tipo 5	75	73	73	73	73	73	73	50	73	71	70	70	66	70
Tipo 6	75	73	73	73	73	73	73	60	73	71	70	70	68	71
Tipo 7	75	73	73	73	73	73	73	68	73	71	70	70	69	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	73	73	100	73	71	70	70	85	84
Tipo 1	100	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	20	80
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	27	100	100	100	100	47	80
Tipo 3	100	100	100	100	100	100	100	32	100	100	100	100	52	80
Tipo 4	100	100	100	100	100	100	100	40	100	100	100	100	61	81
Tipo 5	100	100	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	80	92
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	60	100	100	100	100	81	94
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	68	100	100	100	100	83	96
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	73	100	100	100	100	85	99
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Tabela 17. Análise de Sensibilidade – Dimensão Biodiversidade e Sreviços Ecosistêmicos

BIO	INFRA	EC	RES	AGUA	TRANSP	ED	SEG	SOC	BIO	AMBIENTE	ATIVIDADE	SANEAMENTO	VIDA	FINAL
Tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	15	7	0	0	0	0
Tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	24	13	0	0	0	0
Tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15	0	0	0	0
Tipo 5	0	0	0	0	0	0	0	0	50	20	0	0	0	8
Tipo 6	0	0	0	0	0	0	0	0	64	20	0	0	0	8
Tipo 7	0	0	0	0	0	0	0	0	68	20	0	0	0	8

Tipo 8	0	0	0	0	0	0	0	0	73	20	0	0	0	8
Tipo 9	0	0	0	0	0	0	0	0	100	20	0	0	0	8
Tipo 1	27	28	28	27	28	27	28	27	0	30	30	30	30	30
Tipo 2	27	28	28	27	28	27	28	27	15	30	30	30	30	30
Tipo 3	27	28	28	27	28	27	28	27	24	30	30	30	30	30

Tipo 4	27	28	28	27	28	27	28	27	27	30	30	30	30	30
Tipo 5	27	28	28	27	28	27	28	27	50	34	30	30	30	31
Tipo 6	27	28	28	27	28	27	28	27	64	46	30	30	30	33
Tipo 7	27	28	28	27	28	27	28	27	68	48	30	30	30	34
Tipo 8	27	28	28	27	28	27	28	27	73	48	30	30	30	34
Tipo 9	27	28	28	27	28	27	28	27	100	48	30	30	30	34
Tipo 1	32	32	35	32	35	32	35	32	0	34	34	34	33	32
Tipo 2	32	32	35	32	35	32	35	32	15	34	34	34	33	32
Tipo 3	32	32	35	32	35	32	35	32	24	34	34	34	33	32
Tipo 4	32	32	35	32	35	32	35	32	27	34	34	34	33	32
Tipo 5	32	32	35	32	35	32	35	32	50	37	34	34	33	33
Tipo 6	32	32	35	32	35	32	35	32	64	49	34	34	33	36
Tipo 7	32	32	35	32	35	32	35	32	68	51	34	34	33	37
Tipo 8	32	32	35	32	35	32	35	32	73	53	34	34	33	40
Tipo 9	32	32	35	32	35	32	35	32	100	53	34	34	33	40
Tipo 1	40	40	41	40	41	40	41	40	0	40	40	40	40	39
Tipo 2	40	40	41	40	41	40	41	40	15	40	40	40	40	39
Tipo 3	40	40	41	40	41	40	41	40	24	40	40	40	40	39
Tipo 4	40	40	41	40	41	40	41	40	27	39	40	40	40	38
Tipo 5	40	40	41	40	41	40	41	40	50	42	40	40	40	39
Tipo 6	40	40	41	40	41	40	41	40	64	53	40	40	40	44
Tipo 7	40	40	41	40	41	40	41	40	68	55	40	40	40	46
Tipo 8	40	40	41	40	41	40	41	40	73	58	40	40	40	48
Tipo 9	40	40	41	40	41	40	41	40	100	61	40	40	40	51
Tipo 1	50	50	50	50	50	50	50	50	0	50	50	50	50	50
Tipo 2	50	50	50	50	50	50	50	50	15	50	50	50	50	50

Tipo 3	50	50	50	50	50	50	50	50	24	50	50	50	50	50
Tipo 4	50	50	50	50	50	50	50	50	27	50	50	50	50	50
Tipo 5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tipo 6	50	50	50	50	50	50	50	50	64	61	50	50	50	61
Tipo 7	50	50	50	50	50	50	50	50	68	64	50	50	50	62
Tipo 8	50	50	50	50	50	50	50	50	73	66	50	50	50	64
Tipo 9	50	50	50	50	50	50	50	50	100	80	50	50	50	74
Tipo 1	60	60	60	60	60	60	60	60	0	59	60	60	60	61
Tipo 2	60	60	60	60	60	60	60	60	15	59	60	60	60	61
Tipo 3	60	60	60	60	60	60	60	60	24	61	60	60	60	62
Tipo 4	60	60	60	60	60	60	60	60	27	61	60	60	60	62
Tipo 5	60	60	60	60	60	60	60	60	50	60	60	60	60	62
Tipo 6	60	60	60	60	60	60	60	60	64	63	60	60	60	63
Tipo 7	60	60	60	60	60	60	60	60	68	65	60	60	60	65
Tipo 8	60	60	60	60	60	60	60	60	73	68	60	60	60	67
Tipo 9	60	60	60	60	60	60	60	60	100	81	60	60	60	76
Tipo 1	68	68	68	68	68	68	68	68	0	64	67	67	67	67
Tipo 2	68	68	68	68	68	68	68	68	15	64	67	67	67	67
Tipo 3	68	68	68	68	68	68	68	68	24	66	67	67	67	68
Tipo 4	68	68	68	68	68	68	68	68	27	67	67	67	67	68
Tipo 5	68	68	68	68	68	68	68	68	50	67	67	67	67	68
Tipo 6	68	68	68	68	68	68	68	68	64	67	67	67	67	68
Tipo 7	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	67	67	68
Tipo 8	68	68	68	68	68	68	68	68	73	70	67	67	67	70
Tipo 9	68	68	68	68	68	68	68	68	100	83	67	67	67	81
Tipo 1	75	73	73	73	73	73	73	73	0	66	70	70	70	70
Tipo 2	75	73	73	73	73	73	73	73	15	67	70	70	70	70
Tipo 3	75	73	73	73	73	73	73	73	24	68	70	70	70	70
Tipo 4	75	73	73	73	73	73	73	73	27	69	70	70	70	70
Tipo 5	75	73	73	73	73	73	73	73	50	71	70	70	70	71
Tipo 6	75	73	73	73	73	73	73	73	64	71	70	70	70	71

