

PROPOSIÇÃO E VALIDAÇÃO DE INDICADORES VOLTADOS À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES)

José Airton Gomes de Alcântara Filho¹

Universidade Federal do Ceará (UFC) – Campus de Sobral
airton@sobral.ufc.br

Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes²

Universidade Federal do Ceará (UFC)
hjaguaribe@ufc.br

Wagner Bandeira Andriola³

Universidade Federal do Ceará (UFC)
w_andriola@ufc.br

RESUMO

A produção desenfreada e a destinação irregular de resíduos sólidos trazem problemas sanitários, sociais e ambientais para a humanidade. No Brasil, a partir de 2010, a questão passou a ser enfrentada de forma incisiva a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A Universidade Federal do Ceará (UFC), por gerar grandes volumes de diversos tipos de resíduos, precisa ter um modelo de efetivo gerenciamento dos resíduos sólidos. A adoção de indicadores de desempenho para gestão de resíduos sólidos configura-se como uma importante ferramenta para aprimoramento da gestão na instituição. A fundamentação discorre sobre sustentabilidade, indicadores e os conceitos atuais sobre gestão de resíduos sólidos para preservação do meio ambiente. A pesquisa teve como objetivo geral propor e validar um conjunto de indicadores de gestão de resíduos sólidos para a UFC para promoção da sustentabilidade social e econômica. Como resultado, a pesquisa propôs 15 indicadores validados pelos gestores de resíduos sólidos da UFC com base na relevância, acessibilidade dos dados e forma de cálculo. A pesquisa foi concluída com a sugestão de que os indicadores sejam continuamente utilizados para aprimoramento da gestão de resíduos sólidos na UFC.

Palavras-chave: Ensino Superior. Políticas Públicas. Resíduos Sólidos. Indicadores de Desempenho.

PROPOSITION AND VALIDATION OF INDICATORS TAILORED TO SOLID WASTE MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

ABSTRACT

The unrestrained production and irregular disposal of solid waste bring health, social and environmental problems to humanity. In Brazil, from 2010 onwards, the issue began to be addressed incisively through the National Solid Waste Policy (PNRS). The Federal University of Ceará (UFC), as it generates large volumes of different types of waste, needs to have a model for effective solid waste management. The adoption of performance indicators for solid waste management is an important tool for improving management in the institution. The rationale discusses sustainability, indicators and current concepts on solid waste management to preserve the environment. The research had the general objective of proposing and validating a set of solid waste management indicators for UFC to promote social and economic sustainability. As a result, the research proposed 15 indicators validated by UFC solid waste managers based on relevance, data accessibility and calculation method. The research concluded with the suggestion that the indicators be continually used to improve solid waste management at UFC.

¹ Servidor Técnico-Administrativo da Universidade Federal do Ceará (UFC) – Campus de Sobral. Mestre em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior (POLEDUC/UFC).

² Docente do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente Permanente do Mestrado em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior (POLEDUC/UFC). Chefe do Departamento de Engenharia de Produção (CT/UFC).

³ Docente da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará (UFC). Coordenador do Mestrado em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior (POLEDUC/UFC). Coordenador do Projeto de Pesquisa “Avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais das atividades de Cooperativas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos numa metrópole brasileira” financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Chamada CNPq/SESCOOP Nº 11/2022 – Pesquisa em Cooperativismo), com a concessão de seis bolsas de Iniciação Científica (IC/CNPq). Bolsista de Produtividade em Pesquisa – Nível 1B (CNPq).

Keywords: Higher Education. Public policy. Solid Waste. Performance indicators.

PROPUESTA Y VALIDACIÓN DE INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR (IES)

RESUMEN

La producción desenfrenada y la eliminación irregular de residuos sólidos traen problemas de salud, sociales y ambientales a la humanidad. En Brasil, a partir de 2010, el tema comenzó a ser abordado de manera incisiva a través de la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS). La Universidad Federal de Ceará (UFC), como genera grandes volúmenes de diferentes tipos de residuos, necesita contar con un modelo de gestión eficaz de los residuos sólidos. La adopción de indicadores de desempeño para el manejo de residuos sólidos es una herramienta importante para mejorar la gestión en la institución. La justificación analiza la sostenibilidad, indicadores y conceptos actuales sobre el manejo de residuos sólidos para preservar el medio ambiente. La investigación tuvo como objetivo general proponer y validar un conjunto de indicadores de gestión de residuos sólidos para UFC para promover la sostenibilidad social y económica. Como resultado, la investigación propuso 15 indicadores validados por los gestores de residuos sólidos de la UFC en función de la relevancia, la accesibilidad de los datos y el método de cálculo. La investigación concluyó con la sugerencia de que los indicadores se utilicen continuamente para mejorar la gestión de residuos sólidos en UFC.

Palabras clave: Educación Superior. Políticas públicas. Residuos sólidos. Indicadores de desempeño.

1. IDEIAS BASILARES ACERCA DE INDICADORES

Para Ferreira, Cassiolato e Gonzalez (2009, p. 24), “indicador é uma medida, de ordem quantitativa ou qualitativa, dotada de significado particular e utilizada para organizar e captar as informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação”. Consoante a OCDE (2002), o indicador é uma ferramenta que informa sobre a evolução do aspecto observado. Segundo Andriola e Araújo (2018, p.1), “indicador é um artifício que proporciona informação relevante e sintética acerca de aspectos significativos da realidade observada, que, habitualmente, é resultado de algum tipo de dado ou informação quantitativa”. Andriola e Araújo (2016) afirmam que os indicadores são utilizados no campo educacional principalmente por serem sintéticos e possuírem capacidade de orientar a tomada de decisão.

Entende-se que os indicadores ganham maior relevância quando utilizados de forma comparativa, seja através de linha temporal do mesmo objeto de análise ou quando utilizado para comparar objetos diferentes (ANDRIOLA; ANDRIOLA, 2009). Consoante Van Bellen (2002), o objetivo principal de um indicador é compilar, agregar e quantificar informações, de modo que sua significância fique mais aparente, uma vez que os indicadores simplificam informações sobre fenômenos complexos, facilitando o processo de compreensão e comunicação (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Os indicadores precisam ter alguns componentes básicos para que cumpram seu objetivo. Segundo o Guia Referencial para Medição de Desempenho e

Manual para Construção de Indicadores (BRASIL, 2009), do Ministério do Planejamento, os componentes básicos de um indicador são:

Medida: grandeza qualitativa ou quantitativa que permite classificar as características, resultados e consequências dos produtos, processos ou sistemas;

Fórmula: padrão matemático que expressa à forma de realização do cálculo;

Índice (número): valor de um indicador em determinado momento;

Padrão de comparação: índice arbitrário e aceitável para uma avaliação comparativa de padrão de cumprimento; e

Meta: índice (número) orientado por um indicador em relação a um padrão de comparação a ser alcançado durante certo período (BRASIL, 2009, p. 46).

Entretanto, um indicador nem sempre resulta de um padrão matemática. Bottani (1994) afirma que em alguns sistemas de indicadores podem ser inclusos indicadores de natureza não quantitativa, utilizando-se gráficos e descrições qualitativas.