Tipo 7	75	73	73	73	73	73	73	73	68	71	70	70	70	71
Tipo 8	75	73	73	73	73	73	73	73	73	71	70	70	70	71
Tipo 9	75	73	73	73	73	73	73	73	100	85	70	70	70	85
Tipo 1	100	100	100	100	100	100	100	100	0	80	100	100	100	92
Tipo 2	100	100	100	100	100	100	100	100	15	80	100	100	100	93
Tipo 3	100	100	100	100	100	100	100	100	24	82	100	100	100	95
Tipo 4	100	100	100	100	100	100	100	100	27	82	100	100	100	96
Tipo 5	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100
Tipo 6	100	100	100	100	100	100	100	100	64	99	100	100	100	100
Tipo 7	100	100	100	100	100	100	100	100	68	99	100	100	100	100
Tipo 8	100	100	100	100	100	100	100	100	73	99	100	100	100	100
Tipo 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria Própria

Apêndice C - Bases de regras de sistemas de inferência fuzzy – níveis 2 a 4.

Tabela 18. Base de regras para SIF com duas variáveis de entrada – Níveis 2 e 3

ENTRADA 1	ENTRADA 2	SAÍDA
Ruim	Ruim	Ruim
Ruim	Adequado	Regular
Ruim	Excelente	Adequado
Adequado	Ruim	Regular
Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Excelente	Muito bom
Excelente	Ruim	Adequado
Excelente	Adequado	Muito bom
Excelente	Excelente	Excelente

Fonte: Autoria própria.

Tabela 19. Base de regras para SIF com três variáveis de entrada – Níveis 2 e 3.

ENTRADA 1	ENTRADA 2	ENTRADA 3	SAÍDA
Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Ruim	Ruim	Adequado	Ruim
Ruim	Ruim	Excelente	Regular
Ruim	Adequado	Ruim	Ruim
Ruim	Adequado	Adequado	Adequado
Ruim	Adequado	Excelente	Adequado
Ruim	Excelente	Ruim	Regular
Ruim	Excelente	Adequado	Adequado
Ruim	Excelente	Excelente	Muito bom
Adequado	Ruim	Ruim	Ruim
Adequado	Ruim	Adequado	Adequado
Adequado	Ruim	Excelente	Adequado
Adequado	Adequado	Ruim	Adequado
Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Adequado	Excelente	Muito bom
Adequado	Excelente	Ruim	Adequado
Adequado	Excelente	Adequado	Muito bom
Adequado	Excelente	Excelente	Excelente

Excelente	Ruim	Ruim	Regular
Excelente	Ruim	Adequado	Adequado
Excelente	Ruim	Excelente	Muito bom
Excelente	Adequado	Ruim	Adequado
Excelente	Adequado	Adequado	Muito bom
Excelente	Adequado	Excelente	Excelente
Excelente	Excelente	Ruim	Muito bom
Excelente	Excelente	Adequado	Excelente
Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Fonte: Autoria própria.

Tabela 1. Base de regras para SIF com 4 variáveis de entrada – Níveis 2 e 3.

ENTRADA 1	ENTRADA 2	ENTRADA 3	ENTRADA 4	SAÍDA
Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Ruim	Ruim	Ruim	Adequado	Ruim
Ruim	Ruim	Ruim	Excelente	Regular
Ruim	Ruim	Adequado	Ruim	Ruim
Ruim	Ruim	Adequado	Adequado	Regular
Ruim	Ruim	Adequado	Excelente	Regular
Ruim	Ruim	Excelente	Ruim	Regular
Ruim	Ruim	Excelente	Adequado	Regular
Ruim	Ruim	Excelente	Excelente	Adequado
Ruim	Adequado	Ruim	Ruim	Ruim
Ruim	Adequado	Ruim	Adequado	Regular
Ruim	Adequado	Ruim	Excelente	Regular
Ruim	Adequado	Adequado	Ruim	Regular
Ruim	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
Ruim	Adequado	Adequado	Excelente	Adequado
Ruim	Adequado	Excelente	Ruim	Regular
Ruim	Adequado	Excelente	Adequado	Adequado
Ruim	Adequado	Excelente	Excelente	Muito bom
Ruim	Excelente	Ruim	Ruim	Regular
Ruim	Excelente	Ruim	Adequado	Regular
Ruim	Excelente	Ruim	Excelente	Adequado

Ruim	Excelente	Adequado	Ruim	Regular
Ruim	Excelente	Adequado	Adequado	Adequado
Ruim	Excelente	Adequado	Excelente	Muito bom
Ruim	Excelente	Excelente	Ruim	Adequado
Ruim	Excelente	Excelente	Adequado	Muito bom
Ruim	Excelente	Excelente	Excelente	Muito bom
Adequado	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Adequado	Ruim	Ruim	Adequado	Regular
Adequado	Ruim	Ruim	Excelente	Regular
Adequado	Ruim	Adequado	Ruim	Regular
Adequado	Ruim	Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Ruim	Adequado	Excelente	Adequado
Adequado	Ruim	Excelente	Ruim	Regular

Adequado	Ruim	Excelente	Adequado	Adequado
Adequado	Ruim	Excelente	Excelente	Muito bom
Adequado	Adequado	Ruim	Ruim	Regular
Adequado	Adequado	Ruim	Adequado	Adequado
Adequado	Adequado	Ruim	Excelente	Adequado
Adequado	Adequado	Adequado	Ruim	Adequado
Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Adequado	Adequado	Excelente	Muito bom
Adequado	Adequado	Excelente	Ruim	Adequado
Adequado	Adequado	Excelente	Adequado	Muito bom
Adequado	Adequado	Excelente	Excelente	Muito bom
Adequado	Excelente	Ruim	Ruim	Regular
Adequado	Excelente	Ruim	Adequado	Adequado
Adequado	Excelente	Ruim	Excelente	Muito bom
Adequado	Excelente	Adequado	Ruim	Adequado
Adequado	Excelente	Adequado	Adequado	Muito bom
Adequado	Excelente	Adequado	Excelente	Muito bom
Adequado	Excelente	Excelente	Ruim	Muito bom
Adequado	Excelente	Excelente	Adequado	Muito bom
Adequado	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Excelente	Ruim	Ruim	Ruim	Regular
Excelente	Ruim	Ruim	Adequado	Regular
Excelente	Ruim	Ruim	Excelente	Adequado
Excelente	Ruim	Adequado	Ruim	Regular
Excelente	Ruim	Adequado	Adequado	Adequado
Excelente	Ruim	Adequado	Excelente	Muito bom
Excelente	Ruim	Excelente	Ruim	Adequado
Excelente	Ruim	Excelente	Adequado	Muito bom
Excelente	Ruim	Excelente	Excelente	Muito bom
Excelente	Adequado	Ruim	Ruim	Regular
Excelente	Adequado	Ruim	Adequado	Adequado
Excelente	Adequado	Ruim	Excelente	Muito bom
Excelente	Adequado	Adequado	Ruim	Adequado
Excelente	Adequado	Adequado	Adequado	Muito bom
Excelente	Adequado	Adequado	Excelente	Muito bom
Excelente	Adequado	Excelente	Ruim	Muito bom
Excelente	Adequado	Excelente	Adequado	Muito bom
Excelente	Adequado	Excelente	Excelente	Excelente
Excelente	Excelente	Ruim	Ruim	Adequado
Excelente	Excelente	Ruim	Adequado	Muito bom
Excelente	Excelente	Ruim	Excelente	Muito bom
Excelente	Excelente	Adequado	Ruim	Muito bom
Excelente	Excelente	Adequado	Adequado	Muito bom
Excelente	Excelente	Adequado	Excelente	Excelente
Excelente	Excelente	Excelente	Ruim	Muito bom
Excelente	Excelente	Excelente	Adequado	Excelente
Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8. Base de regras para SIF Nível 4 – Diferenciação da Entrada 1.

ENTRADA 1	ENTRADA 2	ENTRADA 3	ENTRADA 4	SAÍDA
Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Ruim	Ruim	Ruim	Adequado	Regular
Ruim	Ruim	Ruim	Excelente	Regular

Ruim	Ruim	Adequado	Ruim	Regular
Ruim	Ruim	Adequado	Adequado	Regular
Ruim	Ruim	Adequado	Excelente	Regular
Ruim	Ruim	Excelente	Ruim	Regular
Ruim	Ruim	Excelente	Adequado	Regular
Ruim	Ruim	Excelente	Excelente	Regular
Ruim	Adequado	Ruim	Ruim	Regular
Ruim	Adequado	Ruim	Adequado	Regular
Ruim	Adequado	Ruim	Excelente	Regular
Ruim	Adequado	Adequado	Ruim	Regular
Ruim	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
Ruim	Adequado	Adequado	Excelente	Adequado
Ruim	Adequado	Excelente	Ruim	Regular
Ruim	Adequado	Excelente	Adequado	Adequado
Ruim	Adequado	Excelente	Excelente	Adequado
Ruim	Excelente	Ruim	Ruim	Regular
Ruim	Excelente	Ruim	Adequado	Regular
Ruim	Excelente	Ruim	Excelente	Adequado
Ruim	Excelente	Adequado	Ruim	Regular
Ruim	Excelente	Adequado	Adequado	Adequado
Ruim	Excelente	Adequado	Excelente	Adequado
Ruim	Excelente	Excelente	Ruim	Regular
Ruim	Excelente	Excelente	Adequado	Regular
Ruim	Excelente	Excelente	Excelente	Muito bom
Adequado	Ruim	Ruim	Ruim	Regular
Adequado	Ruim	Ruim	Adequado	Adequado
Adequado	Ruim	Ruim	Excelente	Adequado
Adequado	Ruim	Adequado	Ruim	Adequado
Adequado	Ruim	Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Ruim	Adequado	Excelente	Adequado
Adequado	Ruim	Adequado	Excelente	Adequado
Adequado	Ruim	Excelente	Ruim	Adequado
Adequado	Ruim	Excelente	Adequado	Adequado
Adequado	Ruim	Excelente	Excelente	Adequado

Adequado	Adequado	Ruim	Ruim	Adequado
Adequado	Adequado	Ruim	Adequado	Adequado
Adequado	Adequado	Ruim	Excelente	Adequado
Adequado	Adequado	Adequado	Ruim	Adequado
Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
Adequado	Adequado	Adequado	Excelente	Muito bom
Adequado	Adequado	Excelente	Ruim	Adequado
Adequado	Adequado	Excelente	Adequado	Muito bom
Adequado	Adequado	Excelente	Excelente	Muito bom
Adequado	Excelente	Ruim	Ruim	Adequado
Adequado	Excelente	Ruim	Adequado	Adequado
Adequado	Excelente	Ruim	Excelente	Adequado
Adequado	Excelente	Adequado	Ruim	Adequado
Adequado	Excelente	Adequado	Adequado	Muito bom
Adequado	Excelente	Adequado	Excelente	Muito bom
Adequado	Excelente	Excelente	Ruim	Adequado
Adequado	Excelente	Excelente	Adequado	Muito bom
Adequado	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Excelente	Ruim	Ruim	Ruim	Regular
Excelente	Ruim	Ruim	Adequado	Adequado
Excelente	Ruim	Ruim	Excelente	Adequado
Excelente	Ruim	Adequado	Ruim	Adequado
Excelente	Ruim	Adequado	Adequado	Adequado
Excelente	Ruim	Adequado	Excelente	Muito bom
Excelente	Ruim	Excelente	Ruim	Adequado
Excelente	Ruim	Excelente	Adequado	Muito bom
Excelente	Ruim	Excelente	Excelente	Muito bom
Excelente	Adequado	Ruim	Ruim	Adequado
Excelente	Adequado	Ruim	Adequado	Adequado
Excelente	Adequado	Ruim	Excelente	Muito bom
Excelente	Adequado	Adequado	Ruim	Adequado
Excelente	Adequado	Adequado	Adequado	Muito bom
Excelente	Adequado	Adequado	Excelente	Muito bom
Excelente	Adequado	Excelente	Ruim	Muito bom