Na área ambiental, encontram-se na literatura científica especializada termos como *indicadores ambientais*, *indicadores de desenvolvimento sustentável*, *indicadores de desempenho ambiental* e *indicadores de sustentabilidade*. Os conceitos dos termos foram esclarecidos por Lima (2014), segundo o qual, os *indicadores ambientais* são relativos a um componente ou conjunto de componentes de ecossistemas; os *indicadores de desenvolvimento sustentável* são relativos às dimensões da sustentabilidade, enquanto os *indicadores de desempenho ambiental* traduzem os efeitos das atividades de uma organização sobre o meio ambiente. O autor não traz o conceito de indicador de sustentabilidade, o que é compreensível, visto que este se confunde com o de desenvolvimento sustentável.

No contexto das Instituições de Ensino Superior (IES), os indicadores também são úteis por permitirem uma ideia sumária do funcionamento de dada realidade, conforme Andriola e Araújo (2018, p. 2):

Por um lado, a seleção de um conjunto limitado, mas significativo, de indicadores, permite que se possa ter uma ideia sumária do funcionamento de uma dada realidade, contribuindo, assim, para iluminá-la e compreendê-la de forma mais acurada. Por outra parte, essas características de síntese e de princípio iluminador têm revelado seu valor, especialmente para as pessoas que necessitam contar com informações úteis e confiáveis para a tomada de decisões, como é o caso dos gestores de Instituições de Ensino Superior (IES).

Considerando as IES como organizações que possuem planejamento estratégico, os indicadores possuem o papel de avaliar as ações durante as suas

implementações, observando os resultados estabelecidos em cada meta previamente estipulada (ANDRIOLA, 2004). Portanto, sob esta ótica, os indicadores constituem-se em ferramenta metodologicamente estruturada para obtenção objetiva de informações úteis para a tomada de decisão (ISER; ANDRIOLA; ZANIN, 2021). Assim, o emprego de indicadores configura-se como importante estratégia de auxílio à gestão de IES.

Quanto aos resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) exige dos municípios a definição de indicadores de desempenho. Segundo Cetrulo (2020), Cavalcante (2013), Oliveira, Costa e Cameira (2007), um sistema de medição de desempenho, com indicadores destinados a medição e controle de processos, pode embasar a tomada de decisão sobre o que deve ser melhorado.

2. INDICADORES PROPOSTOS PELO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS)

Há indicadores que auxiliam a gestão de resíduos sólidos elaborados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Criado em 1996, o SNIS é vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Regional e reúne informações sobre os três componentes do saneamento básico: água e esgoto, águas pluviais e resíduos sólidos (SNIS, 2022).

Atualmente o SNIS registra dados sobre resíduos sólidos através de 48 indicadores, cuja divulgação dos resultados deu-se em 2002. Desde então, os indicadores sofreram alterações ao longo dos anos, tanto na composição da lista de indicadores, quanto na forma de cálculo de algum deles. Os indicadores do SNIS são distribuídos em categorias, conforme especificado no Quadro 1.

Quadro 1 - Indicadores propostos pelo SNIS.

INDICADORES SOBRE DESPESAS E TRABALHADORES	
IN001	Taxa de empregados em relação à população urbana
IN002	Despesa média por empregado alocado nos serviços do manejo de RSU
IN003	Incidência das despesas com o manejo de RSU nas despesas correntes da prefeitura
IN004	Incidência do custo dos serviços terceirizados de manejo RSU nas despesas com manejo de RSU
IN005	Auto-suficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU
IN006	Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana
IN007	Incidência de empregados próprios no total de empregados no manejo de RSU
IN008	Incidência de empregados de empresas contratadas no total de empregados no manejo de RSU
IN010	Incidência de empregados gerenciais e administrativos no total de empregados no manejo de RSU
IN011	Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pelo manejo de RSU
INDICADORES SOBRE COLETA DOMICILIAR E PÚBLICA	
IN014	Taxa de cobertura da coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.
IN015	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município
IN016	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana
IN017	Taxa de terceirização do serviço de coleta de (RDO + RPU) em relação à quantidade coletada
IN018	Produtividade média dos empregados na coleta em relação à massa coletada

IN019	Taxa de empregados na coleta (RDO + RPU) em relação à população urbana
IN021	Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana
IN022	Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta
IN023	Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU)
IN024	Incidência do custo do serviço de coleta (RDO + RPU) no custo total do manejo de RSU
IN025	Incidência de (coletadores + motoristas) na quantidade total de empregados no manejo de RSU
IN027	Taxa de coleta de resíduos públicos (RPU) em relação aos resíduos sólidos domésticos (RDO)
IN028	Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO + RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta
INDICADORES SOBRE COLETA SELETIVA E TRIAGEM	
IN030	Taxa de cobertura da coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município.
IN031	Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada
IN032	Massa recuperada per capita de materiais recicláveis em relação à população urbana
IN034	Incidência de papel e papelão no total de material recuperado
IN035	Incidência de plásticos no total de material recuperado
IN038	Incidência de metais no total de material recuperado
IN039	Incidência de vidros no total de material recuperado
IN040	Incidência de outros materiais (exceto papel, plástico, metais e vidros) sobre o material recuperado
IN053	Taxa de material recolhido na coleta seletiva em relação aos resíduos sólidos domésticos coletados
IN054	Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva
INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	
IN036	Massa de RSS coletada per capita em relação à população urbana
IN037	Taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada
INDICADORES SOBRE SERVIÇOS DE VARRIÇÃO, CAPINA E ROÇADA	
IN041	Taxa de terceirização dos varredores
IN042	Taxa de terceirização da extensão varrida
IN043	Custo unitário médio do serviço de varrição (prefeitura + empresas contratadas)
IN044	Produtividade média dos varredores (prefeitura + empresas contratadas)
IN045	Taxa de varredores em relação à população urbana
IN046	Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU
IN047	Incidência de varredores no total de empregados no manejo de RSU
IN048	Extensão total anual varrida per capita
IN051	Taxa de capinadores em relação à população urbana
IN052	Incidência de capinadores no total empregados no manejo de RSU
INDICADORES SOBRE SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	
IN026	Taxa de resíduos sólidos da construção civil coletada em relação à quantidade total coletada
IN029	Massa de RCC per capita em relação à população urbana

Fonte: Adaptado de SNIS (2022).

Os dados coletados nos municípios são consolidados e divulgados em relatórios anuais. O painel de indicadores do SNIS (2022) permite a fácil obtenção de informações sobre a gestão de resíduos sólidos em todo o Brasil.

O SNIS (2022) contém informações sobre a cobertura da coleta domiciliar de resíduos, coleta seletiva, massa coletada e recuperada, informações sobre tratamento e disposição dos resíduos, bem como traz informações financeiras (CARVALHO JR., 2013).