Excelente	Adequado	Excelente	Adequado	Muito bom
Excelente	Adequado	Excelente	Excelente	Muito bom
Excelente	Excelente	Ruim	Ruim	Adequado
Excelente	Excelente	Ruim	Adequado	Muito bom
Excelente	Excelente	Ruim	Excelente	Muito bom
Excelente	Excelente	Adequado	Ruim	Muito bom
Excelente	Excelente	Adequado	Adequado	Muito bom
Excelente	Excelente	Adequado	Excelente	Muito bom
Excelente	Excelente	Excelente	Ruim	Muito bom
Excelente	Excelente	Excelente	Adequado	Muito bom
Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Apêndice D - Formulário com indicadores.

25/01/2022 21:57

Índice de Sustentabilidade e Inteligência para Instituições de Ensino Superior

Índice de Sustentabilidade e Inteligência para Instituições de Ensino Superior

Este formulário tem por objetivo medir a performance de campi universitários quanto às ações tomadas em prol da sustentabilidade e uso de soluções inteligentes.

A maioria dos indicadores foram tomados do UI GreenMetric Ranking 2020. Nesses, ao final da descrição do indicador haverá a numeração usada por tal instrumento.

Ressalta-se que, por ser tratar de dados instituições, fornecidos de maneira espontânea, a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei n. 13.709, de 14 de agosto de 2018) não se aplica.

Infraestrutura e Paisagem

1. INFRA 1. Porcentagem de espaço aberto em relação à área total. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (1.8, UI GreenMetric Ranking, 2020)

2. INFRA 2. Área total aberta (m²) dividida pela população total do campus. Por favor, digite apenas o número correspondente à quantidade de m²/pessoa. (1.9, UI GreenMetric Ranking, 2020)

3. INFRA 3. Porcentagem da área total coberta por vegetação florestal. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (1.10, UI GreenMetric Ranking, 2020)

4. INFRA 4: Porcentagem de área total coberta por vegetação plantada. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (1.11, UI GreenMetric Ranking, 2020)

<https://docs.google.com/forms/d/1Vq-nSrPEinE3PWhlw1yGjwINFsDXUmERXj0xAglNNw4/edit>

1/24

5. INFRA 5: Porcentagem de área total com absorção de água além de floresta e vegetação plantada. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (1.15, UI GreenMetric Ranking, 2020)

6. INFRA 6: Porcentagem do orçamento da Universidade investido em esforços por sustentabilidade. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (1.18, UI GreenMetric Ranking, 2020)

7. INFRA 7: Porcentagem de ruas com iluminação inteligente. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

8. INFRA 8: Porcentagem da área do campus em relação à área total coberta por rede de internet wifi. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

9. INFRA 9: Porcentagem de edifícios que utilizam sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) integrados para automatizar gerenciamento do mesmo e criar um ambiente flexível, eficaz, confortável e seguro (BIS/BIM/BAS/FMS)(requisito recomendado). Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

10. INFRA 10: Sobre a presença de dashbord unificado, escolha uma opção abaixo:

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não possui.
- [2] Em processo de implementação ou estudo de viabilidade.
- [3] Possui e integra menos de 50% dos sistemas de automatização, tecnologias de IoT e softwares de tomadas de decisão implementadas no campus.
- [4] Possui e integra a partir de 50% e menos de 75% dos sistemas de automatização, tecnologias de IoT e softwares de tomadas de decisão implementadas no campus.
- [5] Possui e integra pelo menos 75% dos sistemas de automatização, tecnologias de IoT e softwares de tomadas de decisão implementadas no campus.

Energia e Mudanças Climáticas

11. EC1: Porcentagem de aparelhos com eficiência energética por exemplo ar condicionados com tecnologia inverter, lâmpadas LED, computadores com certificação EnergyStar, etc., em relação ao total. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (2.1, UI GreenMetric Ranking, 2020)

12. EC2: Número de fontes de energia renováveis no campus. Por favor, digite apenas o número de fontes diferentes. (2.4, UI GreenMetric Ranking, 2020)

13. EC3: Uso total de eletricidade por ano (kWh) dividido pela população do campus. Por favor, digite apenas o número correspondente à razão kWh/pessoa. (2.7, UI GreenMetric Ranking, 2020)

14. EC4: Porcentagem da produção de energia renovável em relação ao total de energia utilizada por ano. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (2.8, UI GreenMetric Ranking, 2020)

15. EC5: Porcentagem de prédios com duas ou mais iniciativas para a redução de poluição sonora. Caso não se aplique devido à falta de necessidade pela localização do campus, considere nota 100. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

16. EC6: Porcentagem de prédios com duas ou mais iniciativas de exploração de luz natural. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

17. EC7: Porcentagem de prédios com duas ou mais iniciativas de exploração de ventilação natural. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

18. EC8: Número de elementos de implementação de edifícios verdes conforme refletido nas políticas de construção e renovação em sua universidade (por exemplo, ventilação natural, iluminação natural total, a existência de um gerenciador de energia nos edifícios e a existência de edifícios verdes, etc.). (2.9, UI GreenMetric Ranking, 2020)

19. EC9: Sobre programa de redução de gases de efeito estufa, assinale a alternativa que corresponde à realidade de seu campus: (2.10, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não há. (Selecione essa opção se o programa for necessário mas nada for feito)
- [2] Programa em preparação (por exemplo, estudo de viabilidade e promoção)
- [3] Programa(s) visa(m) reduzir uma das três emissões de escopos (Escopo 1 ou 2 ou 3)
- [4] Programa(s) visa(m) reduzir duas das três emissões de escopos (Escopo 1 e 2 ou Escopo 1 e 3 ou Escopo 2 e 3)
- [5] Programa(s) visa(m) reduzir as emissões dos três escopos (Escopo 1, 2 e 3)

20. EC10: Total de pegada de carbono de sua universidade dividido pela população do campus. Exclua a pegada de carbono de voos e fontes secundárias de carbono, como pratos e roupas. Somar pegada por uso de energia e transporte. Referência para cálculo: <https://www.carbonfootprint.com>. Como resposta, escrever apenas o número corresponde à quantidade (ton) por pessoa. (2.12, UI GreenMetric Ranking, 2020)
-

21. EC11: Porcentagem de construções inteligentes (proporção da área ocupada por construções inteligentes em relação à área total construída). Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (2.3, UI GreenMetric Ranking, 2020)
-

22. EC12. Porcentagem de iluminação inteligente presente nas construções. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.
-

23. EC13. Porcentagem de edifícios do campus com medidores inteligentes de energia. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

24. EC 14. Sobre o monitoramento de precipitação, assinale a alternativa que corresponde à realidade de sua universidade:

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não possui
- [2] Tenho monitoramento apenas para armazenamento de dados.
- [3] Tenho monitoramento com acesso disponível ao público.
- [4] Tenho monitoramento com acesso disponível e envio de mensagem de alerta.
- [5] Possui e está vinculado a procedimento de decisão de forma automática, como por exemplo cancelamento de aulas ou desligamento de cargas sensíveis.

25. EC 15. Porcentagem de edifícios do campus com sistemas de controle de temperatura instalados. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

Resíduos

26. RES 1. Porcentagem de resíduos do campus que é reciclada. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (3.1, UI GreenMetric Ranking, 2020)

27. RES 2. Número de programas ou iniciativas para redução de uso de papel e plástico no campus (por exemplo, programa de política de impressão frente e verso, uso de copos não descartáveis, uso de sacolas reutilizáveis, impressão apenas quando necessária, distribuição gratuita de água, políticas de desmaterialização de procedimentos administrativos, etc.). Por favor, digite apenas o número correspondente à quantidade de programas ou iniciativas. (3.2, UI GreenMetric Ranking, 2020)
-

28. RES 3. Porcentagem de lixo orgânico que é tratado. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (3.3, UI GreenMetric Ranking, 2020)
-

29. RES 4. Porcentagem de resíduos alimentares coletados para compostagem. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.
-

30. RES 5. Porcentagem de resíduos inorgânicos que são tratados. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (3.4, UI GreenMetric Ranking, 2020)
-

31. RES 6. Porcentagem de resíduos tóxicos que são corretamente destinados. O processo de manuseio inclui se os resíduos tóxicos são tratados separadamente, por exemplo, classificando-os e entregando-os a terceiros ou a empresas de manuseio certificadas. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (3.5, UI GreenMetric Ranking, 2020)
-

32. RES 7. Descreva o método principal de tratamento de esgoto em sua universidade. Selecione a opção que melhor descreve como a maior parte do esgoto é descartado: (3.6, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não tratado em cursos de água.
- [2] Tratado convencionalmente.
- [3] Tratado tecnicamente para reutilização.
- [4] Tratado tecnicamente para downcycling.
- [5] Tratado tecnicamente para upcycling.

Água

33. AG 1. Selecione uma condição que descreva seu estágio atual em um programa que seja sistemático e formalizado e apoie a conservação de água (por exemplo, para lagos e sistemas de gerenciamento de lagos, sistemas de coleta de chuva, tanques de água, poço de recarga, etc.) em sua universidade, das seguintes opções: (4.1, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] Nenhum. Selecione esta opção se o programa de conservação for necessário, mas nada foi feito.
- [2] Programa em preparação (por exemplo, estudo de viabilidade e promoção).
- [3] 1 - 25% implementado em um estágio inicial (por exemplo, medição do volume potencial de escoamento superficial).
- [4] > 25 - 50% de água conservada.
- [5] > 50% de água conservada.
- Outro: _____

34. AG 2. Selecione uma condição que reflita a condição atual de sua universidade no estabelecimento de políticas formais para programas de reciclagem de água (por exemplo, o uso de água reciclada para descarga de vasos sanitários, lavagem de carros, rega de plantas, etc.) (4.2, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] Nenhum. Selecione esta opção se o programa de conservação for necessário, mas nada foi feito.
- [2] Programa em preparação (por exemplo, estudo de viabilidade e promoção).
- [3] 1 - 25% implementado em um estágio inicial (por exemplo, medição de águas residuais).
- [4] > 25 - 50% de água reciclada.
- [5] > 50% de água reciclada.

35. AG 3. Porcentagem de aparelhos de água que são eficientes (por exemplo, torneiras de vazão limitada / automatizada para lavagem das mãos, descarga de banheiro altamente eficiente, etc.). Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (4.3, UI GreenMetric Ranking, 2020)

36. AG 4. Porcentagem de água a partir de sistema de tratamento em sua universidade (por exemplo, fonte de tanque de água da chuva, lençol freático, água de superfície, etc.) em comparação com todas as fontes de água . A fonte de água pode ser da instalação de água tratada dentro e / ou fora da sua universidade. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (4.4, UI GreenMetric Ranking, 2020)

37. AG 5. Porcentagem de hidrômetros inteligentes. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

38. AG 6. Porcentagem de distribuição de água monitorada por alguma Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

39. AG 7. Porcentagem da rede de drenagem de água monitorada por TIC. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

Transporte

40. TR 1. Número total de veículos dividido pela população total do campus. Por favor, digite apenas o número. (5.4, UI GreenMetric Ranking, 2020)

41. TR 2. Descreva a condição de disponibilidade de transporte para viagens dentro do campus e se a viagem é gratuita ou paga, operada por uma universidade ou por terceiros. Selecione uma opção entre as seguintes opções. Se o serviço de transporte não for fornecido devido a motivos positivos, como a área do campus ser pequena ou outro serviço de transporte com emissão zero estar disponível, selecione “não aplicável”. (5.5, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] O serviço de transporte é possível, mas não fornecido pela universidade.
- [2] O serviço de transporte é fornecido (pela universidade ou outras partes) e regular, mas não é gratuito.
- [3] O serviço de transporte é fornecido (pela universidade ou outras partes) e a universidade contribui com uma parte do custo.
- [4] O serviço de transporte é fornecido pela universidade, regular e gratuito.
- [5] O serviço de transporte é fornecido pela universidade, veículo regular e de emissão zero. Ou o uso de transporte não é possível (não aplicável).