3. INDICADORES UTILIZADOS PELO GREENMETRIC

No âmbito das IES, poucos são os estudos sobre o uso de indicadores para a gestão de resíduos sólidos. Um dos conjuntos de indicadores utilizados pelas instituições são os propostos pelo *ranking UI GreenMetric (Universitas Indonesia)*, que traz a lista das universidades mais sustentáveis, através de critérios específicos (GREENMETRIC, 2020). Os indicadores do GreenMetric são agrupados em seis categorias, a saber:

- a) Ambiente e infraestrutura: esta categoria aborda o detalhamento da configuração de infraestrutura e geográfica das universidades, tais como informações sobre clima, localização em relação à área urbana ou rural e área total dos *campi*. Os indicadores desta categoria tratam, por exemplo, da taxa de área dos *campi* com cobertura vegetal e florestal e da taxa de área espacial em função da população acadêmica total. A partir de 2020, o GreenMetric incorporou nesta categoria indicadores relacionados à pandemia de Covid-19 (GREENMETRIC, 2020);
- b) Energia e mudança climática: consideram o uso de equipamentos com melhor eficiência energética, instrumentos inteligentes e uso de energia renovável. Quanto as mudanças climáticas, os indicadores utilizados abordam a existência de políticas de redução da emissão gases e total de carbono emitido nas universidades e por pessoa (GREENMETRIC, 2020);
- c) Resíduos: os indicadores sobre desperdício e resíduos serão analisados detalhadamente adiante;
- d) Água: avalia a existência de programas de conservação da água, programas de reciclagem e reaproveitamento da água, uso de equipamentos com maior eficiência e o consumo de água reaproveitada. A partir de 2020, incluiu-se um indicador para avaliar o percentual de acréscimo no consumo de água em ações preventivas de higiene das mãos em função da pandemia de Covid-19 (GREENMETRIC, 2020);
- e) Transportes: abordam a quantidade de carros e motos em atividade na universidade, a quantidade de veículos *per capita*, a existência e aplicação de políticas de uso de veículos com emissão zero, a porcentagem de área de estacionamento frente a área total do *campus*, a existência de programas de redução da área de estacionamento na universidade, número de iniciativas para desincentivar o uso de veículos particulares e a existência de locais adequados para caminhadas de pedestres (GREENMETRIC, 2020);

f) Ensino e pesquisa: consideram o número de cursos relacionados à sustentabilidade ofertados na universidade, a porcentagem de cursos relacionados à sustentabilidade frente ao total de cursos ofertados, o total de fundos e recursos financeiros destinados à pesquisas sobre sustentabilidade, a razão entre os recursos destinados às pesquisas sobre sustentabilidade e o total de recursos da universidade, número de publicações acadêmicas sobre sustentabilidade, número de eventos sobre sustentabilidade, existência e publicidade de relatórios de sustentabilidade da universidade, número de atividades culturais no campus, número de serviços e projetos comunitários sobre sustentabilidade envolvendo a participação de estudantes e o número de startups relacionadas à sustentabilidade.

A partir do exposto, objetivou-se organizar e validar um conjunto de indicadores que possa vir a ser usado pela Universidade Federal do Ceará (UFC) com o fito de aprimorar a gestão de resíduos sólidos, conforme as etapas a seguir detalhadas.

4. ELABORAÇÃO DA MATRIZ PRÉVIA DE INDICADORES

Elaborou-se uma matriz prévia de indicadores, partindo-se da lista do SNIS, do *GreenMetric* e dos trabalhos desenvolvidos por Milanez (2002), Polaz (2008), Camargo (2014) e Franceschi (2017), proporcionado, assim, análise qualitativa, com o fito de supressão de indicadores repetidos e incompatíveis com uma IES.

Posteriormente, adotou-se o critério de *compatibilidade dos indicadores para uso em IES*, optando-se por eliminar aqueles que apresentassem temática absolutamente incongruente com as atribuições do ambiente universitário. Neste sentido, pode-se citar a eliminação de indicadores relativos à coleta domiciliar de resíduos, ao mesmo tempo em que foram mantidos indicadores relacionados à varrição, típicos da gestão de resíduos em municípios, uma vez que avaliam os quilômetros de ruas varridos. Como há universidades com grande extensão territorial (algumas com quarteirões, prédios e ruas, áreas rurais, etc.), avaliar os resíduos gerados por varrição poderiam ser considerados relevantes pelos gestores da IES.

Diante do exposto, a matriz prévia de indicadores resultou em 40 indicadores, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Matriz prévia de indicadores para a gestão de resíduos sólidos em IES.

Nº	Descrição do indicador	Fórmula de cálculo
Tema 1: Aspectos econômicos, administrativos e sociais		
01	Taxa de trabalhadores relacionados ao manejo de resíduos sólidos em relação à comunidade acadêmica	Quantidade de trabalhadores relacionados ao manejo de resíduos sólidos na Instituição / Total da população da comunidade acadêmica
02	Despesa média por empregado alocado nos serviços do manejo de resíduos sólidos	Despesa total com manejo de resíduos sólidos / Quantidade de trabalhadores relacionados ao manejo de resíduos sólidos na Instituição
03	Incidência das despesas com o manejo de resíduos sólidos nas despesas correntes da universidade	Total de despesas com manejo de resíduos sólidos / Total de despesas da Instituição
04	Despesa per capita com manejo de resíduos sólidos em relação à comunidade acadêmica	Despesa total com manejo de resíduos sólidos / Total da população da comunidade acadêmica
05	Incidência de trabalhadores gerenciais e administrativos (encarregados) no total de empregados no manejo de resíduos sólidos	Quantidade de trabalhadores gerenciais e administrativos / Quantidade de trabalhadores relacionados ao manejo de resíduos sólidos na Instituição
06	Produtividade média dos empregados na coleta em relação à massa coletada	Quantidade de trabalhadores relacionados ao manejo de resíduos sólidos na Instituição / Quantidade total de resíduos coletados
07	Registro de não utilização de EPI's, colocando os trabalhadores em situações de risco à saúde em atividades vinculadas à gestão dos resíduos sólidos	Quantidade de registros de não utilização de EPI's / ano
08	Existência de programas de capacitação e apoio aos empregados atuantes na gestão de resíduos sólidos	Listar programas de capacitação e apoio aos empregados atuantes na gestão de resíduos sólidos
09	Existência de programas educativos continuados voltados para boas práticas na gestão de resíduos sólidos	Listar programas educativos continuados voltados para boas práticas na gestão de resíduos sólidos
10	Existência estruturação definida da gestão de resíduos sólidos na administração da Instituição	a) SIM b) NÃO
11	Existência de canais de participação popular no processo decisório da gestão dos resíduos sólidos	Listar canais de participação popular
12	Existência de canais de divulgação das informações relativas à gestão dos resíduos sólidos	Listar canais de divulgação
13	Grau de execução de planos de gerenciamento de resíduos sólidos	a) Total; b) parcial; c) não executado
Tema 2: Resíduos coletados e recicláveis		
14	Massa de resíduo sólido coletada <i>per capita</i> em relação à comunidade acadêmica	Quantidade total de resíduos sólidos coletados / Total da população da comunidade acadêmica
15	Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação aos setores da Instituição	Quantidade de unidades acadêmicas contempladas pelo serviço de coleta seletiva / Quantidade total de unidades acadêmicas da Instituição X 100
16	Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total coletada	Quantidade total de materiais recicláveis recuperados / Quantidade total de resíduos sólidos coletados
17	Massa recuperada <i>per capita</i> de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à comunidade acadêmica	Quantidade total de materiais recicláveis recuperados / Total da população da comunidade acadêmica
18	Incidência de papel e papelão no total de material recuperado	Quantidade de papel e papelão recuperados / Quantidade total de materiais recicláveis recuperados X 100
19	Incidência de plásticos no total de material recuperado	Quantidade de plástico recuperado / Quantidade total de materiais recicláveis recuperados X 100
20	Incidência de metais no total de material recuperado	Quantidade de metais recuperados / Quantidade total de materiais recicláveis recuperados X 100
21	Incidência de vidros no total de material	Quantidade de vidros recuperados /