42. TR 3. Descreva até que ponto o uso de veículos com emissão zero (por exemplo, bicicletas, canoa, snowboard, carro elétrico, etc.) é compatível com o transporte em seu campus. Selecione uma opção da lista a seguir que se aplique ao seu campus: (5.9, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] Veículos com emissão zero não estão disponíveis.
- [2] O uso de veículos com emissão zero não é possível ou prático.
- [3] Veículos com emissão zero estão disponíveis, mas não são fornecidos pela universidade.
- [4] Veículos com emissão zero estão disponíveis, e são fornecidos pela universidade e cobrados.
- [5] Veículos com emissão zero estão disponíveis e são fornecidos gratuitamente pela universidade.

43. TR 4. Razão entre o número médio de veículos de emissão zero (por exemplo, bicicletas, canoa, snowboard, carro elétrico, carros de transporte a gás de bio-metano comprimido, etc.) em seus campi diariamente, pertencentes à universidade e privados, e a população total do campus. Por favor, digite apenas o número. (5.11, UI GreenMetric Ranking, 2020)

44. TR 5. Razão entre área de estacionamento e área total do campus. Por favor, digite apenas o número. (5.13, UI GreenMetric Ranking, 2020)

45. TR 6. Programa para limitar ou diminuir a área de estacionamento no campus nos últimos 3 anos. Selecione uma condição que reflita o programa atual da universidade sobre transporte projetado para limitar ou diminuir a área de estacionamento em seus campi. Selecione a opção que melhor descreve sua universidade entre as seguintes opções: (5.14, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] Nenhum.
- [2] Programa em preparação (por exemplo, estudo de viabilidade e promoção).
- [3] O programa resulta em menos de 10% de redução na área de estacionamento.
- [4] Programa resultando em redução de 10 - 30% na área de estacionamento.
- [5] Programa resultando em redução de mais de 30% na área de estacionamento ou redução da área de estacionamento atingindo seu limite.

46. TR 7. Número de iniciativas para diminuir veículos privados no campus (por exemplo, compartilhamento de carros, cobrança de altas taxas de estacionamento, serviços de metrô / bonde / ônibus, compartilhamento de bicicletas, assinaturas de tarifas baixas , etc.). Por favor, escreva apenas o número correspondente à quantidade de iniciativas. (5.15, UI GreenMetric Ranking, 2020)
-

47. TR 8. Descreva até que ponto o uso do caminho de pedestres é permitido. Selecione uma opção da lista a seguir que se aplique ao seu campus. (5.16, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] Nenhum.
- [2] Caminhos de pedestres estão disponíveis.
- [3] Caminhos de pedestres estão disponíveis e projetados para segurança.
- [4] Caminhos de pedestres estão disponíveis, projetados para segurança e conveniência.
- [5] Caminhos de pedestres estão disponíveis, projetados para segurança, conveniência e, em algumas partes, fornecidos com recursos para deficientes físicos.

48. TR 9. Porcentagem área total de estacionamento do campus com tecnologia de estacionamento inteligente. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100.

49. TR 10. Número de estações de carregamento de veículos elétricos por veículo elétrico registrado. Por favor, digite apenas o número corresponde à quantidade como resposta.

Educação

50. ED 1. Porcentagem de cursos relacionados à sustentabilidade em relação a cursos / disciplinas totais. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (6.3, UI GreenMetric Ranking, 2020)

51. ED 2. Porcentagem de fundos de pesquisa voltados para sustentabilidade. Por favor, digite apenas o número. OBS: sua resposta deve ser um número entre 0 e 100. (6.6, UI GreenMetric Ranking, 2020)

52. ED 3. Número médio de publicações indexadas (Google scholar) sobre meio ambiente e sustentabilidade publicadas anualmente nos últimos 3 anos, usando palavras-chave: verde, meio ambiente, sustentabilidade, energia renovável, mudança climática. Por favor, digite apenas o número corresponde à quantidade. (6.7, UI GreenMetric Ranking, 2020)

53. ED 4. Número médio de eventos eventos (por exemplo, conferências, workshops, conscientização, treinamento prático, etc.) relacionados às questões de meio ambiente e sustentabilidade hospedados ou organizados por sua universidade (média por ano nos últimos 3 anos). Por favor, digite apenas o número corresponde à quantidade. (6.8, UI GreenMetric Ranking, 2020)
-

54. ED 5. Número total de organizações estudantis relacionadas à sustentabilidade. Por favor, digite apenas o número corresponde à quantidade. (6.9, UI GreenMetric Ranking, 2020)
-

55. ED 6. Sobre a existência de um site de sua Universidade sobre sustentabilidade, com a finalidade de instruir a comunidade acadêmica e a comunidade em geral sobre ações e programas voltados para a sustentabilidade, escolha a opção que mais se adequa à realidade de seu campus: (6.10, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não disponível.
- [2] Site em andamento ou em construção.
- [3] O site está disponível e acessível.
- [4] O site está disponível, acessível e atualizado ocasionalmente.
- [5] O site está disponível, acessível e atualizado regularmente.

56. ED 7. Sobre relatórios de sustentabilidade, escolha a opção que mais se adequa à realidade de seu campus: (6.12, UI GreenMetric Ranking, 2020)

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não disponível.
- [2] Relatório de sustentabilidade está em preparação.
- [3] Disponível, mas não acessível ao público.
- [4] O relatório de sustentabilidade está acessível e publicado ocasionalmente.
- [5] O relatório de sustentabilidade está acessível e publicado anualmente.