	recuperado	Quantidade total de materiais recicláveis recuperados X 100
22	Incidência de outros materiais (exceto papel, plástico, metais e vidros) no total de material recuperado	Quantidade de outros materiais (exceto papel, papelão, plástico, metais e vidros) recuperados / Quantidade total de materiais recicláveis recuperados X 100
23	Existência de programa de redução do uso de papel e plástico na Instituição	a) SIM b) NÃO
24	Taxa de tratamento de resíduos orgânicos (compostagem/biodigestão) em relação à quantidade total coletada	Quantidade total de materiais orgânicos recuperados / Quantidade total de materiais orgânicos coletados X 100
25	Taxa de tratamento de resíduos orgânicos (compostagem/biodigestão) em relação à comunidade acadêmica	Quantidade total de materiais orgânicos recuperados / Total da população da comunidade acadêmica
26	Existência de programas de logística reversa	a) SIM b) NÃO
27	Taxa de destinação em logística reversa de pilhas e baterias em relação ao total adquirido pela instituição	Quantidade total de pilhas e baterias destinada para logística reversa / Quantidade total de pilhas e baterias adquiridas pela instituição
28	Taxa de destinação em logística reversa de lâmpadas em relação ao adquirido pela Instituição	Quantidade total de lâmpadas destinada para logística reversa / Quantidade total de lâmpadas adquiridas pela instituição
29	Taxa de tratamento de resíduos tóxicos	Quantidade total de resíduos tóxicos tratados / Quantidade total de resíduos tóxicos coletados X 100
30	Quantidade de ocorrências de lançamentos de resíduos sólidos em locais inadequados em um ano	Quantidade de registros de lançamentos de resíduos sólidos em locais inadequados / ano
Tema 3: Resíduos de serviços de saúde		
31	Taxa de resíduos de serviços de saúde coletados em relação à quantidade total coletada	Quantidade de resíduos de serviços de saúde coletados / Quantidade total de resíduos sólidos coletados X 100
32	Massa de resíduos de serviços de saúde coletada per capita em relação à comunidade acadêmica	Quantidade de resíduos de serviços de saúde coletados / Total da população da comunidade acadêmica
Tema 4: Resíduos de varrição, capina e roçada		
33	Taxa de resíduos vegetais no total de material coletado	Quantidade de resíduos vegetais coletados / Quantidade total de resíduos sólidos coletados X 100
34	Custo médio do serviço de varrição de área externa	Despesa total com serviço de varrição de área externa / Área externa total que demanda serviço de varrição
35	Produtividade média dos varredores	Quantidade de resíduos vegetais coletados / Quantidade de trabalhadores envolvidos nos serviços de varrição de área externa
36	Taxa de varredores em relação à comunidade acadêmica	Quantidade de trabalhadores envolvidos nos serviços de varrição de área externa / Total da população da comunidade acadêmica
37	Incidência do custo do serviço de varrição (limpeza de área externa) no custo total com manejo de RSU	Despesa total com serviço de varrição de área externa / Despesa total com manejo de resíduos sólidos
38	Incidência de varredores (área externa) no total de empregados no manejo de RSU	Quantidade de trabalhadores envolvidos nos serviços de varrição de área externa / Quantidade de trabalhadores relacionados ao manejo de resíduos sólidos na Instituição X 100
Tema 5: Resíduos de construção civil		
39	Incidência de resíduos sólidos da construção civil coletados em relação à quantidade total coletada	Quantidade de resíduos da construção civil coletados / Quantidade total de resíduos sólidos coletados X 100
40	Massa de resíduos da construção civil per capita em relação à comunidade acadêmica	Quantidade de resíduos da construção civil coletados / Total da população da comunidade acadêmica

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os indicadores foram agrupados em cinco temáticas, baseando-se na categorização utilizada por Milanez (2002), Polaz (2008), Camargo (2014), Franceschi (2017) e SNIS (2022). A etapa seguinte consistiu na validação dos indicadores por especialistas na área, que atuam como gestores na UFC, constituindo-se, portanto, num estudo de caso (YIN, 2015).

5. VALIDAÇÃO DOS INDICADORES PELOS GESTORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA UFC

O processo de validação dos indicadores ocorreu com os 18 profissionais diretamente relacionados à gestão de resíduos sólidos da UFC, conforme detalhado no Quadro 3.

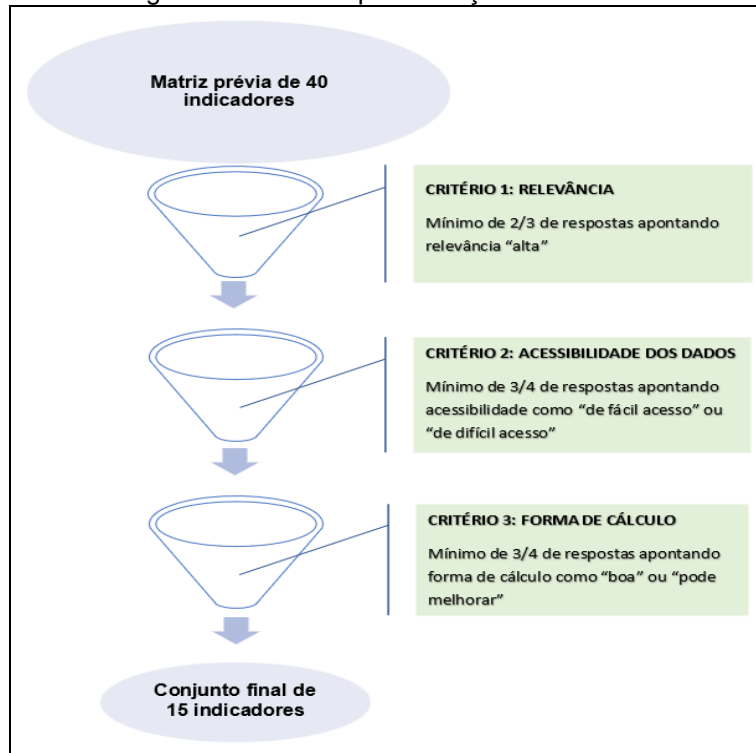
Quadro 3 – Perfil dos gestores participantes da etapa de validação dos indicadores.

	SETOR	FUNÇÃO/ATRIBUIÇÃO	FORMAÇÃO
1	Prefeitura Especial de Gestão Ambiental (PEGA)	Prefeito	Arquitetura
2	Prefeitura Especial de Gestão Ambiental (PEGA)	Educação Ambiental e áreas verdes	Biologia
3	Prefeitura Especial de Gestão Ambiental (PEGA)	Resíduos perigosos	Química
4	Prefeitura Especial de Gestão Ambiental (PEGA)	Resíduos comuns e recicláveis	Engenharia Ambiental
5	Prefeitura Especial de Gestão Ambiental (PEGA)	Reagentes controlados e controles de pragas	Química
6	Prefeitura Especial de Gestão Ambiental (PEGA)	Assist. em Administração	Avaliação de Políticas Públicas
7	Superintendência de Infraestrutura	Superintendente	Engenharia Civil
8	Departamento de Atividades Gerais	Diretor	Engenheiro Mecânico
9	Prefeitura do Campus do Benfica	Prefeito	Engenharia Civil
10	Prefeitura do Campus do Pici	Prefeito	Engenharia Civil
11	Prefeitura do Campus do Porangabuçu	Prefeito	Engenharia Civil
12	Prefeitura do Campus de Crateús	Prefeito	Administrador
13	Prefeitura do Campus do Russas	Prefeito	Engenharia Civil
14	Prefeitura do Campus do Quixadá	Prefeito	Administrador
15	Prefeitura do Campus do Itapajé	Prefeito	Administrador
16	Prefeitura do Campus de Sobral	Prefeito	Engenharia Civil
17	Prefeitura do Campus de Sobral	Assist. em Administração	Direito
18	Prefeitura do Campus de Sobral	Assist. em Administração	Matemática

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As ações voltadas à validação dos 40 indicadores basearam-se nos critérios adotados por Camargo (2014), a saber: *relevância*, *acessibilidade de dados* e *pertinência da forma de cálculo*, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Critérios para seleção dos indicadores.



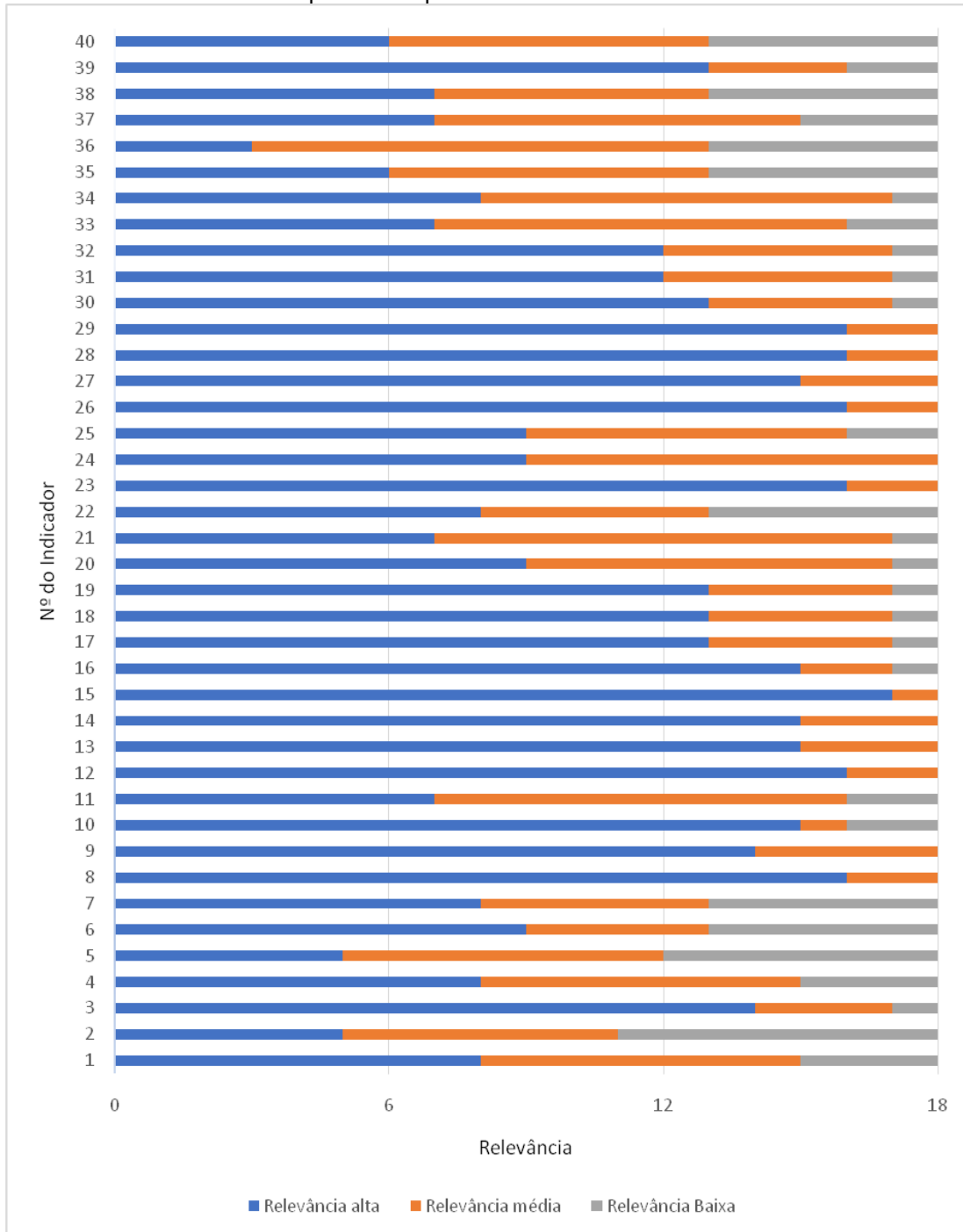
Fonte: Adaptado de Camargo (2014).

Os indicadores selecionados após aplicação dos três filtros foram considerados relevantes, convenientes e aplicáveis na UFC, visto que foram indicados por profissionais diretamente vinculados à gestão de resíduos sólidos na instituição. Houve a exclusão dos indicadores que não alcançaram 2/3 (dois terços) de respostas positivas por parte dos 18 juízes.

5.1. ETAPAS DA VALIDAÇÃO

A matriz prévia de indicadores foi submetida à validação dos 18 gestores, empregando-se os critérios de *relevância*, *acessibilidade dos dados* e *pertinência da forma de cálculo*. Quanto à relevância, havia três opções de respostas: a) baixa; b) média e c) alta. Foram selecionados aqueles indicadores que apresentaram, no mínimo, 2/3 (dois terços) de respostas indicando relevância alta. As respostas dos gestores ao critério *relevância*, estão representadas no Gráfico 1, em que os 40 indicadores que compõem a matriz prévia estão dispostos no eixo Y e os resultados das respostas dos 18 participantes estão representadas no eixo X.

Gráfico 1 – Respostas ao quesito “relevância” dos 40 indicadores.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Segundo o critério estabelecido, 2/3 das 18 respostas equivalem a 12 respostas apontando relevância “alta” para o indicador. Após aplicação do filtro, observou-se que, dos 40 indicadores que constavam na lista inicial, apenas 21 apresentaram *elevada relevância*, segundo análise dos gestores.