57. ED 8. A partir de dados obtidos por comissão própria de avaliação, assinale a alternativa que corresponde, em média, à avaliação das partes interessadas sobre ferramentas de aprendizagem disponíveis no campus.

Marcar apenas uma oval.

- [1] Insatisfeitos ou não existe pesquisa sobre essa informação.
- [2] Parcialmente insatisfeitos.
- [3] Indiferentes.
- [4] Satisfeitos.
- [5] Muito satisfeitos.

58. ED 9. A partir de dados obtidos por comissão própria de avaliação, assinale a alternativa que corresponde, em média, à avaliação das partes interessadas sobre serviços relacionados a ensino e funcionários .

Marcar apenas uma oval.

- [1] Insatisfeitos ou não existe pesquisa sobre essa informação.
- [2] Parcialmente insatisfeitos.
- [3] Indiferentes.
- [4] Satisfeitos.
- [5] Muito satisfeitos.

59. ED 10. Porcentagem de cursos em que a presença do aluno é registrada por meio de cartões inteligentes/ou usando tecnologia de reconhecimento facial. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

60. ED 11. Porcentagem da população do campus com proficiência profissional em mais de um idioma. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

Segurança

61. SEG 1. Porcentagem de espaço aberto com câmeras de vigilância . Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

62. SEG 2. Porcentagem de ruas com câmeras de vigilância. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

63. SEG 3. Porcentagem de edifícios com câmeras de vigilância. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

64. SEG 4. Porcentagem dos edifícios permitem a contagem de objetos (dentro e fora). Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

65. SEG 5. Porcentagem de edifícios com alarme de incêndio e sistemas de alto-falantes centralizados. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

66. SEG 6. Porcentagem de edifícios com sistemas de combate a incêndio automáticos. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

67. SEG 7. Porcentagem de edifícios com tela de anúncio. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

68. SEG 8. Porcentagem de salas de aula/laboratórios/escritórios com travas inteligentes/controlado de acesso. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.
-

69. SEG 9. Quanto à segurança cibernética no campus, assinale a alternativa que melhor descreve a realidade do seu campus.

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não há controle sobre o acesso a informações.
- [2] Existe controle de acesso por senhas mas não existe controle de rastreamento.
- [3] O acesso a informações é controlado e pode ser rastreado porém não existe nem monitoramento e nem plano de ação para incidentes provenientes de ataques cibernéticos.
- [4] O acesso a informações é controlado e pode ser rastreado, existe monitoramento de ataques cibernéticos porém não há plano de ação caso estes ocorram incidentes provenientes de ataques cibernéticos.
- [5] O acesso a informações é controlado e pode ser rastreado, existe monitoramento e plano de ação para incidentes provenientes de ataques cibernéticos.

70. SEG 10. Quanto à privacidade de dados dos usuários, assinale a alternativa que melhor descreve a realidade do seu campus.

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não há controle sobre o acesso a informações.
- [2] Existe controle de acesso por senhas mas não existe controle de rastreamento.
- [3] O acesso a informações é controlado e pode ser rastreado porém não existe nem monitoramento e nem plano de ação para incidentes provenientes de ataques cibernético.
- [4] O acesso a informações é controlado e pode ser rastreado, existe monitoramento de ataques cibernéticos porém não há plano de ação caso estes ocorram incidentes provenientes de ataques cibernéticos.
- [5] O acesso a informações é controlado e pode ser rastreado, existe monitoramento e plano de ação para incidentes provenientes de ataques cibernéticos.

71. SEG 11. Porcentagem a área do campus coberta por mapas de risco disponíveis ao público. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

72. SEG 12. Porcentagem de dados eletrônicos do campus com back-up de armazenamento seguro e remoto. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

Social e Cultural

73. SOC 1. Porcentagem de evasão de alunos. Considere a média dos últimos três anos. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

74. SOC 2. Número de programas de incentivos de combate a evasão.

75. SOC 3. Sobre o incentivo a estilo de vida saudável, escolha a opção que descreve o seu campus:

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não há nenhum programa ou ação de incentivo.
- [2] Um ou mais programas de incentivo estão em estudo de viabilidade.
- [3] Existe incentivo porém não é divulgado e nem contempla toda a população do campus.
- [4] Existe incentivo e contempla toda a população do campus.
- [5] Existe incentivo contemplando toda a população do campus e a comunidade externa na qual o campus está inserido.

76. SOC 4. Sobre o monitoramento e registros de saúde, como por exemplo doenças crônicas, imunizações, informações de faturamento, cirurgias realizadas etc; escolha a opção que descreve o seu campus:

Marcar apenas uma oval.

- [1] Há monitoramento de saúde conforme legislação de trabalho apenas para os funcionários.
- [2] Há monitoramento de saúde que excedem legislação de trabalho apenas para os funcionários e registro de saúde de alunos, porém os dados dos alunos não são atualizados.
- [3] Há monitoramento de saúde conforme legislação de trabalho aos funcionários e registro de saúde de alunos, porém os dados dos alunos não são atualizados.
- [4] Há monitoramento de saúde que excedem legislação de trabalho para os funcionários e registro de saúde de alunos, porém os dados dos alunos não são atualizados.
- [5] Há monitoramento de saúde que excedem legislação de trabalho para os funcionários e registro de saúde de alunos, atualizados anualmente.
- Opção 6

77. SOC 5. Sobre estímulo a um ambiente inovador, escolha a opção que descreve o seu campus:

Marcar apenas uma oval.