Foram considerados irrelevantes os indicadores de aspectos econômicos, tais como: taxa de trabalhadores relacionados ao manejo de resíduos (indicador 01),

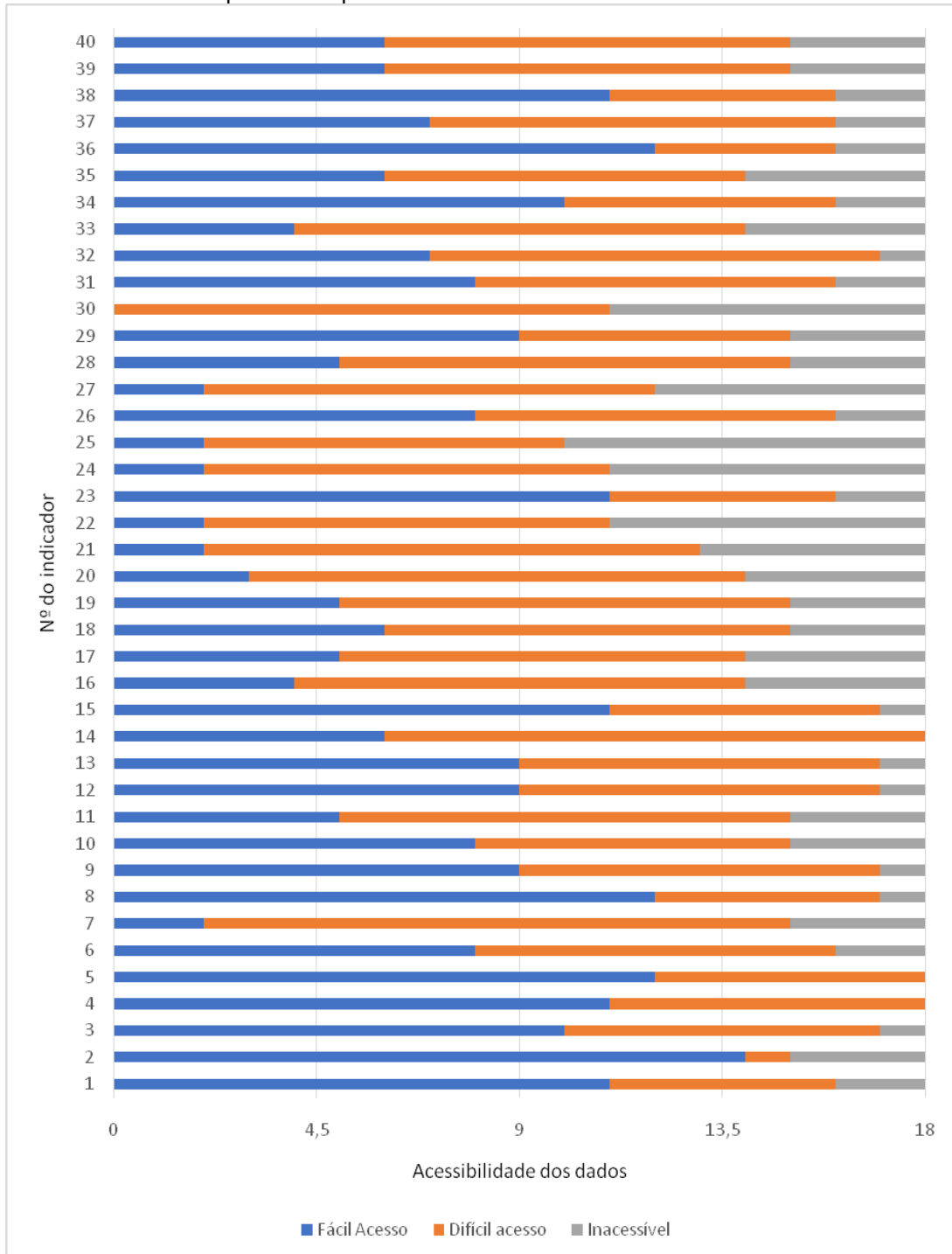
despesa *per capita* com o manejo de resíduos (indicador 04) ou produtividade média dos empregados (indicador 06). Ressalte-se que nenhum indicador da temática “resíduos de varrição, capina e roçada” foi selecionado nessa etapa da pesquisa.

Os indicadores com menor relevância foram: o indicador 02, sobre despesa média por empregado alocado nos serviços de manejo de resíduos sólidos, com 7 respostas de baixa relevância; e o indicador 05, que trata da incidência de trabalhadores gerenciais e administrativos, com 6 respostas apontando baixa relevância.

Já o indicador que apresentou maior relevância, segundo as respostas dos gestores, foi o indicador 15, que aborda a taxa de cobertura do serviço de coleta de seletiva em relação aos setores da instituição. Extrai-se dessa pontuação elevada a preocupação dos gestores no sentido de que a coleta seletiva seja efetiva e abrangente a todos os setores da Instituição.

Quanto ao critério *acessibilidade dos dados*, o questionário apresentou três gradações de respostas: a) inacessíveis; b) de difícil acesso e; c) de fácil acesso. As respostas dos gestores ao referido critério estão representadas no Gráfico 2, em que os 40 indicadores que compõem a matriz prévia estão dispostos no eixo Y e os resultados das respostas dos 18 participantes estão representadas no eixo X.

Gráfico 2 – Respostas ao quesito “acessibilidade dos dados” dos 40 indicadores.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Com base no trabalho de Camargo (2014), utilizou-se como critério de seleção o alcance de um mínimo de 3/4 (três quartos) de respostas que considerarem o indicador como “de fácil acesso”, sendo selecionados, portanto, 34 indicadores.

Optou-se por considerar também os indicadores que os gestores apontaram como de difícil acesso uma vez que, sendo considerados relevantes, é oportuno que a

IES atue para promover a geração desses dados, mesmo que atualmente esse levantamento demande um esforço administrativo e operacional. Ou seja, sendo o indicador relevante para a melhoria da gestão, é pertinente que se promova um esforço para que haja o registro desses dados necessários.

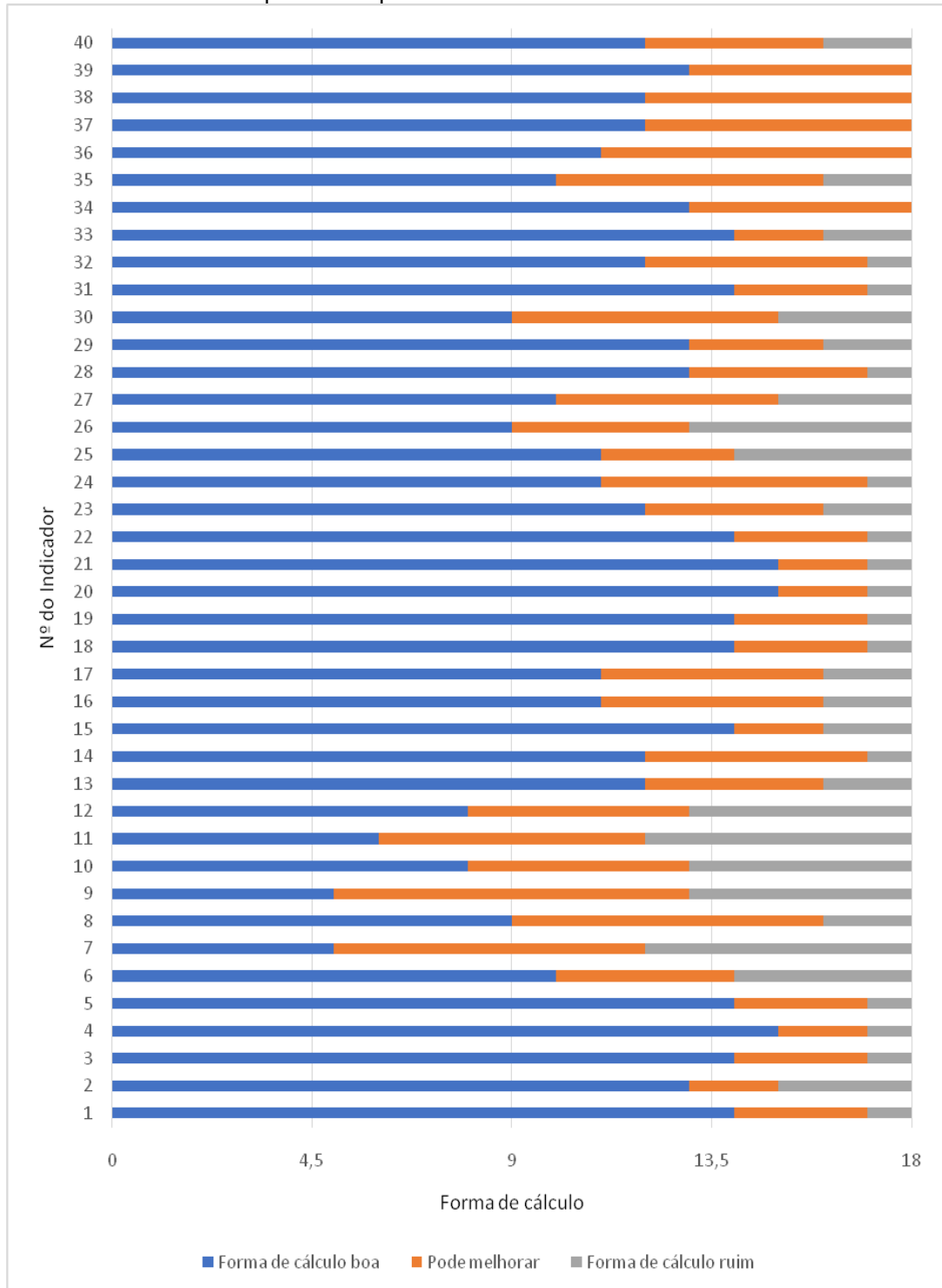
Assim, foram retirados indicadores cujos dados consideraram-se inacessíveis, tais como: incidência de vidros no material recuperado (indicador 21), incidência de outros materiais (indicador 22), taxa de tratamento de resíduos orgânicos em relação à quantidade coletada (indicador 24), taxa de tratamento de resíduos orgânicos em relação à comunidade acadêmica (indicador 25), taxa de destinação de em logística reversa de pilhas e baterias (indicador 27) e quantidade de ocorrências de lançamentos de resíduos em locais inadequados.

Por outro lado, o indicador que possui dados mais acessíveis, segundo a pesquisa, foi o indicador sobre despesa média por empregado alocado nos serviços de manejo de resíduos (indicador 02). Apesar de possuir dados acessíveis, este indicador já foi eliminado por baixa relevância.

Quanto à forma de cálculo, o questionário apresentou três opções de respostas para cada indicador: a) ruim; b) pode melhorar e; c) boa.

Finalmente, quanto à *pertinência da forma de cálculo*, estão representadas no Gráfico 3, em que os 40 indicadores que compõem a matriz prévia estão dispostos no eixo Y e os resultados das respostas dos 18 participantes estão representadas no eixo X.

Gráfico 3 – Respostas ao quesito “forma de cálculo” dos 40 indicadores.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Adaptando-se o critério de corte proposto por Camargo (2014), foram selecionados os indicadores que obtiveram um mínimo de 3/4 (três quartos) no somatório das respostas relativas à forma de cálculo “boa” e “pode melhorar”.

Percebeu-se que os indicadores que não possuíam fórmula matemática expressa, ou que dependiam de listagens, ou cujas respostas eram binárias em “sim” ou “não”, foram evitados pelos juízes, como por exemplo, os indicadores sobre existência de estrutura definida para gestão (indicador 10), existência de canais de participação (indicador 11) ou canais de divulgação (indicador 12). Por outro lado, os indicadores que apresentaram maior pontuação positiva na boa forma de cálculo foram: despesa *per capita* com manejo de resíduos sólidos em relação à comunidade acadêmica (indicador 04), incidência de metais (indicador 20) e incidência de outros materiais (indicador 22).

Por fim, chegou-se a uma lista final de 15 indicadores aprovados pelos gestores participantes da pesquisa, através da aplicação dos filtros dos 3 quesitos (relevância, acessibilidade dos dados e forma de cálculo), cuja lista final, categorizada por temas e com a numeração original, pode ser observada no Quadro 4.

Quadro 4 – Composição final do conjunto de indicadores validados pelos especialistas.

Nº	Descrição do indicador
Tema: Aspectos econômicos, administrativos e sociais	
03	Incidência das despesas com o manejo de resíduos sólidos nas despesas correntes da universidade
08	Existência de programas de capacitação e apoio aos empregados atuantes na gestão de resíduos sólidos
13	Grau de execução de planos de gerenciamento de resíduos sólidos
Tema: Resíduos coletados e recicláveis	
14	Massa de resíduo sólido coletada <i>per capita</i> em relação à comunidade acadêmica
15	Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva em relação aos setores da Instituição
16	Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total coletada
17	Massa recuperada <i>per capita</i> de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à comunidade acadêmica
18	Incidência de papel e papelão no total de material recuperado
19	Incidência de plásticos no total de material recuperado
23	Existência de programa de redução do uso de papel e plástico na Instituição
28	Taxa de destinação em logística reversa de lâmpadas em relação ao adquirido pela Instituição
29	Taxa de tratamento de resíduos tóxicos
Tema: Resíduos de serviços de saúde	
31	Taxa de resíduos de serviços de saúde coletados em relação à quantidade total coletada
32	Massa de resíduos de serviços de saúde coletada <i>per capita</i> em relação à comunidade acadêmica
Tema: Resíduos de construção civil	
39	Incidência de resíduos sólidos da construção civil coletados em relação à quantidade total coletada

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

6. CONCLUSÕES E ENCAMINHAMENTOS

O estudo proporcionou alcançar-se o objetivo de formular um conjunto de indicadores para a gestão de resíduos sólidos em Instituições de Ensino Superior (IES), validando-o junto aos gestores de resíduos sólidos da Universidade Federal do Ceará (UFC). A partir da elaboração de uma matriz prévia com 40 indicadores diretamente relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos ocorreu a validação destes, resultando em um conjunto de 15 indicadores aprovados pelos gestores a partir dos critérios de *relevância, acessibilidade dos dados e parcimônia quanto à forma de cálculo*.

No atual estágio da pesquisa, realizar-se-á o levantamento dos dados organizacionais necessários ao cálculo dos indicadores, de modo a se obter uma séria história desses indicadores, o que permitirá um diagnóstico da situação da UFC quanto à gestão dos seus resíduos sólidos, contribuindo, dessa maneira, com a Gestão Universitária.

Embora se tenha obtido êxito na proposição e validação dos indicadores de gestão de resíduos sólidos, há sérias limitações, consoante Polaz (2008, p. 111), que asseverou:

Como os indicadores são explicitamente voltados para a gestão pública de RSU, a fonte primária de obtenção dos dados foi a própria Prefeitura Municipal de São Carlos. Fatores como a inexistência e a imprecisão das informações, a pulverização dos dados dentro das várias secretarias municipais, assim como a falta de documentação e sistematização por parte do poder público, prejudicaram a aplicação de alguns indicadores.

Neste sentido, vale a ressalva de que, para além da apresentação dos indicadores e o potencial de uso efetivo nas IES, em particular na UFC, a pesquisa possui a função de estimular o debate sobre a gestão de resíduos sólidos e favorecer a melhoria da Gestão Universitária, perseguindo um desenvolvimento cada vez mais sustentável.

Apesar das limitações dos indicadores, em particular desse conjunto validado para a Universidade Federal do Ceará (UFC), convém destacar sua potencialidade para avaliar e monitorar a gestão de resíduos sólidos no interior da referida IFES, bem como os contributos oriundos do seu uso para garantir a sustentabilidade ambiental da instituição, lançando luzes, tal qual farol, sobre as sombras que se acometem sobre essa relevante área, ainda nevrálgica e carente de estudos. Assim sendo, para concluir o texto, realça-se frase atribuída ao filósofo grego

Sócrates (470 a 399 a. C.): *sábio é aquele que conhece os limites da própria ignorância.*

REFERÊNCIAS

ANDRIOLA, Wagner Bandeira; ARAÚJO, Adriana Castro. Relevância do uso de indicadores de gestão para a autoavaliação e o planejamento estratégico de Instituições de Ensino Superior (IES). **Revista Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 24, p. 515 - 533, 2016. Disponível em: <https://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/view/1077>. Acesso em: 16nov. 2022.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira; ARAÚJO, Adriana Castro. Uso de indicadores para diagnóstico situacional de Instituições de Ensino Superior. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 100, p. 645-663, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/vGbnBdjVLkq3J4nhXdKpbw/?lang=pt&format=pdf> . Acesso em 16 nov. 2022.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Avaliação da qualidade educacional da Faculdade de Educação (FACED) da Universidade Federal do Ceará (UFC). **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 62, p. 153-168, jan./mar. 2009.

ANDRIOLA, W. B. Avaliação institucional na Universidade Federal do Ceará (UFC): organização de sistema de dados e indicadores da qualidade institucional. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, v. 9, n. 4, p. 33-54, 2004.

BOTTANI, Norberto. The OECD international education indicators. **Assessment in Education: Principles, Policy & Practice**, v. 1, n. 3, p. 333-50, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0969594940010308> . Acesso em: 16 nov.2022.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578> . Acesso em: 16 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm, Acesso em 12 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Planejamento. **GUIA REFERENCIAL PARA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO E MANUAL PARA CONSTRUÇÃO DE INDICADORES**. Brasília, 2009. 113 p. Disponível em: http://www.gespublica.gov.br/sites/default/files/documentos/guia_indicadores_jun2010.pdf . Acesso em: 12 set. 2020.

CAMARGO, Isadora Vilela de. **Indicadores de sustentabilidade no contexto da Política Nacional de Resíduos Sólidos**: uma proposta para Bragança Paulista-SP.

2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

CARVALHO JUNIOR, Francisco Humberto de. **Estudos de indicadores de sustentabilidade e sua correlação com a geração de resíduos sólidos urbanos na cidade de Fortaleza-CE.** 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

CAVALCANTI, Deborah de Freitas Guimarães. **Aplicação de indicadores de sustentabilidade para avaliar a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos no município de Caucaia – CE ante a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

CETRULO, Natália Molina. **Indicadores de resíduos sólidos em sistemas de avaliação da sustentabilidade local: explorando processos participativos.** 2020. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

FERREIRA, Helder; CASSIOLATO, Martha; GONZALEZ, Roberto. **Uma experiência de desenvolvimento metodológico para avaliação de programas: o modelo lógico do programa segundo tempo.** Texto para discussão 1369. Brasília: IPEA, 2009. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1369.pdf. Acesso em: 08 nov. 2022.

FRANCESCHI, Flávio Roberto Araújo de. **A proposição e a avaliação da aplicação de indicadores de desempenho para planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos na Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré (UGRHI-13).** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências: Hidráulica e Saneamento) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

GREENMETRIC. **About.** Indonesia, 2020. Disponível em: <http://greenmetric.ui.ac.id/>. Acesso em: 08 nov. 2020.

ISER, Fábio; ANDRIOLA, Wagner Bandeira; ZANIN, Rodrigo Bruno. Validação de indicadores de desempenho da gestão da graduação na Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT). *In: Congresso de Administração, Sociedade e Inovação, XIII, 2021, Rio de Janeiro. Anais [...].* Rio de Janeiro. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/330204.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2022

LIMA, Gustavo F. da Costa. A institucionalização das políticas públicas e da gestão ambiental no Brasil: avanços, obstáculos e contradições. *In: CUNHA, Belinda Pereira da; AUGUSTIN, Sérgio (org.). Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais.* Caxias do Sul: EducS, 2014.

MILANEZ, B. **Resíduos Sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, 2002.

OCDE. **Rumo a um Ambiente Sustentável: Indicadores Ambientais.** Salvador: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2002.

OLIVEIRA, André Ribeiro de. COSTA, Bruno Santos Ribeiro da. CAMEIRA, Renato Florido. **Proposta para Concepção de um Sistema de Medição de Desempenho Orientado por Processos:** Aplicação em uma Prestadora de Serviços de Suporte Operacional. 2007. Trabalho apresentado no XIV Simpósio de Engenharia de Produção. 2007, São Paulo.

OLIVEIRA, Carlos Alex Martins; MOTA, João; FREITAS, Gisele Azevedo de Araújo; ANDRIOLA, Wagner Bandeira; SILVA, Thomaz Edson Veloso. Um novo indicador para avaliar o insucesso dos alunos de graduação do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC): um estudo comparativo de 2015.1 a 2022.2. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 1-19, 2023.

POLAZ, Carla Natacha Marcolino. **Indicadores de sustentabilidade para gestão de resíduos sólidos urbanos** (188f). Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

SNIS. **Institucional.** Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/institucional>. Acesso em: 25 fev. 2022.

YIN, Robert. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.