- [1] A Universidade estimula a inovação compartilhando oportunidade de eventos externos.
- [2] A Universidade estimula a inovação dentro da grade curricular em disciplinas correlatas ao tema.
- [3] A Universidade estimula a inovação via Eventos, como Maratonas e Hackatons.
- [4] A Universidade estimula a inovação via disciplinas correlatas e disciplinas específicas (como Empreendedorismo), bem como através de atividades extracurriculares como Maratonas e Hackatons.
- [5] A Universidade estimula a inovação via disciplinas correlatas e disciplinas específicas (como Empreendedorismo), bem como através de atividades extracurriculares como Maratonas e Hackatons, além de possuir Centro de Inovação/Departamento específico para atendimento e suporte ao aluno referente a técnicas de inovação, empreendedorismo, registro de marca e patentes e outros serviços correlatos.

78. SOC 6. Porcentagem de alunos com acesso à tecnologias de informação e comunicação. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

79. SOC 7. Sobre a estrutura de ouvidoria dos canais de comunicação para discriminação ocorridas dentro da instituição ou por funcionários da instituição:

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não existe qualquer canal formal de ouvidoria de discriminação e existe esforços para que o caso não repercuta.
- [2] Não existe qualquer canal formal de ouvidoria de discriminação, no entanto existem esforços para que o caso seja resolvido.
- [3] Existe um canal formal, porém não existe uma estrutura de processos rotineiros de análise da gestão interna.
- [4] Existe um canal formal com uma estrutura de processos rotineiros de análise da gestão interna.
- [5] Existe um canal formal com uma estrutura de processos rotineiros de análise da gestão interna, com elevado nível de transparência com a comunidade.

80. SOC 8. Sobre gastos com cultura, marque a alternativa que melhor descreve a realidade de seu campus

Marcar apenas uma oval.

- [1] A Universidade investe na divulgação de eventos culturais externos.
- [2] A Universidade investe na divulgação de eventos culturais externos e possui programa de auxílio para a participação de alunos nesses eventos e/ou pontua a participação de alunos em atividades obrigatórias extracurriculares.
- [3] A Universidade promove eventos culturais semestralmente para a comunidade do campus e investe na divulgação de eventos culturais externos, além de possuir programa de auxílio para a participação de alunos nesses eventos.
- [4] A Universidade promove eventos culturais semestralmente para a comunidade interna e externa e investe na divulgação de eventos culturais externos.
- [5] A Universidade promove eventos culturais semestralmente para a comunidade interna e externa e investe na divulgação de eventos culturais externos, além de possuir programa de auxílio para a participação de alunos nesses eventos e/ou pontua a participação de alunos em atividades obrigatórias extracurriculares e/ou patrocina a realização de eventos culturais junto a parceiros.

81. SOC 9. Sobre a infraestrutura cultural do campus, marque a alternativa que melhor descreve a realidade de seu campus.

Marcar apenas uma oval.

- [1] Possui apenas biblioteca e ela não comporta eventos.
- [2] Possui biblioteca e espaços abertos e fechados, como pátios e auditórios, exclusivos para realização dos eventos internos.
- [3] Possui biblioteca e espaços abertos e fechados, como pátios e auditórios, disponíveis para realização dos eventos internos e externos.
- [4] Possui biblioteca e espaços abertos e fechados, como pátios e auditórios, disponíveis para realização de eventos internos e externos além de disponibilizar seus espaços internos gratuitamente para eventos ofertados por instituições externas.
- [5] Além de possui biblioteca e espaços abertos e fechados, como pátios e auditórios, disponíveis para realização dos eventos internos e externos, possui ambiente externo próprio e exclusivo para oferta de eventos culturais para comunidade interna e externa, fora de seu campus universitário (como teatros, museus, auditórios e outros).

82. SOC 10. Número de livros disponíveis em bibliotecas (incluindo e-books) dividido pelo número de pessoas do campus, funcionários e alunos.

83. SOC 11. Número anual de eventos culturais (por exemplo, exposições, festivais, concertos) realizados no campus. Considere a média dos últimos 3 anos.

84. SOC 12. Porcentagem de serviços oferecidos online (Ex: matrícula, solicitação de documentação, renovação de livros na biblioteca, etc.).

85. SOC 13. Sobre a valorização de serviços locais, assinale a alternativa que melhor descreve a realidade de seu campus:

Marcar apenas uma oval.

- [1] Não há programa destinado a isso.
- [2] 1 - 25% dos serviços contratados são de empresas/fornecedores até 100 km distantes.
- [3] 26 - 50% dos serviços contratados são de empresas/fornecedores até 100 km distantes.
- [4] 51-75% dos serviços contratados são de empresas/fornecedores até 100 km distantes.
- [5] Mais que 75% dos serviços contratados são de empresas/fornecedores até 100 km distantes.

86. SOC 14. Número de projetos de extensão que geram impactos sociais positivos. Considere a média dos últimos 3 anos.

Biodiversidade e serviços sistêmicos

87. BIO 1. Porcentagem da área de proteção ambiental dentro do campus submetida à avaliação de seus serviços ambientais. Por serviços ambientais, entende-se: (1) Serviços de Provisão: os produtos obtidos dos ecossistemas. Exemplos: alimentos, água doce, fibras, produtos químicos, madeira. (2) Serviços de Regulação: benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais. Exemplos: absorção de CO² pela fotossíntese das florestas; controle do clima, polinização de plantas, controle de doenças e pragas. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

88. BIO 2. Despesas anuais destinadas à restauração de ecossistemas no território do campus como porcentagem do orçamento total do campus. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

89. BIO 3. Território em processo de restauração de ecossistemas como porcentagem da área total do campus. Por favor, digite apenas o número. Sua resposta deve ser um valor entre 0 e 100.

90. BIO 4. Programa de levantamento de espécies: animais e vegetais Por favor, selecione uma das seguintes opções:

Marcar apenas uma oval.

- [1] Programa em preparação.
- [2] Programa 1-25% implementado.
- [3] Programa 26-50% implementado.
- [4] Programa 51-75% implementado.
- [5] Programa completamente implementado.

91. BIO 5. Programa de conservação de espécies: animais e vegetais. Por favor, selecione uma das seguintes opções:

Marcar apenas uma oval.

- [1] Programa em preparação.
- [2] Programa 1-25% implementado.
- [3] Programa 26-50% implementado.
- [4] Programa 51-75% implementado.
- [5] Programa completamente implementado.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários