



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

JANELANE COELHO DA ROCHA

DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL
PARA RIOS URBANOS E SUA APLICAÇÃO AO RIO COCÓ – FORTALEZA,
CEARÁ.

FORTALEZA

2024

JANELANE COELHO DA ROCHA

DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA
RIOS URBANOS E SUA APLICAÇÃO AO RIO COCÓ – FORTALEZA, CEARÁ.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Desenvolvimento e Meio
Ambiente da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Área de concentração: Proteção Ambiental e
Gestão de Recursos Naturais.

Orientador: Prof.º Dr. Rivelino Martins
Cavalcante

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- R573d Rocha, Janelane Coelho da.
Determinação de indicadores de sustentabilidade ambiental para rios urbanos e sua aplicação ao rio Cocó – Fortaleza, Ceará / Janelane Coelho da Rocha. – 2024.
120 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Rivelino Martins Cavalcante.
1. Qualidade da água. 2. Recurso hídrico. 3. Indicador. I. Título.

CDD 333.7

JANELANE COELHO DA ROCHA

DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA
RIOS URBANOS E SUA APLICAÇÃO AO RIO COCÓ – FORTALEZA, CEARÁ.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Desenvolvimento e Meio
Ambiente da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Proteção Ambiental e
Gestão de Recursos Naturais.

Orientador: Prof.º Dr. Rivelino Martins
Cavalcante

Aprovada em: 22 / 11 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dr. Rivelino Martins Cavalcante (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Dra. Janaina Lopes Leitinho

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profº . Dr. Michael Barbosa Viana

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico ao meu filho ou filha (*in memoriam*), foi uma honra ter sido seu abrigo durante sete semanas. Infelizmente não pude carregá-lo (a) em meus braços, mas te carregarei para sempre em meu coração. Obrigada meu anjo, por ter me dado forças para continuar e concluir essa etapa. Foi por você e para você.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, pelo dom da vida e por guiar-me e sustentar-me no decorrer desta trajetória. A Nossa Senhora de Fátima e a Santa Terezinha, por terem sido meu consolo e amparo nos momentos de incertezas e aflições.

As três mulheres mais especiais da minha vida, que são exemplos de força, honestidade, determinação, resiliência e amor, minha mãe Rosa Coelho da Rocha e minhas irmãs Solange e Naele. Ressalto que a Naele, esteve ao meu lado e contribuiu desde a fase do projeto, então essa conquista é sua também!

Ao meu pai Amancio Tomaz e meus irmãos Amancio, Raniê (*in memoriam*) e Anderson, agradeço também a minha Tia Maria de Lourdes e o meu Sobrinho e Afilhado Victor Ruan, que sempre me apoiaram e torceram por minhas conquistas.

Aos meus filhinhos de quatro patas (gatos) Demétrius, Petrus e Katrina, pelo carinho e companheirismo.

Ao meu namorado José Sancley, pelo amor e dedicação em tornar os dias mais leves e felizes.

As minhas amigas: Marina, Marilângela, Patrícia, Magda, Mônica e Eliê e aos amigos: Macson, Carlos Eduardo (Cadu), Edson e Tiago Bessa, pela amizade, ensinamentos e suporte.

Ao meu orientador, Professor Rivelino Martins Cavalcante, pela orientação e contribuição para o desenvolvimento e conclusão desta pesquisa.

A Professora Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima (UFC) e aos Professores Francisco de Assis de Souza Filho (UFC), Fernando José Araújo da Silva (UFC) e Fábio de Oliveira Matos (UFC), pelas contribuições e sugestões que foram primordiais para a pesquisa.

A Superintendência Estadual do Meio Ambiente, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE e a Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos pela disponibilização dos dados necessários para o desenvolvimento desta Dissertação.

Enfim, gratidão a todos que contribuíram e me apoiaram de alguma forma ao longo desse Mestrado.

RESUMO

A pesquisa se propôs a construir um sistema de indicadores de sustentabilidade ambiental para rios urbanos e aplicá-lo ao rio Cocó, objetivando verificar sua sustentabilidade ambiental, para isso partimos do pressuposto de que se o manancial possuir condições de cumprir com suas funções, este poderia ser considerado sustentável. Para alcançar os objetivos adotou-se o seguinte percurso metodológico: levantamento bibliográfico para a pré-seleção dos indicadores de sustentabilidade ambiental que iriam compor a Matriz Preliminar, validação dos indicadores por meio da aplicação do Método Delphi a um grupo de especialistas e técnicos e aplicação de estatística descritiva e cálculo do Alfa Cronbach. Inicialmente foram pré-selecionados 56 indicadores distribuídos nas dimensões: ambiental/ecológica, ambiental/saneamento, ambiental/recursos hídricos, social, econômica e institucional. Foram executadas duas rodadas do método Delphi, na primeira contamos com a participação de 42 especialistas/técnicos e na segunda 23 especialistas. Para a escolha dos indicadores que passariam da primeira para a segunda rodada, foi adotado o número de consenso maior ou igual a 60%. Após as respostas de ambas as rodadas foi empregada a estatística descritiva, além da avaliação da consistência interna das respostas dos formulários por meio da aplicação do coeficiente Alfa de Cronbach. Como resultados obtivemos uma matriz de indicadores de sustentabilidade para rios urbanos, composta por 09 indicadores e pelas dimensões: ambiental/saneamento ambiental, ambiental/qualidade da água e institucional, a qual foi construída por especialistas e técnicos de áreas multidisciplinares e com vasto conhecimento teórico e técnico na área de recursos hídricos. E ao aplicarmos os indicadores Índice de Estado Trófico e taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes (% das amostras), constatou-se que manancial atualmente não dispõe de condições de cumprir com suas funções, dentre as quais abastecimento de água e uso recreacional, o que conforme o pressuposto utilizado na pesquisa o tornaria insustentável.

Palavras-chave: qualidade da água. recurso hídrico. indicador.

ABSTRACT

The research proposed to build a system of environmental sustainability indicators for urban rivers and apply it to the Cocó River, aiming to verify its environmental sustainability. To this end, we assumed that if the water source is able to fulfill its functions, it could be considered sustainable. To achieve the objectives, the following methodological approach was adopted: bibliographical survey for the pre-selection of environmental sustainability indicators that would compose the Preliminary Matrix, validation of the indicators through the application of the Delphi Method to a group of experts and technicians, and application of descriptive statistics and calculation of Cronbach's Alpha. Initially, 56 indicators were pre-selected, distributed in the following dimensions: environmental/ecological, environmental/sanitation, environmental/water resources, social, economic and institutional. Two rounds of the Delphi method were carried out; in the first round, 42 experts/technicians participated and in the second, 23 experts. To select the indicators that would be transferred from the first to the second round, a consensus number greater than or equal to 60% was adopted. After the responses from both rounds, descriptive statistics were used, in addition to the assessment of the internal consistency of the responses on the forms by applying Cronbach's alpha coefficient. As a result, we obtained a matrix of sustainability indicators for urban rivers, composed of 09 indicators and the following dimensions: environmental/environmental sanitation, environmental/water quality and institutional, which was constructed by specialists and technicians from multidisciplinary areas and with extensive theoretical and technical knowledge in the area of water resources. And when applying the indicators Trophic State Index and water compliance rate in relation to the Thermotolerant Coliforms parameter (% of samples), it was found that the water source currently does not have the conditions to fulfill its functions, including water supply and recreational use, which, according to the assumption used in the research, would make it unsustainable.

Keywords: water quality. water resource. Indicator.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Representação das diferentes formas de agregação de dado.....	19
Figura 2	– Localização das Estações de Tratamento de Esgoto 01, 02, 03 e dos Pontos de Coleta.....	25
Figura 3	– Localização das Estações de Tratamento de Esgoto 04, 05, 06, 07 e 08 e dos pontos de coleta PT 04, PT 05 e lixão do Jangurussu.....	26
Figura 4	– Localização dos pontos de coleta PT 06, PT 07, PT 08, PT 09 e PT 10	26
Figura 5	– Identificação dos locais de coleta no rio Cocó.....	27
Figura 6	– Identificação dos locais de coleta no rio Cocó – E: PT 05; F: PT 06; PT 07 e H: PT 08.....	28
Figura 7	– Identificação dos locais de coleta no rio Cocó – I: PT 09 e J: PT 10.....	28
Figura 8	– Gráfico de Concentração de DBO nos pontos monitorados pela SEMACE.....	29
Figura 9	– Gráfico de Concentração de OD nos pontos monitorados pela SEMACE	30
Figura 10	– Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó.....	33
Figura 11	– Impactos ambientais encontrados no rio Cocó.....	34
Figura 12	– Fluxograma com as etapas de Aplicação do Método Delphi.....	43
Figura 13	– Gráfico representando o quantitativo de pessoas por Formação Acadêmico.....	44
Figura 14	– Gráfico de Distribuição das respostas por grupo de formação acadêmica	45
Figura 15	– Gráfico representando o quantitativo de pessoas por último nível acadêmico.....	46
Figura 16	– Gráfico da distribuição das respostas o último nível de Formação Acadêmica.....	46
Figura 17	– Distribuição das respostas por grupo de ocupação atual.....	47
Figura 18	– Função personalizada para cálculo do número de consenso no Rstudio..	54
Figura 19	– Distribuição das respostas por grupo de formação acadêmica.....	60

Figura 20 – Distribuição das respostas por grupo do último nível de formação.....	61
Figura 21 – Distribuição das respostas por grupo de ocupação atual.....	62
Figura 22 – Mapa representativo da situação dos sistemas de esgotamento sanitário das sub-bacias do rio Cocó.....	71
Figura 23 – Gráfico representando o Índice de Estado Trófico.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Representação das funções de um rio.....	21
Quadro 2	– Localização das Estações de Tratamento de esgoto que lançam efluente no rio Cocó e ou afluentes.....	24
Quadro 3	– Localização dos Pontos de Monitoramento do rio Cocó.....	25
Quadro 4	– Mosaico de Unidades de Conservação.....	31
Quadro 5	– Estudos que embasaram a escolha das dimensões e dos indicadores para a matriz preliminar.....	36
Quadro 6	– Indicadores que irão compor a matriz preliminar de indicadores de sustentabilidade ambiental.....	37
Quadro 7	– Indicadores que irão compor as dimensões econômica, institucional e social da matriz preliminar de indicadores de sustentabilidade ambiental.....	39
Quadro 8	– Agrupamento por Formação Acadêmica.....	45
Quadro 9	– Estatística descritiva dos indicadores da 1ª Rodada do Método Delphi.....	48
Quadro 10	– Cálculo do número de consenso da 1ª Rodada do Delphi.....	54
Quadro 11	– Estatística descritiva da 2ª Rodada do Método Delphi.....	62
Quadro 12	– Cálculo do Número de consenso dos indicadores da 2ª Rodada.....	66
Quadro 13	– Dimensões e indicadores de sustentabilidade selecionados.....	70
Quadro 14	– Distribuição da cobertura e tratamento a níveis de município, Estado e País.....	72
Quadro 15	– Classificação do Estado Trófico para Rios.....	74
Quadro 16	– Localização dos Pontos de Monitoramento do rio Cocó.....	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Distribuição do território do PEC pelos municípios abrangidos.....	31
Tabela 2	– Distribuição dos Indicadores por dimensão.....	41
Tabela 3	– Agrupamento da ocupação atual.....	47
Tabela 4	– Classificação do Alfa de Cronbach.....	58
Tabela 5	– Coeficiente alfa de Cronbach para cada dimensão.....	59
Tabela 6	– Coeficiente alfa de Cronbach para cada dimensão.....	68
Tabela 7	– Percentual de consistência das respostas para cada respondente.....	69

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento
APP	Área de Preservação Permanente
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
COGERH	Companhia de Gereciamento dos Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQA	Índice de Qualidade da Água
IET	Índice de Estado Trófico
ODS	Objetivo do Desenvolvimento Sustentável
NC	Número de Consenso
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SEUMA	Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Objetivos.....	16
1.1.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	16
1.1.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade Ambiental.....	16
2.2	Indicadores e Indicadores de Sustentabilidade Ambiental.....	18
2.3	Rios urbanos e suas funções.....	21
2.4	Indicadores de Sustentabilidade para rios urbanos.....	22
2.5	Rio Cocó e o Parque do Cocó.....	23
3	METODOLOGIA.....	32
3.1	Caracterização da área de estudo.....	32
3.2	Definição das dimensões e dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental que irão compor a Matriz Preliminar.....	34
3.3	Construção do Formulário e Escolha dos Especialistas.....	40
3.4	Aplicação do Método DELPHI.....	42
3.4.1	<i>Aplicação da 1ª Rodada do Método Delph.....</i>	43
3.4.1.1	<i>Caracterização e distribuição das respostas dos participantes.....</i>	44
3.4.1.2	<i>Análise descritiva dos indicadores da 1ª Rodada.....</i>	48
3.4.1.3	<i>Cálculo do Número de Consenso da 1ª Rodada.....</i>	54
3.4.1.4	<i>Aplicação do Coeficiente Alfa de Cronbach – 1ª Rodada.....</i>	58
3.4.2	<i>Aplicação da 2ª Rodada do Método Delphi.....</i>	60
3.4.2.1	<i>Análise descritiva dos indicadores da 2ª Rodada.....</i>	62
3.4.2.2	<i>Cálculo do Número de Consenso da 2ª Rodada.....</i>	66
3.4.2.3	<i>Aplicação do Coeficiente Alfa de Cronbach – 1ª Rodada.....</i>	68
4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	70
4.1	Aplicação dos Indicadores de Sustentabilidade ao Rio Cocó.....	70
4.1.1	<i>Indicadores da Dimensão Ambiental/Saneamento Ambiental.....</i>	70
4.1.2	<i>Indicadores da Dimensão Ambiental/ Qualidade das águas.....</i>	73
4.1.3	<i>Indicadores da Dimensão Institucional.....</i>	79
4.2	Indicadores de Sustentabilidade sugeridos pelos participantes.....	80

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
	REFERÊNCIAS	84
	APÊNDICE A - FORMULÁRIO PARA DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE RIOS URBANOS.....	91
	APÊNDICE B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA.....	102
	APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	106
	APÊNDICE D - AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA Nº 07/2023 – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA – SEMA.....	108
	APÊNDICE E - LISTA COM A FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS PARTICIPANTES DO MÉTODO DELPHI.....	110
	APÊNDICE F - LISTA DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DA CAGECE QUE LANÇAM ESGOTO NO RIO COCÓ.....	115

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios das civilizações até o surgimento dos grandes centros urbanos, o homem buscou residir próximo às margens dos rios, com o propósito de facilitar o atendimento das suas necessidades como: abastecimento humano, dessedentação de animais, irrigação, usos recreativos, transporte e descarte de resíduos (Coelho, 2013).

Todavia, esse processo de expansão e desenvolvimento das cidades ocorreu sob a ótica do homem em explorar e dominar os recursos naturais, a fim de satisfazer suas necessidades, fossem elas primárias ou supérfluas, sem ter qualquer preocupação quanto aos possíveis impactos gerados ao meio ambiente (Herzog, 2013).

Contudo, atrelado a ausência de normas de planejamento de uso e ocupação do solo e a inexistência de infraestrutura sanitária, acarretou no atual estágio de degradação dos corpos hídricos urbanos. O que conforme Zhang *et al.*, (2019), contribuiu para o declínio das funções naturais e econômicas dos rios urbanos.

Ao perder suas funções, os rios passaram a ser enxergados pela população como berço dos problemas socioambientais urbanos, precursores de doenças de veiculação hídrica, erosão, enchentes, local de disposição de resíduos sólidos e efluentes líquidos. Para Baptista, (2013), isso se justifica, pois a sociedade percebe os rios conforme o papel que desempenham junto às mesmas.

Na visão de Barreto (2017), as questões referentes à gestão e o gerenciamento dos recursos hídricos e de quaisquer outra problemática ambiental, que tenha como princípio o planejamento urbano territorial, requer o uso de ferramentas que possibilitem construir um retrato da realidade a ser analisada e a quantificação dos impactos ambientais, a fim de direcionar as ações do Estado e da sociedade civil.

Essas ferramentas são os indicadores de sustentabilidade que surgiram por uma demanda da sociedade em dispor de instrumentos que fossem capazes de operacionalizar e mensurar as metas e objetivos para alcançar a sustentabilidade (Bellen, 2004).

Diante disso, propõe-se construir um sistema de indicadores de sustentabilidade ambiental para rios urbanos e aplicá-lo ao rio Cocó, objetivando identificar as condições de sustentabilidade ambiental deste manancial e fornecer subsídios para a elaboração de políticas públicas que visem sua melhoria.

A escolha do rio Cocó, justifica-se por sua importância dentro do sistema hídrico de Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, o qual drena cerca de 60% da Região Metropolitana de Fortaleza (COGERH, 2010). O rio Cocó é detentor de uma

grande relevância ambiental, pois perpassa por diversas Unidades de Conservação (UC's), dentre as quais, o Parque Ecológico do Cocó, considerado o maior parque natural urbano das Regiões Norte e Nordeste e o 4º da América Latina (SEMA, 2017).

Apesar disso, este manancial encontra-se submetido desde as suas nascentes até seu estuário em estado de degradação. Além de desmatamento da mata ciliar, ocupação irregular nas áreas de APP, disposição inadequada de resíduos sólidos e efluentes, bem como impactos ocasionados pelo antigo lixão do Jangurussu.

Acreditamos que a pesquisa terá relevância ambiental, pois permitirá a elaboração de um retrato da atual da situação do rio Cocó, possibilitando identificar se o rio encontra-se cumprindo com as suas funções e assim alcançar o propósito da pesquisa.

Contribuiu ainda socialmente, pois através da construção da matriz de indicadores de sustentabilidade os tomadores de decisão contaram com o aporte teórico para a elaboração e a implantação de políticas públicas que busquem alternativas para promover a melhoria das condições ambientais do manancial e da qualidade de vida das pessoas.

Esta pesquisa encontra-se dividida em seis partes, onde na primeira temos a introdução, que aborda a relevância dos rios urbanos para a sociedade e a necessidade de desenvolver ferramentas capazes de promover o monitoramento destes corpos hídricos rumo a sua sustentabilidade ambiental. Na segunda temos o objetivo geral e específicos a serem alcançados pelo estudo.

Na sequência partimos para a terceira parte que refere-se ao referencial teórico, que trata dos temas desenvolvimento sustentável, sustentabilidade, indicadores de sustentabilidade, rios urbanos e suas funções. Na quarta temos a metodologia, neste detalhou-se as etapas de construção do formulário com os indicadores, escolha dos participantes e aplicação do método delphi.

Na quinta promovemos a discussão dos resultados, que refere-se à aplicação junto ao rio Cocó daqueles indicadores de sustentabilidade ambiental definidos na técnica Delphi ao rio Cocó. E na sexta e última temos as considerações finais e as sugestões para futuras pesquisas e para finalizar tem-se as referências bibliográficas, anexos e apêndices.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Construir uma Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para Rios Urbanos e aplicá-la no rio Cocó, com o intuito de identificar as suas condições de sustentabilidade ambiental e assim fornecer informações que possam fomentar a elaboração de políticas públicas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Selecionar os indicadores preliminares que irão compor a Matriz Preliminar de Indicadores por meio de levantamento bibliográfico;
- Validar o Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental por meio do Método Delphi, aplicado a um grupo de especialistas e técnicos com vasto conhecimento na temática de recursos hídricos e sustentabilidade;
- Utilizar o Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para identificar se o rio Cocó apresenta capacidade de atender às suas funções, e com isso avaliarmos se a suas condições de sustentabilidade;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade ambiental

Com o advento da revolução industrial e acentuado pelo fim da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), os países desenvolvidos se viram em uma corrida frenética em busca do crescimento econômico. Movidos pelo desejo e a necessidade de reconstruir seus territórios e guiados pela ideia de que a natureza era detentora de recursos naturais inesgotáveis, o homem passou a explorar esses recursos indiscriminadamente com a finalidade de atender a demanda de insumos para as indústrias (Barbieri, 2020).

Neste mesmo período, o setor industrial vislumbrava apenas o aumento da produção e a maximização dos lucros, não havendo a mínima preocupação quanto à possível geração de impactos ambientais, decorrentes da emissão de poluentes líquidos, sólidos e gasosos. Além disso, inexistia medida de controle, resultando no aumento e no agravamento dos desastres ambientais que passaram a ganhar abrangência mundial.

A partir da década de 1970, intensificou-se a atenção da sociedade para os problemas ambientais, impulsionada sobretudo pelo risco de escassez dos recursos naturais. Tal cenário despertou preocupação global e motivou a inclusão definitiva dessa temática nas discussões internacionais (Barbieri, 2020).

Nesse contexto, destaca-se a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, promovida pela Organização das Nações Unidas, em Estocolmo, no ano de 1972. O evento representou um marco inicial para o aprofundamento dos estudos sobre as interações entre seres humanos e natureza (Boff, 2017).

Outro avanço significativo ocorreu com a divulgação do Relatório Brundtland, em 1987, documento que introduziu formalmente o conceito de desenvolvimento sustentável. Nele, definiu-se esse processo como aquele capaz de suprir as necessidades presentes sem comprometer as possibilidades das futuras gerações, formulação que se tornou amplamente difundida (Lacerda; Cândido, 2013).

A partir dessa conceituação, emergiu a necessidade de elaborar instrumentos que permitissem acompanhar e avaliar, de forma objetiva, o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável, tornando esse ideal mais concreto e operacionalizável (Bellen, 2006).

Como resposta a essa demanda, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio 92, resultou na formulação da Agenda 21 Global. O documento instituiu os indicadores de desenvolvimento sustentável (ODS), concebidos para mensurar a sustentabilidade e subsidiar decisões de gestores e formuladores de políticas (Philippi; Malheiros, 2012).

No que tange a esses indicadores, a Agenda 21 Global em seu Capítulo 40, trata do processo de informação para a tomada de decisões, e estabelece as seguintes características:

Os indicadores comumente utilizados, como o produto nacional bruto (PNB) e as medições dos fluxos individuais de poluição ou de recursos, não dão indicações adequadas de sustentabilidade. É preciso desenvolver indicadores do desenvolvimento sustentável que sirvam de base sólida para a tomada de decisões em todos os níveis e que contribuam para uma sustentabilidade auto-regulada dos sistemas integrados de meio ambiente e desenvolvimento (AGENDA 21 GLOBAL, pág.386).

Embora a literatura não apresente um consenso definitivo sobre o conceito de desenvolvimento sustentável, há princípios amplamente reconhecidos como fundamentais. Entre eles, destacam-se a redução dos níveis de poluição, a erradicação da pobreza, o uso responsável dos bens e recursos naturais e a garantia de justiça e equidade no tratamento das pessoas (Philippi; Malheiros, 2012).

Porém, na visão de Van Bellen (2006), mesmo na inexistência de consenso quanto

a definição do termo de desenvolvimento sustentável, é imprescindível a construção de ferramentas que possibilitem a medição da sustentabilidade de um determinado sistema.

Acerca do conceito de desenvolvimento sustentável, nesta pesquisa propusemo-nos a adotar o mesmo Relatório Brundtland (1987), “o desenvolvimento que atenda as necessidades das gerações atuais sem comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras”

Na sequência adentramos numa breve definição do conceito de sustentabilidade ambiental, iniciando por Barbieri (2020, p. 47), este informa que o conceito surgiu na Biologia e partia do pressuposto que a exploração continua dos recursos renováveis só era passível de acontecer dentro dos limites de recuperação daquele recurso em um determinado período tempo. O mesmo autor acrescenta que na época do advento do termo sustentabilidade ambiental o propósito era promover a minimização do uso dos recursos naturais e assim garantir o bem estar da sociedade.

Para Veiga (2010) apud Ignacy Sanchs, ao tratarmos de sustentabilidade não devemos nos restringir apenas às reservas e transferências de recursos naturais e de bens econômicos, mas sim devem ser incluídas questões culturais, sociais, políticas e institucionais.

Tratando ainda do conceito de sustentabilidade, o pesquisador Boff (2017) é bem mais abrangente, conforme descrito a seguir

A sustentabilidade significa o conjunto dos processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade da Mãe terra, a preservação de seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitem a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações, e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões (Boff, p..12, 2017)

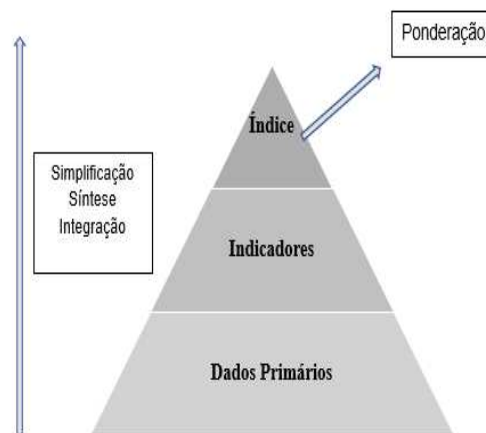
2.2 Indicadores e indicadores de sustentabilidade ambiental

A expressão "indicador" advém do latim do verbo *indicare*, que denota o sentido de revelar ou apontar algo (Hammond et al.1995). Os indicadores são construídos por dados brutos que ao serem trabalhados se tornam informações acessíveis e quantificáveis (Magalhães, 2010). Sendo assim, um dado em si, não se configura como um indicador, para isso se faz necessário deixar de ser apenas um número e uma medida, e passar a ser representativo da realidade.

Normalmente ocorrem dúvidas entre os conceitos de indicador e índice. Contudo, cabe destacar que “índice se refere a um conjunto de parâmetros ou de indicadores agregados ou ponderados que descrevem uma situação” (Cerqueira, 2008, p.45).

Como forma de exemplificar o exposto tem-se a abaixo a Figura 1, a qual representa as diferentes formas de agregação de dados, onde temos inseridos na base, os dados em sua forma original e chegando ao topo, encontramos os índices que se constituem como uma síntese e integração de dados.

Figura 1 – Representação das diferentes formas de agregação de dados.



Fonte: Magalhães, 2008.

Nesta pesquisa decidiu-se por trabalhar com indicadores e não por construir índices. Um dos pontos que embasou a decisão foi a existência de um certo grau de arbitrariedade ocorrida no momento de se fazer as ponderações para a construção dos índices (Magalhães, 2007). Outra limitação consiste na ineficiência de identificação e previsão frente ao enfrentamento de problemas (Cerqueira, 2008).

Retornando ao assunto dos indicadores, tanto podem ser do tipo quantitativo, constituído por variáveis, ou qualitativos, constituídos a partir de observações/percepções. (Minayo, 2009). “Um indicador deve refletir algo cujo monitoramento seja relevante para a sociedade” (Magalhães, 2010, p. 53).

Os indicadores têm ganhado destaque nos discursos acadêmicos e políticos quanto ao seu uso como instrumento de operacionalização da busca pelo alcance do desenvolvimento sustentável, tendo em vista a sua capacidade de gerenciar as relações complexas entre homem e meio ambiente (Borgnas, 2016).

Estes têm se consolidado como ferramentas relevantes a serem aplicadas nos estudos que envolvem territórios, pois são eficazes para solucionar os problemas decorrentes da ausência ou inexistência de planejamento ambiental e ordenação do uso e ocupação do solo

(Sales, 2019).

Se tratando especificamente dos indicadores de sustentabilidade, na visão de Farias *et al.*, (2019) se constituem como um instrumento capaz de quantificar e monitorar os eventos e as relações complexas que ocorrem em um determinado sistema/processo num dado período de tempo e têm como princípio a busca pelo desenvolvimento sustentável.

Na concepção de Van Bellen, (2006) o atributo que difere os indicadores das demais fontes de informações consiste na sua capacidade de construir informações confiáveis e precisas, que servirão como subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas por parte dos tomadores de decisão.

Conforme Borgnäs, (2016), essas informações podem ser utilizadas de diversas maneiras, como nas áreas do monitoramento, avaliação e por meio da promoção de um recorte da situação atual de um ambiente ou processo.

Contudo, ao se trabalhar com os indicadores de sustentabilidade deve-se ter muita atenção, sendo que uma das etapas cruciais é a de seleção. Pois, caso não seja bem feita, resultará em indicadores inapropriados, os quais inviabilizarão o alcance dos objetivos pretendidos (Bellen, 2002).

Na concepção de Felinto (2017), existem três aspectos primordiais para a escolha de bons indicadores de sustentabilidade, são eles: possibilitar uma visão das condições ambientais, ser de fácil interpretação/acesso e possuir dados confiáveis.

Para Cerqueira (2008), para atingir seu propósito o indicador deve possuir as seguintes características: relevância, cientificamente consistente, viável; eficaz; pragmático, acessível, compreensível, mensurável ou verificável, preditivo e ético.

Outro ponto que necessita atenção é garantir que esses indicadores possam ser acessados facilmente pela sociedade e pelos tomadores de decisão, não esquecendo que se faz necessário garantir a frequência na produção e divulgação dos dados. Deve-se também ter consciência do fato de que os indicadores não são informações absolutas no espaço e no tempo, mas sim, um retrato de uma situação em um determinado tempo (Philippi; Malheiros, 2012).

Inclusive isso acaba sendo uma das objeções que as pessoas têm quanto ao uso dos indicadores, todavia qualquer método que envolva mensuração, acaba não sendo uma representação autêntica da realidade. Os esforços devem-se concentrar na redução desse hiato, na aproximação da realidade (Magalhães, 2010).

2.3 Rios urbanos e suas funções

Rio urbano é aquele que se encontra inserido dentro dos limites de uma cidade e que sofre os impactos do processo de urbanização, os quais, os transformaram em canais de drenagem de esgotos e resíduos sólidos (Cerqueira, 2008).

Conforme Tucci, (2008), os principais problemas relacionados com a infra-estrutura de água no ambiente urbano são: inexistência e ou ineficácia dos sistemas de tratamento de esgoto e drenagem urbana, resultando respectivamente, na poluição dos mananciais urbanos e nos frequentes eventos de inundações, promovidos pela expansão das áreas de impermeabilização e o desmatamento da mata ciliar.

Nesta pesquisa pretendemos avaliar a sustentabilidade ambiental do rio Cocó, fazendo uso da mesma abordagem adotada por Cerqueira (2008), que consistiu em avaliar se o rio urbano estava cumprindo com as suas funções, ou seja, através dos indicadores de sustentabilidade que irão ser selecionados pelos especialistas e técnicos iremos promover a mensuração da “condição” do rio e assim será possível aferir suas condições de sustentabilidade.

Cerqueira (2008), definiu “função” como um valor atribuído pelo homem a um ser ou objeto, com base na necessidade de algo. A autora destaca ainda que o rio possui dois grupos de funções: aquelas inerentes à suas características naturais (intrínsecas) e as funções determinadas pelo homem (utilidade).

Dentre as funções reais de um rio, Cerqueira (2008), destaca: recarga do lençol freático, conservação dos solos, controle de cheias, regulador térmico, habitat para espécies de fauna e flora, transformação e ciclagem de elementos compostos, valor paisagístico-estético, recreação, ambiente com significado cultural e religioso, etc.

Conforme Cerqueira, (2008), as funções intrínsecas ao rio foram sendo subjugadas no decorrer do processo de desenvolvimento das cidades e atualmente só identificamos as funções que correspondem ao atendimento das necessidades humanas. Na sequência tem-se o quadro 1. que se refere a algumas das funções inerentes a um rio.

Quadro 1 - Representação das funções de um rio

FUNÇÃO DOS RIOS	DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO
Suporte à vegetação	Proteger a dinâmica dos rios
Habitat para as espécies vivas	Fornecimento das condições necessárias para manutenção da vida aquática

Manutenção da vida humana	água como elemento essencial para a vida e a saúde do homem
Abastecimento de água	fornecer água em quantidade e qualidade necessárias para consumo humano e demais usos essenciais
Transporte de sedimentos ciclagem de nutrientes	o rio como meio de transporte de sedimentos local de ocorrência de processos geoquímico
escoamento das águas na bacia hidrográfica	O rio na condição de acumulador de água
Fornecimento de água para as atividades industriais e agropecuárias	uso das águas para o desenvolvimento econômico da sociedade
diluição de efluentes	local para disposição de efluentes líquidos, conforme as normas pertinentes
indicador da qualidade da água na bacia hidrográfica.	Sinalizar as condições de qualidade do ambiente aquático
O rio como elemento de paisagem natural e área para contemplação da beleza intrínseca	Provedor do bem-estar da população
Local para a prática de atividades de recreação e lazer	Provedor de atividades de lazer

Fonte: Adaptado de Cerqueira, 2008.

2.4 Indicadores de Sustentabilidade para rios urbanos

Nas últimas décadas tem-se percebido um interesse global no desenvolvimento de pesquisas que abordam a temática do desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Ao que parece, o motivo seria uma maior preocupação das pessoas diante da questão da problemática ambiental e da conscientização quanto a insustentabilidade do modelo econômico praticado (Büyükoçkan; Karabulut, 2018).

Dentre os componentes que integram o ambiente urbano, um dos que demanda maior atenção é a água, em virtude do seu caráter primordial para a manutenção da vida no planeta Terra e ao mesmo tempo por se constituir como um recurso indispensável na geração de produtos e serviços em prol do atendimento das necessidades sociedades (Pellicer-Martínez; Martínez-Paz., 2016).

Diante desses atributos, Berger et al., (2023), justifica a urgência no desenvolvimento de estudos que objetivem a definição de indicadores de sustentabilidade para águas urbanas, mediante este elemento se encontrar inserido na dinâmica dos ambientes urbanos, o que vem por interferir diretamente nas condições de sustentabilidade das cidades. Além disso, a preocupação com a gestão das águas foi inserida pelo Fórum Econômico Mundial, como um dos dez principais desafios a serem resolvidos para se alcançar a sustentabilidade global.

Na perspectiva de Zhang, (2015), os indicadores possuem um campo vasto de aplicação nas questões que envolvem os recursos naturais. Sendo estas, ferramentas importantes

para trabalhar com a dinâmica e as problemáticas que envolvem os recursos hídricos e a gestão e o gerenciamento de sistemas urbanos (Lobato *et al.*, 2015).

2.5 Rio Cocó e o Parque do Cocó

Em relação ao nome Cocó, não existe uma certeza da sua origem, no entanto, existem duas hipóteses: a primeira faz referência às roças (plantações) que os povos indígenas cultivavam às margens do rio, onde o topônimo de “có”, significaria roça. Já a segunda, seria uma menção atribuída ao utensílio que prendia os cabelos das lavadeiras que faziam uso do rio (Borrvalho, 2017).

O manancial em questão, nasce na Serra da Aratanha no município de Pacatuba, onde é conhecido por riacho Pacatuba, na sequência do seu percurso de descida da Serra recebe o nome de riacho Gavião e mais a jusante ao encontrar-se com o riacho Alegrete nas proximidades do 4º Anel Rodoviário, recebe finalmente o nome de rio Cocó (Pessoa, 2002). Sua bacia hidrográfica drena quatro municípios: Pacatuba (local da Nascente), Itaitinga, Maracanaú e Fortaleza, em relação aos municípios que pertencem a Bacia Hidrográfica deste manancial, temos Fortaleza com a maior área de drenagem referente a aproximadamente 60% do seu território (COGERH, 2010).

Em seu percurso pelo território do município de Fortaleza, o rio encontra-se em acentuado estágio de degradação, acarretado principalmente pelas fontes fixas e difusas de poluição, representadas pelo descarte irregular de resíduos líquidos, sólidos e ocupação de suas margens.

Fato comprovado na pesquisa desenvolvida por (Maia, 2020), a qual compreendeu o estudo de um trecho de 7,5 Km do rio Cocó, compreendendo uma área de 9 bairros de Fortaleza, sendo eles: Conjunto Palmeiras, Passaré, Jangurussu, Barroso, Castelão, Jardim Violeta, Mata Galinha, Cajazeiras e Dias Macedo, neste trecho foram identificados os seguintes problemas: desmatamento e a ocupação das Áreas de Preservação Permanente-APP, disposição de efluentes líquidos e resíduos sólidos e o lançamento do chorume advindo do antigo lixão do Jangurussu.

Um outro estudo diz respeito à tese de doutorado de Silva (2013), que desenvolveu sua pesquisa na área compreendida entre a ponte sobre o rio na Av. Sebastião de Abreu (bifurcação a partir da Av. Washington Soares), até a outra ponte sobre o rio, a rodovia BR 116. Neste trecho, o autor cita os seguintes problemas: desmanche das dunas, impermeabilização do solo, decorrente da especulação imobiliária, lançamento de esgotos clandestinos.

Em relação às fontes fixas de poluição do rio Cocó, tem-se as estações de tratamento de esgoto que dispõem seus efluentes neste manancial e que conforme foi informado pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, seria um total de 08 ETE's, as quais encontram-se descritas no quadro 2.

Quadro 2 – Localização das Estações de Tratamento de esgoto que lançam efluente no rio Cocó e ou afluentes.

Número	ETE	Corpo Receptor	Latitude	Longitude
1	ETE José Euclides	Rio Cocó	-3,854100	-38,520411
2	ETE DIF III	Rio Cocó	- 3,851111	-38,551388
3	ETE Conjunto Palmeiras	Rio Cocó	-3,840555	-38,531731
4	ETE São Cristóvão	Rio Cocó	-3,830436	-38,528111
5	ETE Jangurussu	Rio Cocó	-3,824166	-38,522555
6	ETE Castelão	Rio Cocó	-3,806222	-38,519999
7	ETE Sítio Santana	Afluente do Rio Cocó	-3,816666	-38,512771
8	ETE 1º de Março	Rio Cocó	-3,816944	-38,518055

Fonte: CAGECE

Em relação ao licenciamento ambiental das ETE 's, informamos que após consulta realizada no site da SEMACE, identificou-se que as ETEs 03, 04, 06 e 07, não dispõem de licença de operação vigente, já para as demais, não foi encontrado qualquer tipo de informação.

Mesmo diante desse fato não é possível afirmar que as estações de tratamento estariam lançando efluentes em desacordo com os padrões estabelecidos pelas normas pertinentes. Contudo, com o propósito de verificar a qualidade da água do rio Cocó, optou-se por fazer uso dos dados de monitoramento realizados pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, o qual conta com um total de 10 pontos de coleta, distribuídos desde a nascente até a foz, sendo realizada 04 campanhas de coleta no decorrer do ano.

Abaixo tem-se o descritivo dos pontos de coleta existentes no rio Cocó, conforme pode ser visualizado no Quadro 3 – Localização dos pontos de monitoramento do rio Cocó.

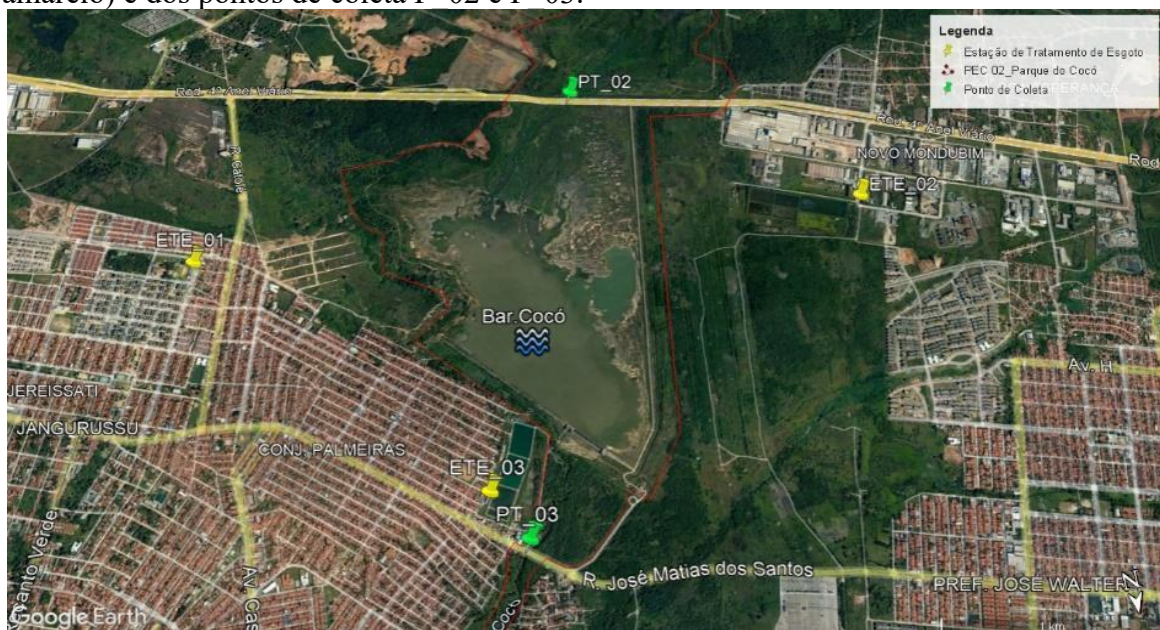
Quadro 3 - Localização dos Pontos de Monitoramento do rio Cocó

Pontos	Município	Descrição do ponto	Coordenadas
PT_01	Pacatuba	Bica das Andreas.	541843/9559525
PT_02	Fortaleza	Rodovia 4º Anel Viário, sob a ponte, Bairro Pedras.	551157/9573367
PT_03	Fortaleza	Av. Val Paraíso, sob a ponte à jusante da barragem do Cocó	551850/9575749
PT_04	Fortaleza	Av. Perimetral nº 3639, à montante do lixão do Jangurussu	552351/ 9576712
PT_05	Fortaleza	Av. Paulino Rocha nº 1988, à jusante do lixão do Jangurussu	553867/9578760
PT_06	Fortaleza	Sob a ponte da BR-116 (km 03), Bairro Tancredo Neves	554114/9581804
PT_07	Fortaleza	Av. Murilo Borges. Bairro Cocó	554796/9583968
PT_08	Fortaleza	Av. Engenheiro Santana Júnior, Bairro Cocó (margem esquerda)	556597/9585272
PT_09	Fortaleza	Av. Sebastião de Abreu, Bairro Cocó	557436/9585112
PT_10	Fortaleza	Foz. Praia do Caça e Pesca (margem esquerda)	562510/9582702

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

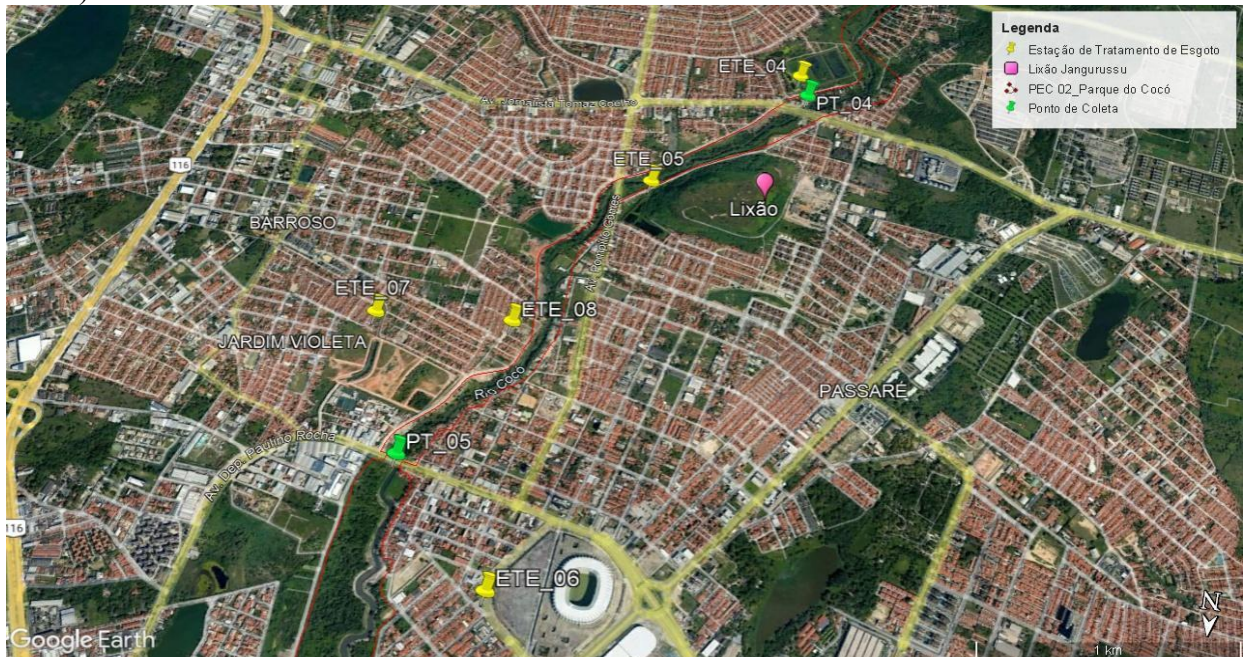
No tocante à distribuição dos pontos de amostragem, destaca-se que sua localização é definida por diversos critérios, no caso do rio Cocó, a maioria desses pontos situam-se próximo a fontes de poluição, conforme pode ser visualizado nas Figuras 2, 3 e 4. Nestas encontram-se os respectivos pontos de coleta de água (marcador na cor verde) e as estações de tratamento de esgoto (marcador na cor amarelo).

Figura 2 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto 01, 02, 03 (marcador na cor amarelo) e dos pontos de coleta P 02 e P 03.



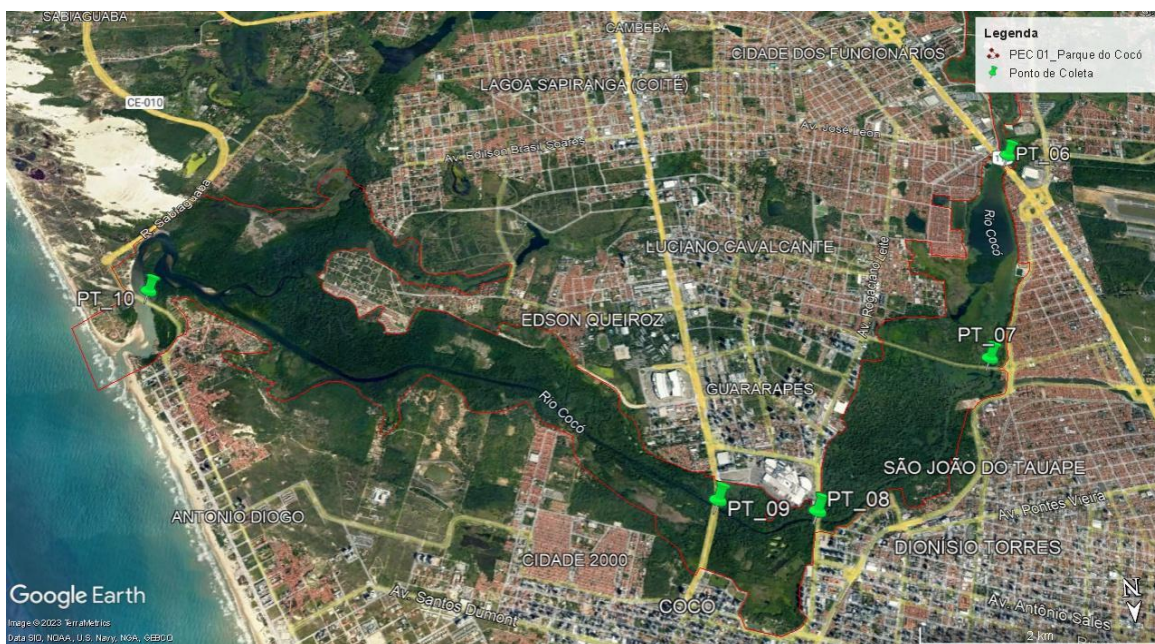
Fonte: Google Earth

Figura 3 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto 04, 05, 06, 07 e 08 (marcador na cor amarelo) e dos pontos de coleta PT_04, PT_05 e lixão do Jangurussu (marcador na cor rosa).



Fonte: Google Earth

Figura 4 - Localização dos pontos de coleta PT_06, PT_07, PT_08, PT_09 e PT_10.



Fonte: Google Earth.

Na sequência tem-se as Figuras 5, 6 e 7, que representam os pontos de amostragem monitorados pela SEMACE, as referidas fotos foram capturados no dia 22 de outubro de 2023 durante uma vistoria de campo que fizemos juntamente com a equipe da SEMACE.

Figura 5 - Identificação dos locais de coleta no rio Cocó – A: PT_01; B: PT_02; C: PT_03 e D: PT_04.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Figura 6 - Identificação dos locais de coleta no rio Cocó – E: PT_05; F: PT_06; G: PT_07 e H: PT_08



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Figura 7- Identificação dos locais de coleta no rio Cocó – I: PT_09 e J: PT_10



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

No monitoramento executado pela SEMACE são analisados os seguintes parâmetros: pH, temperatura da água, turbidez, cor, salinidade, condutividade elétrica, alcalinidade, cloreto, sulfato, substâncias solúveis em hexano, clorofila “a”, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), fósforo total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal total, oxigênio dissolvido, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos e *Escherichia coli*.

Os valores dos parâmetros encontrados nas análises laboratoriais são comparados

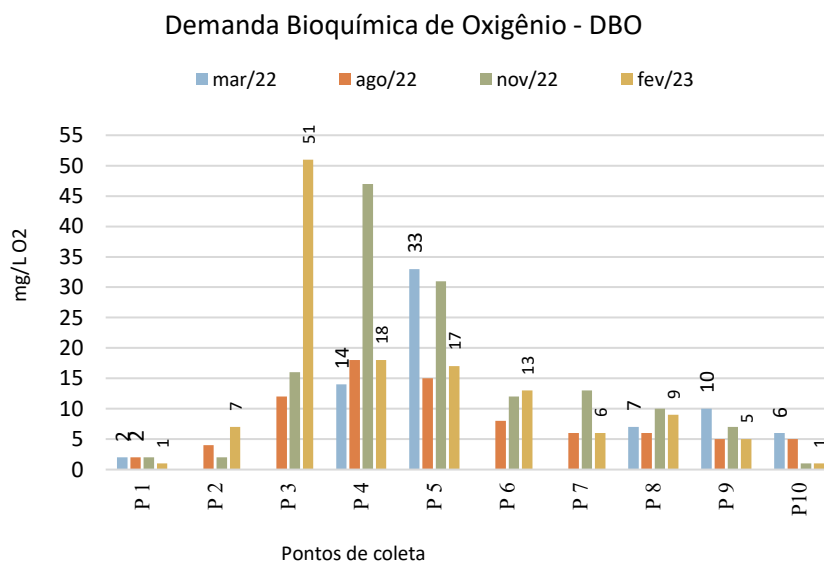
com os padrões da Resolução CONAMA 357/200, para águas doce Classe II e salinas Classe I (Foz do rio Cocó).

Para avaliar as condições de qualidade da água do rio Cocó, fez-se o uso dos dados amostrais do interstício de 03/2022 a 02/2023. Contudo optou-se por apresentar nesta etapa apenas o comportamento do oxigênio dissolvido – OD e demanda bioquímica de oxigênio – DBO, por serem parâmetros primordiais na análise de poluição da água por matéria orgânica.

Conforme pode ser visualizado na Figura 8. abaixo, temos a concentração de DBO encontrado no período de 03/2022 a 02/2023, neste, percebe-se que no decorrer de todo o período analisado o ponto de coleta P1 - Bica das Andreias (Pacatuba) esteve dentro do padrão estabelecido pela CONAMA 357/05, para águas doces Classe 2, que corresponde a $DBO \leq 5$ mg/L O_2 . Já o P2 - Rodovia 4º Anel Viário, só apresentou-se em desacordo com o padrão na campanha de fevereiro de 2023, onde foi encontrado o valor de DBO de 7 mg/L.

Situação bem diferente foi detectado nos Pontos de coleta P 3 – Valparaíso, P 4 – Á mont. do Jangurussu e P 5 – á jusante. do Jangurussu, os quais estiveram em desacordo com o padrão de DBO no decorrer de todo o interstício.

Figura 8 – Concentração de DBO nos pontos monitorados pela SEMACE.

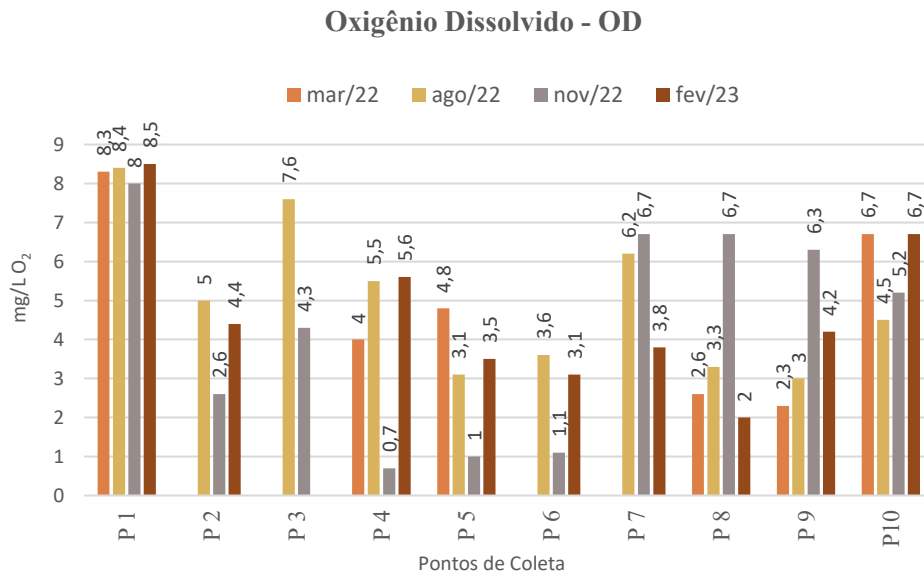


Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Se tratando do parâmetro oxigênio dissolvido a Resolução CONAMA nº 357/05, determina o padrão de ≥ 5 mg/L O_2 para águas doce Classe 2. Diante disso, ao analisarmos a Figura 9. abaixo, que representa a concentração do OD encontrada em cada campanha no decorrer do ano, verifica que o ponto P1 - Bica das Andreias (Pacatuba), foi o único que atendeu

ao padrão de OD no decorrer de todo o interstício. Os demais se mantiveram na maioria das campanhas de coleta em desacordo.

Figura 9 – Gráfico de Concentração de OD nos pontos monitorados pela SEMACE.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Por meio da breve análise desses dois parâmetros, constatou-se que o rio Cocó apresenta um elevado declínio da qualidade da água ao adentrar o município de Fortaleza. Possivelmente um dos fatores de maior relevância para isso é o lançamento de efluente das ETEs fora dos padrões e a baixa cobertura de rede de esgotamento sanitário.

Na sequência iremos descrever um pouco sobre o Parque do Cocó foi criado pelo Decreto Estadual nº 32.248, de 07 de junho de 2017, conta com uma área aproximada de 1.571,29 hectares, a qual encontra-se dividida em dois trechos 01 e 02, descritos abaixo: (ARCADIS, 2020)

Trecho 1 - compreendido entre a foz do Rio Cocó e a BR-116, com área de 1.080,7377 ha e perímetro de 41.529,2171 m, totalmente inserido no município de Fortaleza. (ARCADIS, 2020, p. 10)

Trecho 2 - compreendido entre a BR-116 e a Barragem do Cocó, com área de 490,5547 ha e perímetro de 26.260,1428 m, inserido nos municípios de Fortaleza, Maracanaú, Pacatuba e Itaitinga, todos localizados no estado do Ceará, Região Metropolitana de Fortaleza (ARCADIS, 2020, p. 10).

No tocante ao território do Parque do Cocó, este abrange parcelas de 04 municípios, são eles: Fortaleza, Maracanaú, Itaitinga e Pacatuba. Sendo que a PEC – 01, encontra-se inserida totalmente no município de Fortaleza, já a PEC – 02, está distribuída nos municípios de Maracanaú, Itaitinga, Pacatuba (nascente do rio) e Fortaleza (maior área) (ARCADIS, 2020).

Tabela 1 - Distribuição do território do PEC pelos municípios abrangidos

Distribuição do território do PEC por municípios abrangidos			
Trecho	Município	Área (ha)	%
PE do Cocó - Trecho 01	Fortaleza	1.066,78	67,89%
PE do Cocó - Trecho 01	Oceano Atlântico	13,95	0,89%
PE do Cocó-Trecho 02	Itaitinga	41,05	2,61%
PE do Cocó-Trecho 02	Pacatuba	54,02	3,44%
PE do Cocó-Trecho 02	Maracanaú	10,23	0,65%
PE do Cocó-Trecho 02	Fortaleza	385,26	24,52%
Área Total do PEC		1.571,29	100

Fonte: ARCADIS, 2020.

No decorrer do seu percurso o rio Cocó perpassa por diversos ecossistemas, entre os quais: praias, dunas, mangues, estuários, carnaubais, e até mesmo caatinga, os quais encontram-se em um nível elevado de descaracterização motivado pela intervenção antrópica. (Fortaleza, 2003).

Outra característica que torna o rio Cocó um ambiente relevante para pesquisas, refere-se a quantidade de Unidades de Conservação que ele encontra-se inserido. Abaixo consta o quadro 4. com essa distribuição de áreas protegidas.

Quadro 4- Mosaico de Unidades de Conservação.

Nome	Ato de Criação	Municípios
APA da Serra de Aratanha	Decreto Estadual 24.959, DE 05/07/1998	Maranguape, Pacatuba e Guaiúba
Parque Estadual do Cocó (PEC)	Decreto Estadual 32.248, de 07/06/2017	Fortaleza, Pacatuba, Itaitinga e Maracanaú
Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Dunas do Cocó	Lei Municipal 9.502, de 07/10/2009	Fortaleza
Área de Proteção Ambiental (APA) de Sabiaguaba	Decreto Municipal 11.987, de 20/02/2006	Fortaleza
Parque Natural Municipal (PNM) Dunas de Sabiaguaba	Decreto Municipal 11.986, de 20/02/2006	Fortaleza
Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pacoti	Decreto Estadual 25.776, de 15/02/2000	Fortaleza, Eusébio e Aquiraz
Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Sítio Curió	Decreto Estadual 28.333, de 28/07/2006	Fortaleza
Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Cambeba	Decreto Estadual 32.843, de 30/10/2018	Fortaleza

Fonte: ARCADIS, 2020

3 METODOLOGIA

A pesquisa é do tipo descritiva e exploratória e terá como objeto de estudo a bacia hidrográfica do rio Cocó, mais precisamente a área que se encontra inserida no município de Fortaleza. Para atingir as metas estabelecidas no objetivo geral e específicos, seguiu-se o seguinte percurso metodológico.

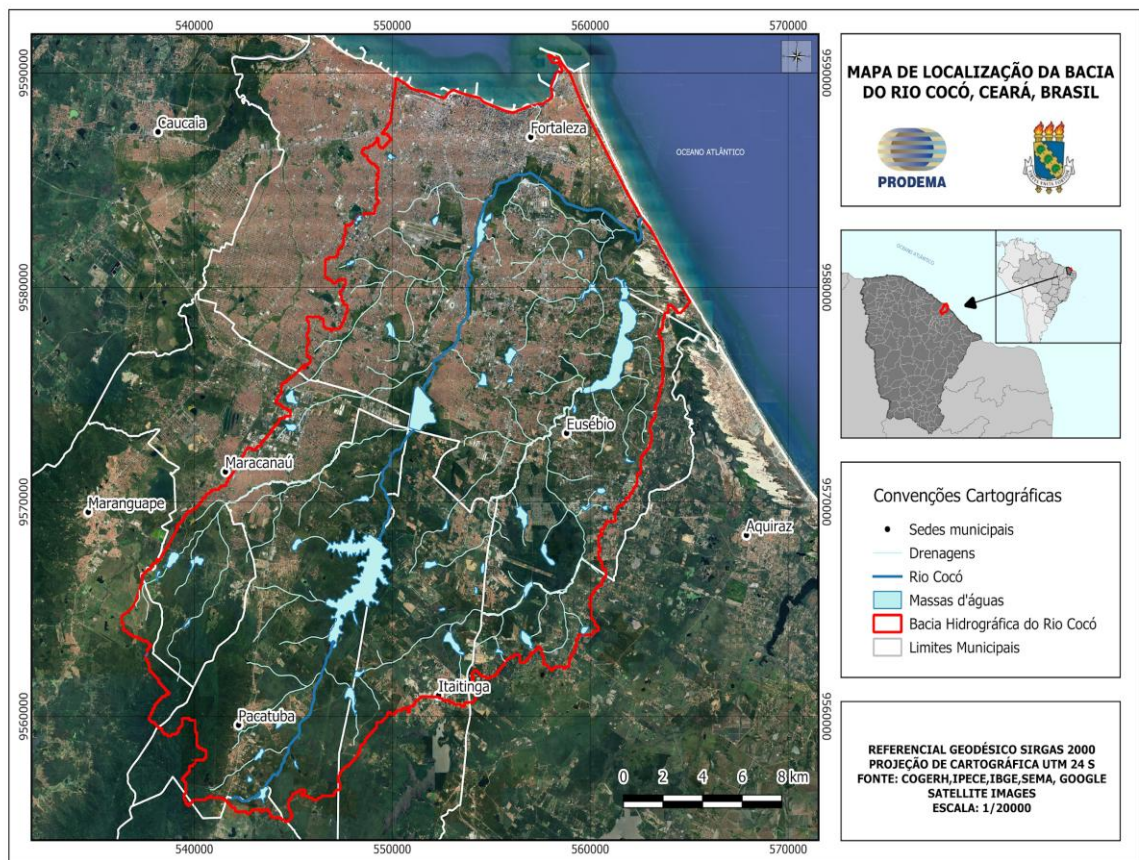
1. Caracterização da área de estudo;
2. Definição das dimensões e dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental que irão compor a Matriz Preliminar de Indicadores de Sustentabilidade;
3. Construção do formulário e escolha dos especialistas.
4. Aplicação do Método Delphi para a validação da Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental;
5. Análise estatística para consolidação do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental;
6. Aplicação do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental ao rio Cocó.

3.1 Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Cocó abrange uma área de aproximadamente 485 Km², sendo que o Rio Cocó, por sua vez, apresenta extensão aproximada de 42 km, conforme estabeleceu a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH, 2010).

O rio tem sua nascente localizada na vertente oriental da Serra de Aratanha, município de Pacatuba e sua foz nos limites das praias do Caça e Pesca e da Sabiaguaba, localizadas na capital Fortaleza. (ARCADIS, 2020). Sua bacia hidrográfica é composta por 06 sub-bacias, (COGERH, 2010). Sendo os principais afluentes: Coaçu, os canais do Tauape, Jardim América e Aguanambi (Maia, 2020).

Figura 10 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Nesta pesquisa, não iremos trabalhar com a bacia hidrográfica do rio Cocó como um todo, mas, com o percurso desta inserido no município de Fortaleza. Temos ciência de que quando se tem como objeto de pesquisa recursos hídricos, geralmente opta-se por adotar a bacia hidrográfica como unidade de estudo.

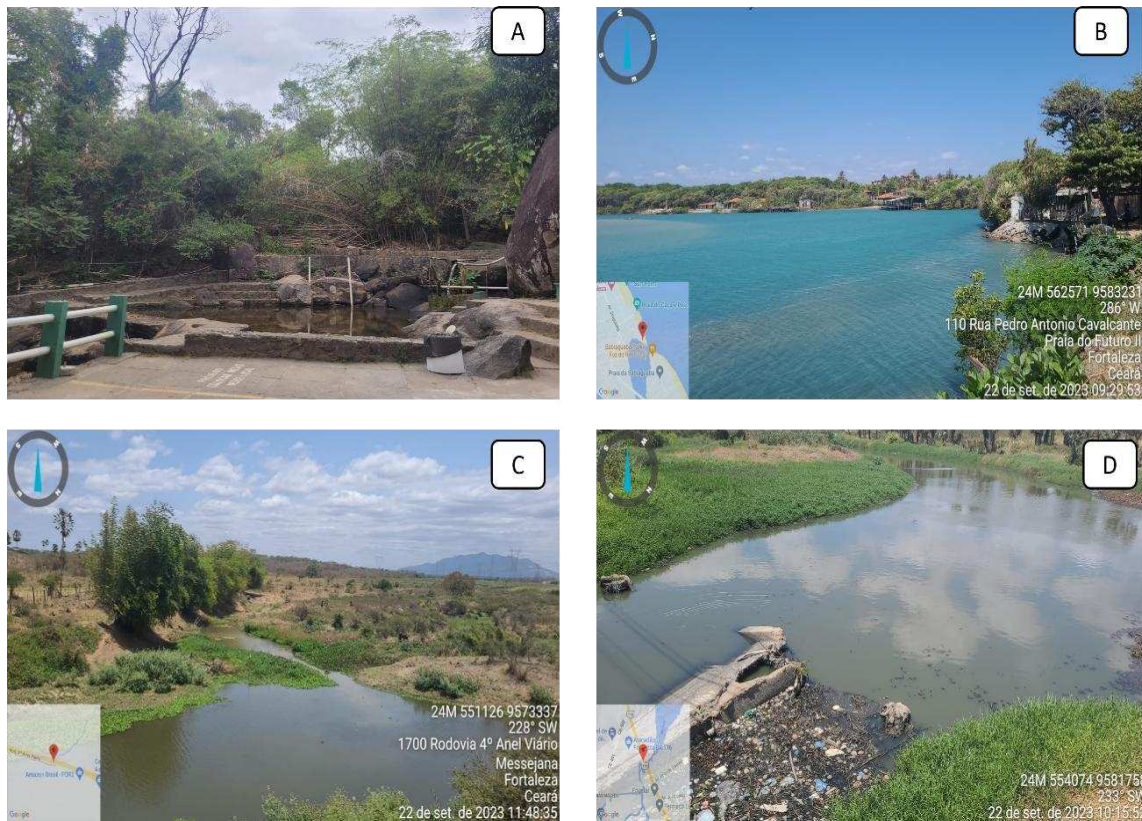
Todavia, conforme Magalhães (2010), muitas das informações relevantes para a gestão de um recurso hídrico são medidas e disponibilizadas em escala municipal ou estadual, como por exemplo os dados sociais e econômicos.

Acredita-se que esta escolha não causará prejuízos ao objeto da pesquisa, tendo em vista os seguintes fatores: o percurso maior do rio encontra-se situado em Fortaleza, compreendendo o seu médio e baixo curso, além do mais, é no território de Fortaleza que o corpo hídrico sofre os maiores impactos negativos.

Com o intuito de identificar os problemas e impactos negativos causados ao rio Cocó, foi realizado no dia 22 de setembro de 2023 uma visita de campo, ao longo do percurso do rio Cocó da nascente à foz. Ao percorrermos o manancial nos deparamos com vários

problemas, dentre os quais, o desmatamento da mata ciliar, assoreamento, ocupação irregular nas áreas de APP, disposição irregular de resíduos sólidos, lançamento de efluentes líquidos sem tratamento, conforme pode ser visualizados na Figura 11: A, B, C e D

Figura 11 – Impactos ambientais identificados no rio Cocó -



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A: Rio Cocó ao adentrar o município de Fortaleza apresenta ausência de mata ciliar, assoreamento e macrófitas aquáticas. **B:** Rio Cocó nas proximidades do Makro, presença de uma provável galeria pluvial lançando esgoto. **C:** Rio Cocó nas proximidades da Av. Murilo Borges – ausência de mata ciliar, construções em área de Área de Preservação Permanente – APP. **D:** Rio Cocó próximo ao Shopping Iguatemi – apresentando a água com tonalidade bastante escura.

3.2 Definição das dimensões e dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental que irão compor a Matriz Preliminar

Nesta etapa buscou-se definir as dimensões da sustentabilidade e os indicadores que iriam compor o formulário a ser submetido aos especialistas por meio do método de Delphi. Foi executado levantamento bibliográfico das pesquisas científicas e técnicas desenvolvidas nos últimos 20 anos e que tinham como objeto as temáticas: indicadores, indicadores de sustentabilidade e indicadores de sustentabilidade ambiental para rios urbanos.

A pesquisa foi realizada por meio de consultas à plataformas e sites de periódicos, como, Google Scholar, Scielo, Elsevier e Capes. Foram consultados artigos nacionais, internacionais, dissertações e teses. Procedeu-se também com a pesquisa nos sites do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento – ANA), tendo em vista que a nível nacional, esses órgãos são responsáveis por implementar e monitorar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS.

Conforme Cerqueira (2007), a escolha das dimensões que constituíram a matriz de indicadores de sustentabilidade possui caráter fundamental, pois estas têm a função de promover a sustentação e a conexão das suas diversas partes e conduzir ao alcance dos objetivos pretendidos do estudo.

No tocante ao número e os tipos de dimensões que devem compor a matriz, não foi identificado no levantamento bibliográfico um consenso em relação a essa questão. Contudo, Guimarães e Feichas (2009), ressaltam que já está consolidado o entendimento de que a matriz deve ser multidimensional. Inclusive, no estudo realizado para a construção dos indicadores de desenvolvimento sustentável desenvolvido pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CDS), fez o uso de quatro dimensões: econômica, ambiental, social e institucional (Phillip, 2012).

O Brasil seguiu o mesmo modelo da Comissão para a criação dos seus Objetivos do desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais ficaram sob a competência do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que no ano de 2015 publicou o documento constando 63 indicadores distribuídos em 04 dimensões: ambiental, social, econômica e institucional, descritas a seguir (IBGE, 2015):

Dimensão ambiental: trata dos fatores de pressão e impacto, e está relacionada aos objetivos de preservação e conservação do meio ambiente, considerados fundamentais para a qualidade de vida das gerações atuais e em benefício das gerações futuras (IBGE, 2015, pág. 13).

Dimensão social: corresponde, especialmente, aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, a melhoria da qualidade de vida e a justiça social; (IBGE, 2015, pág. 14);

Dimensão econômica: trata de questões relacionadas ao uso e esgotamento dos recursos naturais, à produção e gerenciamento de resíduos, ao uso de energia e ao desempenho macroeconômico e financeiro do País; (IBGE, 2015, pág. 14);

Dimensão institucional: diz respeito à orientação política, capacidade e esforço despendido por governos e pela sociedade na implementação das mudanças requeridas para uma efetiva implementação do desenvolvimento sustentável. (IBGE, 2015, pág. 14);

Após a análise dos estudos resultantes do levantamento bibliográfico optou-se por construir o formulário de indicadores tendo como principais referências: Corrêa (2007), Cerqueira (2008), Magalhães (2010), Kumar (2012), Kemerich et al (2014), Carvalho e Curi, (2015), IBGE (2015), Li Cheng (2017), Martinez (2017); Felinto et al (2019), ANA (2022). Conforme apresentado no quadro abaixo.

Quadro 5 - Estudos que embasaram a escolha das dimensões e dos indicadores para a matriz preliminar

FONTE	TÍTULO	ABORDAGEM
Corrêa, (2007)	Desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade para a gestão de Recursos Hídricos na UGRHI Tietê – Jacaré (SP)	Foram usados 73 indicadores, agrupados por problemas e não por dimensão.
Cerqueira, (2008)	Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para a Gestão de Rios Urbanos.	Construiu um sistema de indicadores de sustentabilidade para rios urbanos, composto pelas dimensões: Meio físico, Ecológico, Demográfico, Sócio-cultural, Técnico, Político-Institucional e Econômico.
Magalhães, (2010)	Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da perspectiva Francesa	Apresentou e discutiu os indicadores ambientais utilizados na França e no Brasil
Kumar (2012)	Ecological Indicators	Abordou as dimensões: Social, econômica, ambiental e institucional
Kemerich <i>et al</i> , (2014)	Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações	Sintetizou os principais indicadores de sustentabilidade, através das dimensões sociais, ambientais e econômicas
Carvalho; Curi, (2015)	Indicadores para a Gestão dos Recursos Hídricos em municípios: Uma proposta metodológica para a construção e análise.	Utilizou 40 indicadores distribuídos em seis dimensões: fontes de água, demanda de água, gestão da água, gestão das cidades em relação à água, impactos sociais, econômicos e ambientais e preservação ambiental.
IBGE, (2015)	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável	Trabalhou com a divulgação dos objetivos do desenvolvimento sustentável.
Cheng Li, Junxiang Li (2017).	Assessing Urban Sustainability Using a Multi-Scale, Theme-Based Indicator Framework: A Case Study of the Yangtze River Delta Region, China	Avaliou a sustentabilidade urbana do Delta do Rio Yangtze, China, através de indicadores distribuídos em três dimensões: ambiental, econômica e social.
Barreto, (2017).	Definição de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para rios urbanos com o uso do método de Delphi	Construiu uma matriz de indicadores para rios urbanos utilizando apenas a dimensão Ambiental, mas a subdividiu em: Hidrologia, Saneamento, Recursos Hídricos e Gestão.
Felinto et al, (2019).	Aplicação do Modelo Força Motriz-Pressão Estado-Impacto-Resposta (FPEIR) para Gestão dos Recursos Hídricos em João Pessoa-PB	Buscou avaliar a sustentabilidade de rios urbanos, utilizando 38 indicadores distribuídos nas dimensões: econômica, social e ambiental.
Oliveira et al 2022	Sustainability indicators for evaluation of municipal urban water management system: the case of Volta Redonda – RJ/ Brazil	Fez uso de indicadores de sustentabilidade para avaliar a gestão das águas urbanas em Volta Redonda (Rio de Janeiro-Brasil), por meio das dimensões Ambiental/Ecológico; Cultural Econômico Social/Tecnológico; Ético Político / Institucional
ANA, 2022.	ODS no Brasil – Visão da ANA sobre os Indicadores, 2ª edição.	A publicação visa monitorar o atendimento do ODS 6, através de 63 indicadores.

Fonte: Adaptado de Silva, Jr, 2019

No quadro 6 abaixo, consta os indicadores de sustentabilidade ambiental selecionados para compor o formulário submetido à apreciação dos especialistas/técnicos na primeira rodada do método Delphi. No mesmo quadro também consta uma descrição do que o indicador representa e a referência de estudos que também os implementaram.

Se tratando das dimensões, decidiu-se adotar as seguintes: ambiental, econômica, social e institucional, as quais são as mesmas adotadas pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CDS) e IBGE e ainda compreendem todas as dimensões do tripé do desenvolvimento sustentável. Em relação a dimensão ambiental, utilizamos a mesma proposta de Kemerich (2014) que a dividiu em subdimensões: ecologia, saneamento ambiental, recursos hídricos e qualidade de água.

Quadro 6 - Indicadores que irão compor a dimensão ambiental da matriz preliminar de indicadores de sustentabilidade ambiental.

DIMENSÃO AMBIENTAL		
SUBDIMENSÃO - ECOLOGIA		
Indicador	Representação	Fonte
Área com cobertura de vegetação natural e ou plantada/área total da bacia (%/ano)	Permiti monitorar se está ocorrendo a preservação da vegetação.	Magalhães, 2010; Corrêa (2013);
Extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal (%)	Monitora o desmatamento da mata ciliar	Adaptado de Magalhães, 2010; Barreto, (2017) e Cerqueira, 2008
Nº de nascentes preservadas/total de nascentes da bacia	expressa as condições preservação das nascentes dos mananciais da bacia hidrográfica	Barreto, 2017 e Cerqueira (2008).
Espécies extintas e ameaçadas de extinção	representa o número estimado de espécies da fauna e da flora extintas e ameaçadas de extinção na área de estudo.	IBGE, 2015
Existência de Espécies Invasoras	Avalia as condições de conservação do entorno do recurso hídrico	
Queimadas e incêndios na área do rio principal	expressa a frequência de focos de calor em um território	Krama, (2008)
SUBDIMENSÃO – SANEAMENTO AMBIENTAL		
Indicador	Representação	Fonte
% da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de abastecimento de água	proporção da população urbana e rural com acesso a abastecimento de água por rede geral, poço ou nascente.	Krama, 2008
Proporção da população da bacia interligada a uma rede de sistema de abastecimento de água	percentual da população ligada a rede de abastecimento de água	Krama, 2008
Média percentual das perdas físicas (vazamentos e faturadas	Identifica o desperdício de água e com isso possibilita a criação de alternativas para correção	Corrêa, (2007)
Proporção da população interligada a rede de Esgotamento sanitário	quantitativo de pessoas ligadas a rede de esgotamento sanitário	Krama, 2008

% da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de esgotamento sanitário	proporção da população, urbana e rural, com acesso a esgotamento sanitário adequado no domicílio.	Adaptado de Cerqueira (2008) e Barreto 2017
Proporção de Águas Residuárias tratadas de forma segura	Visa quantificar a parcela em volume dos esgotos gerados que são tratados.	ANA, 2022
Nº de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal	Possibilita identificação fontes pontuais de poluição	Adaptado de Barreto (2017)
Volume de esgoto gerado e coletado na bacia (m3/ano) na bacia	identifica o volume total de esgoto gerado na área da bacia e o volume coletado pela rede de esgotamento sanitário.	Adaptado de Barreto (2017) e Cerqueira, (2008)
Volume de esgoto tratado (m3/ano na bacia)	Identifica o volume de esgoto tratado em comparação ao coletado	Adaptado de Barreto, (2017) e Cerqueira (2008)
% de domicílios com coleta regular de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) na bacia	parcela da população atendida pelos serviços de coleta de lixo doméstico.	Krama,(2008) e Barreto, (2017)
% de Resíduos Sólidos Domiciliares com destinação final adequada	Percentual de resíduos que é coletado e encaminhado para aterro sanitário, reciclagem ou outra forma de disposição adequada	Barreto, (2017)
% de resíduos sólidos dispostos de forma irregular (a céu aberto)	Visa identificar os pontos de descarte irregular	Adaptado de Barreto, (2017)
% da área/ urbana com cobertura de sistema de drenagem pluvial na bacia	Percentual da área da bacia com rede de drenagem	Adaptado de Barreto, (2017)
% de internações por doenças de veiculação hídrica e demais doenças causadas pela falta de saneamento.	Possibilita identificar os locais mais deficientes de um saneamento ambiental inadequado (DRSAI)	Krama, (2008) Felinto, (2019) IBGE, (2015)
SUBDIMENSÃO – RECURSO HÍDRICO		
Indicador	Representação	Fonte
Extensão dos corpos d'água canalizados e retificados na bacia/extensão total (%/km2)	Identifica as alterações promovidas nos ecossistemas aquáticos relacionados ao longo do tempo.	Barreto, (2017) Adaptado de ANA, (2022)
Coefficiente de escoamento superficial	Representa o percentual de água que infiltra no solo	Magalhães, (2010)
Extensão dos trechos perenes na bacia/extensão total do rio		Cerqueira, (2008)
% de domicílios cujos logradouros apresentaram ocorrência de enchente/bairro/bacia nos últimos 05 anos	A sazonalidade dos eventos críticos permite prever novas ocorrências e conseqüentemente colabora no planejamento para enfrentá-los	Adaptado de Barreto (2017), Corrêa, (2007)
% vazão total outorgada em relação a vazão passível de outorga	Estima a demanda de água doce requerida para o atendimento dos diversos usos e a oferta disponível.	Corrêa, (2007)
Volume de precipitação na bacia	Quantifica o aporte hídrico da bacia	Cerqueira, (2008)
Volume de efluentes lançados no rio principal, decorrentes das Outorgas de lançamento (m3/ano/Km ²)	Propicia regulamentar a capacidade de suporte do rio.	
SUBDIMENSÃO – QUALIDADE DE ÁGUA		
Indicador	Representação	Fonte
Índice de Qualidade da Água - IQA	Determina a qualidade da água.	Cerqueira (2008); Barreto, (2017); Corrêa, (2007); Magalhães, (2010)

Índice de Estado Trófico – IET	Determina o índice de eutrofização dos corpos d'água	Barreto, (2017) Magalhães, (2010)
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro OD (% amostras)	Percentual das amostras que apresentaram o OD em conformidade com a legislação pertinente	Magalhães, (2010)
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes (% amostras)	Percentual das amostras que apresentaram os Coliformes Termotolerantes em conformidade com a legislação pertinente	Magalhães, (2010)
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Fósforo Total (% amostras)	Porcentagem das amostras que apresentaram Fósforo total em conformidade com a legislação pertinente.	Magalhães, (2010)
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro DBO (% amostras)	Porcentagem das amostras que apresentaram a DBO em conformidade com a legislação pertinente.	Magalhães, (2010)
Quantitativo de pontos ativos de monitoramento da qualidade da água na bacia	Visa identificar se o monitoramento é representativo na bacia.	Barreto, (2017); Cerqueira, (2008)
Presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos.	Identifica a qualidade do sedimento do rio	Adaptado de Barreto, (2017)
Balneabilidade das praias	Ao analisar as condições de balneabilidade das praias.	IBGE, (2015) Adaptado de Cerqueira, (2008)

Fonte: Elaboração da autora, 2023

Quadro 7 - Indicadores que irão compor as dimensões econômica, institucional e social da matriz preliminar de indicadores de sustentabilidade ambiental.

DIMENSÕES ECONÔMICA – INSTITUCIONAL – SOCIAL		
DIMENSÃO ECONÔMICA		
Indicador	Representação	Fonte
Produto Interno Bruto – PIB Per Capita	expressa o nível médio de renda da população em um país ou território.	Krama,(2008) IBGE, (2015)
Consumo de energia per capita	expressa o consumo final anual de energia por habitante, em um determinado território.	IBGE, (2015)
Índice de Desenvolvimento Humano IDH	mede o grau de desenvolvimento de certa sociedade.	IBGE, (2015)
Taxa de desemprego	Representa a proporção da população que é apta a trabalhar mas encontra-se desempregada em relação à chamada População Economicamente Ativa.	IBGE, (2015)
DIMENSÃO INSTITUCIONAL		
Indicador	Representação	Fonte
Existência e atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica	expressa a participação de municípios em Comitês de Bacias Hidrográficas.	Magalhães, (2010)
Existência de plano de bacia ou zoneamento.	Identifica as ações do poder público para a conservação e gestão dos recursos hídricos	Cerqueira, (2008) e adaptado de CORRÊA, (2007)
Investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia.	Visa identificar as ações para melhoria dos recursos hídricos	Adaptado de Barreto, (2017)
Investimentos (R\$) em drenagem pluvial/habitante da bacia	Valor total gasto pelo município com saneamento em R\$ / População Total do Município.	Adaptado de Barreto, (2017)

Participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento	Identifica a participação das comunidades locais na gestão da água e do saneamento em um país.	ANA, 2022
Eficiência do uso dos recursos hídricos dos seguintes setores usuários: agropecuária, indústria e serviços	Permite avaliar a eficiência do uso dos recursos hídricos.	ANA, 2022
Fiscalização do uso da água bruta e tratada nos empreendimentos.	Visa monitorar a atuação dos órgãos responsáveis	Magalhães, (2010)
Quantitativo de multas e infrações decorrentes do lançamento indevido de efluentes líquidos no rio	Possibilita avaliar no decorrer do tempo o cumprimento das normas.	Cerqueira, (2008)
DIMENSÃO SOCIAL		
Indicador	Representação	Fonte
Taxa de Fecundidade Total	expressa o nível de fecundidade de uma população. (IBGE)	Krama, (2008) IBGE, (2015)
Taxa geométrica do Crescimento Populacional	Percentual de incremento médio anual da população residente em determinado espaço geográfico, no período considerado	IBGE, (2015)
Rendimento Domiciliar Per Capita - IBGE	proporção de domicílios urbanos com rendimento mensal domiciliar per capita de até ½ salário mínimo	IBGE, (2015)
Índice de Gini (mede o grau de concentração de renda em um determinado grupo social) da Distribuição de Rendimento	expressa o grau de concentração na distribuição do rendimento da população.	Krama, (2008) IBGE, (2015)
Índice de urbanização (% de áreas impermeabilizadas)	Identifica o nível de urbanização da bacia.	Felicinto, (2019)
Verticalização de imóveis	Identifica a pressão imobiliária na área da bacia	Magalhães, (2010)

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

3.3 Construção do formulário e escolha dos especialistas

Definido as dimensões e os indicadores preliminares, partimos para a construção do Formulário por meio da Ferramenta do Google Forms. Este foi do tipo semiestruturado constituído por seções, distribuídas da seguinte forma: Seção 1 – breve apresentação da pesquisa e o convite para a participação; Seção 2 - informações básicas do respondente, objetivando traçar um perfil e a partir das Seções 3-9 – lista com o indicadores de sustentabilidade ambiental submetidos a apreciação. Logo abaixo tem-se a Tabela 2, onde consta a quantidade de indicadores por dimensão.

A matriz preliminar contará com 56 indicadores de sustentabilidade ambiental, conforme o Apêndice A. Formulário para determinação dos indicadores de sustentabilidade ambiental de rios urbanos, distribuídos nas seguintes dimensões:

Tabela 2 - Distribuição dos Indicadores por dimensão

Seção	Dimensão	Indicadores
03	Dimensão Ambiental/Ecologia	07
04	Dimensão Ambiental/Saneamento Ambiental	14
05	Dimensão Ambiental/Recursos Hídricos	08
06	Dimensão Ambiental/Qualidade de água	09
07	Dimensão Social	06
08	Dimensão Econômica	04
09	Dimensão Institucional	08

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Para a ponderação do indicador adotou-se a escala do tipo Likert, categorizada em ordem crescente de relevância, partindo de: Irrelevante (1); Pouco Relevante (2); Relevante (3); Relevância Moderada (4) e Muito Relevante (5). Ao final de cada dimensão constará uma questão aberta, onde o participante poderá fazer sugestões quanto a inserção e exclusão de novos indicadores.

Com o intuito de facilitar o processo de análise e resposta do participante foi inserido a definição de cada dimensão de sustentabilidade, retirada do site do IBGE. Basicamente a participação dos especialistas/técnicos consistirá na atribuição de relevância dos indicadores quanto à mensuração da sustentabilidade de um rio urbano.

Para a eleição dos indicadores de sustentabilidade ambiental que irão compor o sistema, iremos contar com a participação de especialistas e técnicos. Acerca disso, Côrrea (2007), ressalta que é imprescindível que o grupo de participantes seja constituído por membros com visões e saberes diferentes, garantindo assim que uma área de conhecimento não se sobressaia à outra.

Para Bossel (1999), ao optarmos por atribuir apenas aos especialistas a função de eleição dos indicadores, estamos sujeitos a construir indicadores restritos, em decorrência das respostas serem balizadas apenas pelo conhecimento específico dos mesmos, deixando de fora a realidade do local onde será aplicado os indicadores.

Diante disso, aplicar o formulário não só com os especialistas, mas, também iremos submeter aos técnicos integrantes de órgãos responsáveis pela temática ambiental e gestão e gerenciamento de recursos hídricos.

A escolha dos participantes ocorreu por meio da pesquisa dos Currículos Lattes, contatos profissionais próprios e também se utilizou das pesquisas técnicas e científicas que haviam sido levantadas na primeira etapa dessa pesquisa.

Para a aplicação do Formulário obteve-se o Parecer favorável do Comitê de Ética na Pesquisa da Universidade Federal do Ceará e também a Autorização de Pesquisa nº 07/2023,

emitida pela Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima – SEMA, a qual é Gestora do Parque do Cocó, conforme os Apêndices B e C, respectivamente.

3.4 Aplicação do método DELPHI

Para a validação dos indicadores de sustentabilidade ambiental faremos o uso do método Delphi, o qual é uma metodologia já consolidada e aplicada em diversos campos de estudos. Inclusive nos últimos anos tem sido implementada nas pesquisas que buscam avaliar a sustentabilidade, no que diz respeito a promover a identificação das questões que carecem de otimização a longo prazo em termos naturais, sociais e industriais. (Wang; Liang; Lin, 2018).

O método se baseia no fundamento de que um conjunto de especialistas é capaz de promover uma análise mais precisa e válida do que a realizada por um único indivíduo (BILLINGS, *et al.*, 2020). Ou seja, consiste em buscar o consenso dos especialistas/técnicos que detêm notório conhecimento na temática a ser analisada, seja no campo teórico ou prático.

Para se chegar ao consenso são realizadas rodadas sucessivas (Zarili, 2021). Afrouzian (2023), alerta que ao utilizar o termo consenso no método Delphi não se refere a chegar em uma condição de unanimidade, mas sim em um tipo de “acordo geral”.

A literatura não determina um número específico que representaria esse consenso, todavia nas pesquisas aqui analisadas foram aceitos os seguintes consensos: Oliveira (2019), 60%, Barreto, (2017) 50% e Afrouzian, (2023) 85%.

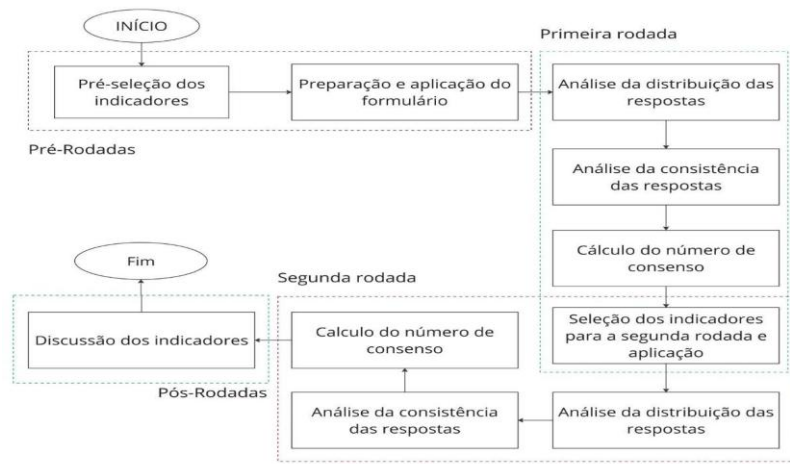
No que diz respeito ao número de especialistas que devem compor o grupo, a literatura não estabelece o quantitativo exato. Contudo, no estudo elaborado por Freitas; Marques (2018) recomenda-se que o número não deve ser inferior a 10 especialistas, para que se evite um baixo valor das contribuições.

Em relação às rodadas, a literatura sugere a aplicação de duas a quatro rodadas, entretanto ressalta que dependerá do nível de consenso obtido no decorrer da execução (Marques; Freitas, 2018). Porém, na maioria dos estudos encontrados foram realizadas apenas duas, como é o caso dos estudos de Cerqueira (2008), Sá (2021), Barreto (2017) e Billings (2020). As rodadas consistem em enviar os formulários para a avaliação dos participantes e buscam encontrar o número de consenso entre eles.

Dentre as principais vantagens oferecidas pelo método, podemos citar o anonimato dos participantes, o que garante a ausência de constrangimento ou mesmo a indução de respostas, situações que ordinariamente são vistas nas dinâmicas de grupo (Afrouzian, *et al.*, 2023).

Destaca-se ainda, o baixo custo de aplicação, feedback para o participante, variabilidade de saberes e culturas dos participantes. Porém, como qualquer técnica, esta também conta com desvantagens, entre as principais, tem-se muitas vezes o longo período de aplicação (Marques; Freitas, 2018). De forma sucinta, o procedimento de aplicação do método Delphi consistirá das seguintes etapas descritas no fluxograma da Figura 12.

Figura 12 - Fluxograma com as etapas de Aplicação do Método Delphi.



Fonte: Autora, 2024

3.4.1 Aplicação da 1ª Rodada do Método Delphi

A primeira rodada ocorreu no interstício de 20/12/2023 a 28/02/2024, esse longo interstício justifica-se em decorrência da necessidade de prorrogar por três vezes o prazo de devolução dos formulários, em virtude do período de festas de final de ano e férias. Acerca desta prorrogação informamos que a mesma também fez-se necessária nas pesquisas de Barreto (2018).

O formulário foi enviado para 70 especialistas (professores e demais profissionais da área ambiental), teve-se um retorno de 42 formulários, correspondendo ao percentual de 60% do total enviado e conseqüentemente um percentual de 40% de abstenção. Esse valor de abstenção seria aceitável por encontra-se inserido na faixa de 20% a 50%, conforme informado no estudo de (Massaroli, 2017).

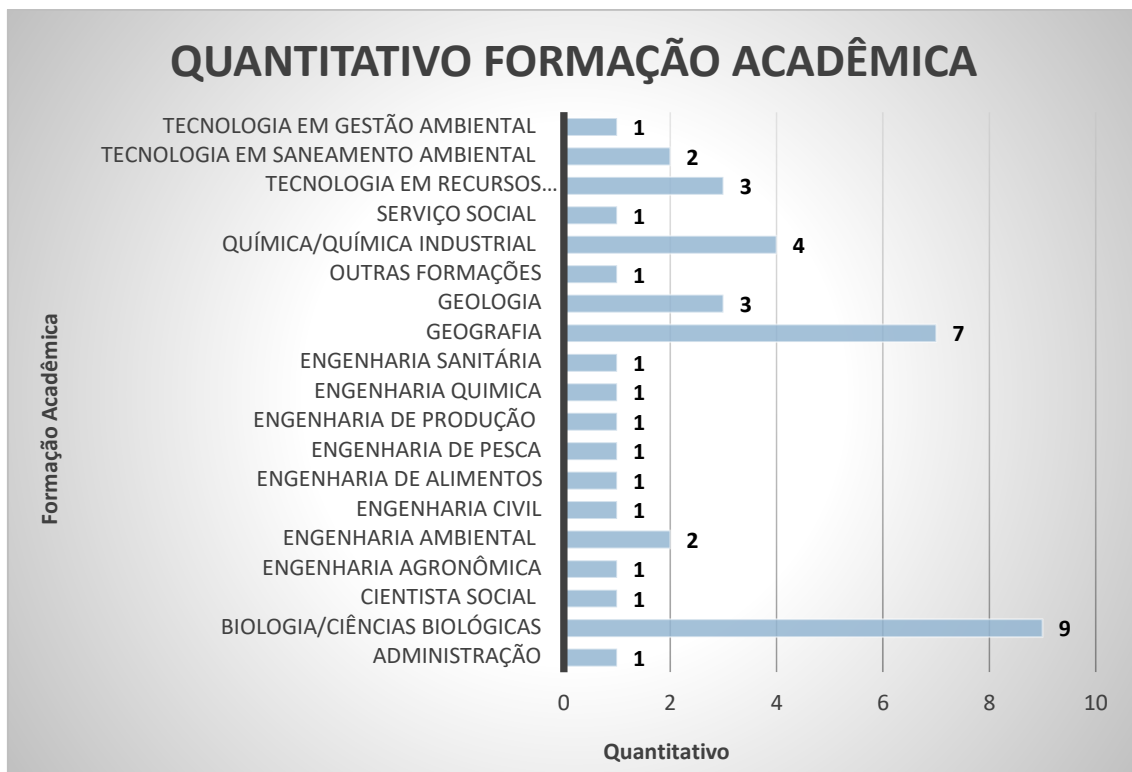
Antes de adentrar na questão específica da escolha dos indicadores por parte dos especialistas, iremos apresentar uma caracterização do grupo no que se refere à formação acadêmica, último nível de formação e ocupação atual, com o intuito de verificar como cada

grupo se comportava em relação à percepção da relevância dos indicadores, através de uma análise descritiva com frequências e distribuição categórica forneceu uma visão clara da predominância das respostas.

3.4.1.1 Caracterização e distribuição das respostas dos participantes

Se tratando da Formação Acadêmica dos participantes, consideramos que foi atendido o requisito da multidisciplinaridade, o qual é peça chave nas pesquisas referentes a sustentabilidade de sistemas, cabendo destaque às formações de Ciências Biológicas e Geografia, conforme a Figura 13 – Gráfico de Formação Acadêmica.

Figura 13 – Gráfico representando o quantitativo de pessoas por Formação Acadêmica.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

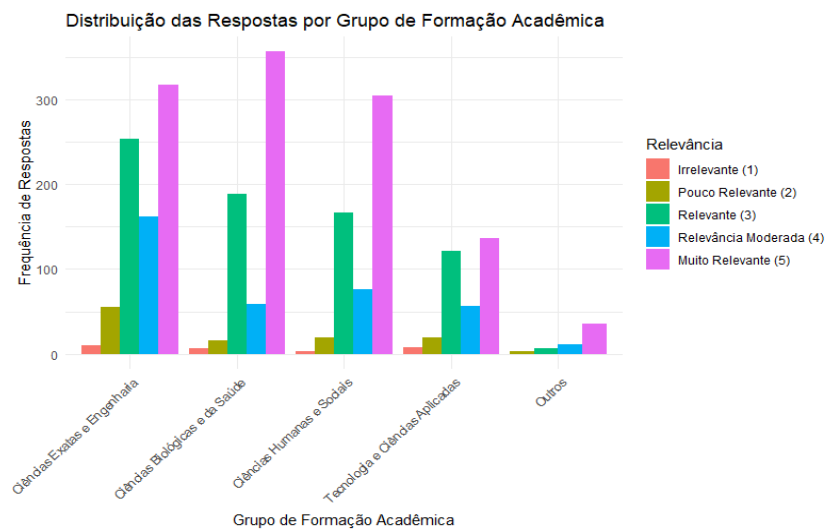
Com a finalidade de avaliarmos a escolha dos indicadores por parte dos especialistas com as formações acadêmicas foi realizado um agrupamento nas categorias como Ciências Exatas e Engenharias, Ciências Biológicas e da Saúde, Ciências Humanas e Sociais, e Tecnologias e Ciências Aplicadas, como mostra o Quadro 8. E na sequência tem-se a Figura 14, com a representando a distribuição das respostas

Quadro 8 – Agrupamento da formação acadêmica

Grupo de formação acadêmica	Formação acadêmica
Ciências Exatas e Engenharia	Engenharia Agrônoma, Engenharia de Alimentos, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia de Pesca, Engenharia de Produção, Engenharia Sanitária, Geologia, Química, Química Industrial
Ciências Biológicas e da Saúde	Biologia/Ciências Biológicas
Ciências Humana e Social	Serviço Social, Administração, Cientista Social, Geografia
Tecnologia e Ciências Aplicada	Tecnologia em Gestão Ambiental, Tecnologia em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental; Tecnologia em Saneamento Ambiental
Outros	Nível superior

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Figura 14 – Gráfico de Distribuição das respostas por grupo de formação acadêmica



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

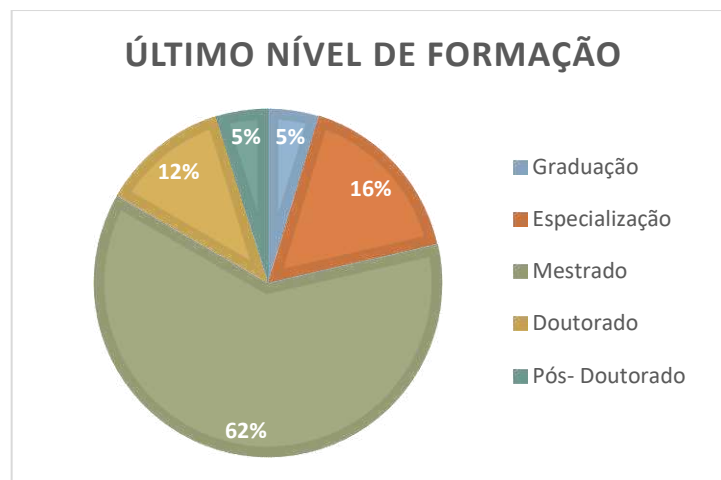
Ao analisarmos o gráfico da Figura 14, constata-se que a maioria dos entrevistados atribuiu aos indicadores a categoria de “muito relevante” (5), sendo essa a opção mais selecionada em todos os grupos de formação acadêmica, com destaque para o grupo de Ciências Biológicas e da Saúde.

Observa-se ainda uma alta frequência de respostas classificando os indicadores nas categorias “relevante” ou de “relevância moderada” (3 e 4, respectivamente), com maior ênfase para a opção relevante, especialmente no grupo de Ciências Exatas e Engenharia. Já as categorias “irrelevante” e “pouco relevante” (1 e 2, respectivamente) foram menos frequentes

em todos os grupos, sugerindo que, no geral, os entrevistados demonstraram um alto grau de concordância com os indicadores pré-selecionados.

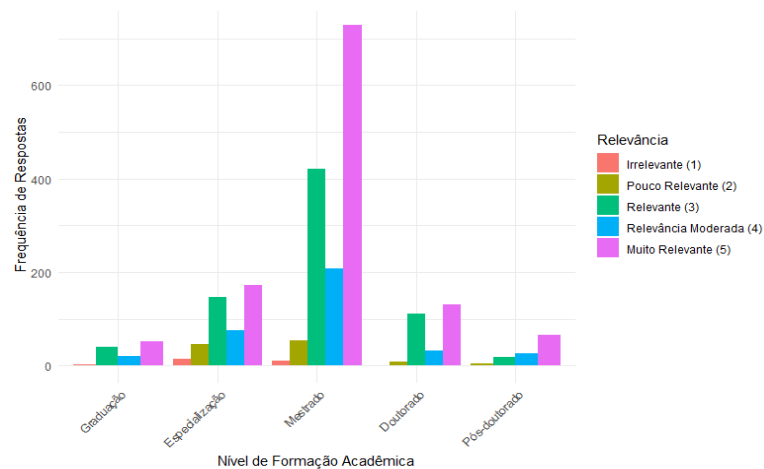
Em relação ao último nível de formação acadêmica, dos 42 especialistas que participaram da primeira rodada, 62% possuem o título de Mestrado, os demais quantitativos encontram-se descritos na Figura 15 – Gráfico representando o quantitativo de pessoas por último nível acadêmico e Figura 16 - Gráfico da distribuição das respostas considerando o último nível acadêmico.

Figura 15 – Gráfico representando o quantitativo de pessoas por último nível acadêmico .



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Figura 16 – Gráfico da distribuição das respostas considerando o último nível de Formação Acadêmica



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico presente na figura 16, identifica-se que a categoria "Muito Relevante" (5) foi a mais selecionada em quase todos os níveis de formação acadêmica, com destaque no nível de Mestrado. Além disso, a "Relevância Moderada" (4) e "Relevante" (3) aparecem em uma proporção considerável.

As categorias "Pouco Relevante" (2) e "Irrelevante" (1) foram observadas em menor frequência em todos os níveis de formação, sugerindo que, de maneira geral, ocorreu êxito na seleção dos indicadores que compuseram o formulário.

Cabe destacar, que no nível de Graduação há uma distribuição mais equilibrada entre as categorias de “relevante”, "relevância moderada” e “muito relevante”, sem predominância clara de uma única opção, refletindo uma visão mais diversificada entre esses entrevistados.

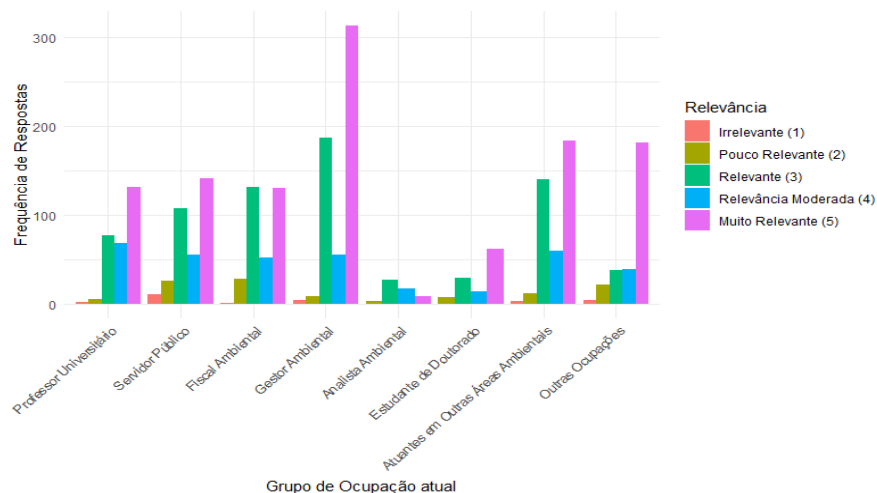
Por fim, em relação ao item “ocupação atual”, tem-se o agrupamento exposto na Tabela 3 e a distribuição das respostas ilustrada na Figura 17 – Distribuição das respostas por grupo de ocupação atual.

Tabela 3 – Agrupamento da ocupação atual

Grupo da ocupação atual	Quantitativo
Professor Universitário	05
Servidor Público	09
Fiscal ambiental	06
Gestor ambiental	10
Analista ambiental	01
Estudante de doutorado	02
Atuantes em outras área ambientais	06
Outras ocupações	03

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Figura 17 – Distribuição das respostas por grupo de ocupação atual



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Na figura 17, a categoria "Muito Relevante" (5), apresentou predominância em quase todos os grupos de ocupação atual, com grande destaque no grupo formado por gestores ambientais. Na sequência, a categoria com maior destaque é a “Relevante”, tendo maior destaque nas categorias de gestor ambiental e atuantes em outras áreas ambientais. Destaca-se ainda o fato de que no grupo de fiscais ambientais, tiveram indicadores classificados como as categorias de “muito relevante” e “relevante” na mesma quantidade.

3.4.1.2 Análise descritiva dos indicadores da 1ª Rodada

Para a avaliação dos indicadores foi empregada a estatística descritiva, através dos parâmetros como média, mediana, moda, desvio padrão e intervalo interquartil (IQR) 25% e 75%, para cada indicador, conforme pode ser visualizado no Quadro 9, proporcionando uma visão detalhada da distribuição das respostas e da variabilidade dos dados. Por meio das quais foi possível identificar a centralidade e a dispersão das percepções.

Quadro 9 – Estatística descritiva dos indicadores da 1ª Rodada do Método Delphi

INDICADOR	MÉDIA	MODA	MEDIANA	DESVIO PADRÃO	IQR 25%	IQR 75%
DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLOGIA						
Área com cobertura de vegetação natural e ou plantada/área total da bacia (%/ano)	4.52	5.00	5.00	0.83	4.00	5.00
Extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal (%)	4.60	5.00	5.00	0.80	5.00	5.00
Nº de nascentes preservadas/total de nascentes da bacia	4.43	5.00	5.00	0.94	4.00	5.00
Espécies extintas e ameaçadas de extinção	3.98	5.00	4.00	1.05	3.00	5.00
Existência de Espécies Invasoras	4.45	5.00	5.00	0.92	4.00	5.00
Queimadas e incêndios na área do rio principal	4.00	5.00	4.00	1.15	3.00	5.00
% de áreas suscetíveis a erosão	4.07	5.00	4.00	0.89	3.00	5.00
DIMENSÃO AMBIENTAL/SANEAMENTO AMBIENTAL						
% da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de abastecimento de água	3.93	5.00	4.00	1.00	3.00	5.00
Proporção da população da bacia interligada a uma rede de sistema de abastecimento de água	4.05	5.00	4.00	0.99	3.00	5.00
Média percentual das perdas físicas (vazamentos e faturadas)	3.43	3.00	3.00	1.09	3.00	4.00
Proporção da população interligada a rede de Esgotamento sanitário	4.48	5.00	5.00	0.86	4.00	5.00
% da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de esgotamento sanitário	4.67	5.00	5.00	0.72	5.00	5.00

Proporção de Águas Residuais tratadas de forma segura	4.33	5.00	5.00	0.93	3.00	5.00
N° de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal	4.45	5.00	5.00	0.92	4.00	5.00
Volume de esgoto gerado e coletado na bacia (m3/ano) na bacia	4.21	5.00	5.00	0.92	3.00	5.00
Volume de esgoto tratado (m3)/ano na bacia	4.17	5.00	4.50	0.93	3.00	5.00
% de domicílios com coleta regular de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) na bacia	3.95	5.00	4.00	0.94	3.00	5.00
% de Resíduos Sólidos Domiciliares com destinação final adequada	4.00	5.00	4.00	0.96	3.00	5.00
% de resíduos sólidos dispostos de forma irregular (a céu aberto)	4.07	5.00	4.50	1.07	3.00	5.00
% da área/urbana com cobertura de sistema de drenagem pluvial na bacia	3.71	3.00	4.00	0.94	3.00	4.75
% de internações por doenças de veiculação hídrica e demais doenças causadas pela falta de saneamento.	4.02	5.00	4.00	0.92	3.00	5.00
Percentual de ligações clandestinas de esgoto na rede de galerias pluviais	4.07	5.00	5.00	1.09	3.00	5.00
DIMENSÃO AMBIENTAL/RECURSOS HÍDRICOS						
Extensão dos corpos d'água canalizados e retificados na bacia/extensão total (%/km ²)	3.57	3.00	3.00	1.13	3.00	5.00
Coefficiente de escoamento superficial	3.40	3.00	3.00	1.06	3.00	4.00
Extensão dos trechos perenes na bacia/extensão total rio	3.86	3.00	4.00	0.98	3.00	5.00
% de domicílios cujos logradouros apresentaram ocorrência de enchente/bairro/bacia nos últimos 05 anos	4.07	5.00	4.00	0.92	3.00	5.00
% vazão total outorgada em relação a vazão passível de outorga	3.81	3.00	4.00	0.97	3.00	5.00
Volume de precipitação na bacia	3.86	3.00	3.50	0.93	3.00	5.00
Volume de efluentes lançados no rio principal, decorrentes das Outorgas de lançamento (m3/ano/Km ²)	4.24	5.00	5.00	0.98	3.00	5.00
Quantitativo de Outorgas de lançamento de efluentes emitidas para o Rio principal	4.31	5.00	5.00	0.98	3.25	5.00
DIMENSÃO AMBIENTAL/QUALIDADE DAS ÁGUAS						
Índice de Qualidade da Água - IQA	4.45	5.00	5.00	0.89	3.25	5.00
Índice de Estado Trófico - IET	4.43	5.00	5.00	0.89	3.25	5.00
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro OD (% amostras)	4.14	5.00	5.00	1.00	3.00	5.00
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes (% amostras)	4.43	5.00	5.00	0.94	3.25	5.00
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Fósforo Total (% amostras)	4.15	5.00	5.00	1.04	3.00	5.00
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro DBO (% amostras)	4.10	5.00	5.00	1.03	3.00	5.00
Quantitativo de pontos ativos de monitoramento da qualidade da água na bacia	4.00	5.00	4.50	1.06	3.00	5.00

Presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos.	4.21	5.00	5.00	0.98	3.00	5.00
Balneabilidade das praias	3.76	5.00	4.00	1.23	3.00	5.00
DIMENSÃO SOCIAL						
Taxa de Fecundidade Total	3.05	4.00	3.00	1.19	2.00	4.00
Taxa geométrica do Crescimento Populacional	3.62	3.00	4.00	1.15	3.00	5.00
Rendimento Domiciliar Per Capita - IBGE	3.60	4.00	4.00	0.86	3.00	4.00
Índice de Gini (mede o grau de concentração de renda em um determinado grupo social) da Distribuição de Rendimento	3.76	3.00	4.00	0.96	3.00	5.00
Índice de urbanização (% de áreas impermeabilizadas)	4.55	5.00	5.00	0.80	4.25	5.00
Verticalização de imóveis	3.55	3.00	3.50	1.11	3.00	4.00
DIMENSÃO ECONÔMICA						
Produto Interno Bruto – PIB Per Capita	3.55	4.00	4.00	1.04	3.00	4.00
Consumo de energia per capita	3.40	4.00	3.50	1.06	3.00	4.00
Índice de Desenvolvimento Humano IDH	4.19	5.00	5.00	0.99	3.00	5.00
Taxa de desemprego	3.64	4.00	4.00	1.12	3.00	4.75
DIMENSÃO INSTITUCIONAL						
Existência e atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica	4.17	5.00	5.00	1.08	3.00	5.00
Existência de plano de bacia ou zoneamento.	4.31	5.00	5.00	0.95	3.00	5.00
Investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia.	4.36	5.00	5.00	0.93	3.00	5.00
Investimentos (R\$) em drenagem pluvial/habitante na bacia	4.00	5.00	4.00	0.99	3.00	5.00
Participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento	4.26	5.00	5.00	0.96	3.00	5.00
eficiência do uso dos recursos hídricos dos seguintes setores usuários: agropecuária, indústria e serviços...etc	4.12	5.00	5.00	0.97	3.00	5.00
Fiscalização do uso da água bruta e tratada nos empreendimentos	4.17	5.00	5.00	1.15	3.00	5.00
Quantitativo de multas e infrações decorrentes do lançamento de efluentes líquidos no rio	3.74	3.00	4.00	1.15	3.00	5.00

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

O quadro acima refere-se aos valores de média, moda, desvio padrão e intervalo interquartil (IQR) 25% e 75%, resultantes da aplicação da 1ª Rodada do Delphi. Iniciando pelos indicadores da dimensão ambiental/ecologia, desta destacaram-se os indicadores extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal e nº de nascentes preservadas/total de nascentes da bacia, ambos com medianas e modas iguais a 5. O desvio padrão relativamente baixo nesses indicadores (0.80 e 0.94, respectivamente) reforça a consistência das avaliações, com pouca variação entre os respondentes.

Dando continuidade temos o indicador % de áreas suscetíveis à erosão, com uma média de 4.07 e uma moda de 5, também se destaca, mas apresenta um IQR de 3.00 a 5.00, mostrando que, apesar de uma tendência da maioria considerar o indicador “muito relevante”, há uma variação nas percepções dos respondentes.

Por outro lado, alguns indicadores assumiram uma maior dispersão nas opiniões, podendo citar: espécies extintas e ameaçadas de extinção, com uma média de 3.98 e um desvio padrão de 1.05. Da mesma forma, o indicador relacionado a queimadas e incêndios na área do rio principal, com uma média de 4.00 e IQR entre 3.00 e 5.00, indica que, embora haja avaliações “muito relevante” (moda de 5), existe também uma parcela considerável de avaliações moderadas, sugerindo uma preocupação constante, mas não unânime, com relação a esse indicador.

Se tratando da dimensão ambiental/saneamento ambiental, conforme o Quadro 8, os indicadores foram categorizados predominantemente na categoria “relevância moderada (4)” e “muito relevante (5)”. Os Indicadores de proporção da população interligada a rede de esgotamento sanitário e o percentual da bacia hidrográfica dotada de cobertura da rede de esgotamento sanitário, ambos com medianas e modas iguais a 5, destacam-se como os mais relevantes. Se tratando do desvio padrão os valores corresponderam a 0.86 e 0.72, respectivamente, reforçando a consistência das avaliações.

Da mesma forma, o nº de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/Km de extensão do rio principal e o volume de esgoto tratado (m³)/ano) da bacia, com médias de 4.45 e 4.17, respectivamente, e modas de 5, indicam que os especialistas consideram importante o tratamento e o controle dos efluentes, apesar de uma leve dispersão nas opiniões, apesar de uma leve dispersão nas opiniões, como indicado pelos desvios padrão (0.92 e 0.93, respectivamente). O IQR para esses indicadores varia entre 3.00 e 5.00.

Por outro lado, alguns indicadores revelam maior dispersão nas opiniões, como o indicador média percentual das perdas físicas de água (vazamentos e faturadas) e o percentual de ligações clandestinas de esgoto na rede de galerias pluviais. Em relação às perdas físicas de água (vazamentos e faturadas), encontrou-se uma média de 3.43, mediana e moda de 3.00 e desvio padrão de 1.09. Além disso, o indicador relacionado ao percentual de ligações clandestinas de esgoto, com uma média de 4.07, moda de 5 e desvio padrão de 1.09.

Referente a dimensão ambiental/recursos hídricos, no Quadro 8, pode ser verificado, que os indicadores apresentam avaliações variadas, com algumas considerações moderadas. Os indicadores como o volume de efluentes lançados no rio principal decorrentes das outorgas de lançamento (m³/ano/Km²) e o quantitativo de outorgas de lançamento de

efluentes emitidas para o rio principal, ambos com medianas e modas iguais a 5. O desvio padrão de 0.98 para ambos pode incidir consistência nas avaliações.

Da mesma forma, o indicador de % de domicílios cujos logradouros apresentaram ocorrência de enchente nos últimos 5 anos, com uma média de 4.07 e moda de 5, reflete a consideração como “muito relevante”, embora o intervalo interquartil (IQR) varia entre 3.00 e 5.00, mostrando que há variação nas respostas.

Por outro lado, há indicadores com percepções mais moderadas, como extensão dos corpos d’água canalizados e retificados na bacia/extensão total (%/km²) e o coeficiente de escoamento superficial, ambos com uma média de 3.57 e 3.40, respectivamente, e modas de 3. Esses refletem uma percepção de relevância moderada, com um desvio padrão de 1.13 e 1.06, mostrando que há uma variação significativa nas respostas.

Os indicadores volume de precipitação na bacia e a extensão dos trechos perenes na bacia/extensão total rio, ambos com médias de 3.86, também refletem uma percepção, com o IQR entre 3.00 e 5.00, revelando que ainda existem variações nas respostas.

Partindo para a dimensão ambiental/qualidade das águas, identificou-se uma prevalência das categorias “relevância moderada (4)” e “muito relevante (5)”. Os indicadores como Índice de Qualidade Ambiental (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET) se destacam com médias de 4.45 e 4.43, respectivamente, ambos com modas e medianas iguais a 5, e desvio padrão de 0.89, tendo como base esses resultados, identifica-se que ambos tiveram consistência entre as respostas, com pouca dispersão.

A taxa de conformidade da água em relação aos parâmetros de coliformes termotolerantes e fósforo (% amostras) apresentaram medianas e modas de 5.00, além de desvios padrões de 0.94 e 1.04, respectivamente. Esses indicadores mostram que a maioria dos respondentes considera-os válidos como indicadores de qualidade, apesar de haver uma leve dispersão nas respostas.

Por outro lado, indicador como a balneabilidade das praias apresentam uma média de 3.76, com um desvio padrão mais alto (1.23), refletindo uma percepção mais variada por parte dos participantes da rodada. O intervalo interquartil (IQR) de 3.00 a 5.00 indica que, embora haja avaliações como “relevância moderada” ou “muito relevante”, existe também uma parcela de respostas que ocasionaram variação no seu padrão.

A taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), com uma média de 4.10 e desvio padrão de 1.03, mostra uma consideração como relevância moderada, embora com alguma variação nas respostas. Por fim, a presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos, com uma média de 4.21 e

um desvio padrão de 0.98, mostrando que no geral, o indicador foi considerado com “relevância moderada”.

No que diz respeito aos indicadores da Dimensão Social, ocorreu uma variação considerável na avaliação dos especialistas. Iniciando pelo indicador taxa de fecundidade total apresenta uma média de 3.05, com uma moda de 4.00 e desvio padrão de 1.19, sugerindo opiniões diversificadas sobre este indicador.

A taxa geométrica de crescimento populacional e o rendimento domiciliar per capita apresentam médias de 3.62 e 3.60, respectivamente, com modas de 3.00 e 4.00, foram categorizados como “relevante” e “relevância moderada”, mas com alguma variação nas respostas, como mostram os desvios padrão de 1.15 e 0.86, respectivamente. Por outro lado, indicadores como o Índice de urbanização (% de áreas impermeabilizadas) destacam-se com “relevância moderada” e “muito relevante”, com uma média de 4.55, moda e mediana de 5.00, e um desvio padrão de apenas 0.80. O índice de Gini, com uma média de 3.76 e desvio padrão de 0.96, enquanto a verticalização de imóveis (média de 3.55) apresenta considerações variadas, com um desvio padrão de 1.11.

Em relação aos Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Econômica, no Quadro 8, pode ser observado que predomina a consideração como “relevante (3)” e “relevância moderada (4)”. Iniciando pelo Produto Interno Bruto – PIB Per Capita, com uma média de 3.55, com moda e mediana de 4.00, assim como a taxa de desemprego, com uma média de 3.64, embora com variação moderada, como mostram os desvios padrão de 1.04 e 1.12, respectivamente.

O consumo de energia per capita também apresenta uma avaliação semelhante, com uma média de 3.40. Por outro lado, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) se destaca, com uma média de 4.19, moda e mediana de 5.00.

Por fim, temos a Dimensão institucional, prevalecendo as categorias “relevância moderada” e “muito relevante”. A existência e atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica e a existência de plano de bacia ou zoneamento destacam-se com medianas e modas de 5.00, e médias de 4.17 e 4.31, respectivamente.

O indicador Investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia, também teve destaque, com uma média de 4.36 e desvio padrão de 0.93, indicando consistência nas respostas. Contudo, o quantitativo de multas e infrações decorrentes do lançamento de efluentes líquidos no rio, com uma média de 3.74 e desvio padrão de 1.15, apresentou variação das respostas.

3.4.1.3 Cálculo do Número de Consenso da 1ª Rodada

Foi calculado o número de consenso para cada indicador, considerando as respostas que se enquadravam nas categorias "Relevante", "Relevância Moderada" e "Muito Relevante". Os indicadores que alcançaram um NC igual ou superior a $\geq 60\%$ foram selecionados para a segunda rodada. No Quadro 10, consta os valores do número de NC de cada indicador.

Para calcular o número de consenso, foi adotado uma função personalizada, a qual encontra-se descrita na Figura 1, que avalia a proporção de respostas que atendem aos critérios de consenso para cada indicador.

Figura 18– Função personalizada para cálculo do número de consenso no RStudio

```
NC <- function(column) {
  n_consenso <- sum(column >= 3, na.rm = TRUE) # Considerando respostas >= 3 (Relevante)
  total <- length(column)
  nc <- (n_consenso / total) * 100
  return(nc)
}
```

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Quadro 10– Número de consenso da 1ª Rodada do Delphi

INDICADORES	NC Calculado
	Resposta = 3 ou 4 ou 5
DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLOGIA	
Área com cobertura de vegetação natural e ou plantada/área total da bacia (%/ano)	78.571
Extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal (%)	78.571
Nº de nascentes preservadas/total de nascentes da bacia	73.810
Espécies extintas e ameaçadas de extinção	54.762
Existência de Espécies Invasoras	76.190
Queimadas e incêndios na área do rio principal	52.381
% de áreas suscetíveis à erosão	50.000
DIMENSÃO AMBIENTAL/SANEAMENTO AMBIENTAL	
% da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de abastecimento de água	42.857
Proporção da população da bacia interligada a uma rede de sistema de abastecimento de água	50.000
Média percentual das perdas físicas (vazamentos e faturadas	21.429
Proporção da população interligada a rede de Esgotamento sanitário	71.429
% da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de esgotamento sanitário	80.952
Proporção de Águas Residuárias tratadas de forma segura	64.286

N ° de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal	71.429
Volume de esgoto gerado e coletado na bacia (m3/ano) na bacia	54.762
Volume de esgoto tratado (m3)/ano na bacia	52.381
% de domicílios com coleta regular de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) na bacia]	42.857
% de Resíduos Sólidos Domiciliares com destinação final adequada	45.238
% de resíduos sólidos dispostos de forma irregular (a céu aberto	50.000
% da área/ urbana com cobertura de sistema de drenagem pluvial na bacia	28.571
% de internações por doenças de veiculação hídrica e demais doenças causadas pela falta de saneamento.	42.857
[Percentual de ligações clandestinas de esgoto na rede de galerias pluviais	52.381
DIMENSÃO AMBIENTAL/RECURSOS HÍDRICOS	
Extensão dos corpos d'água canalizados e retificados na bacia/extensão total (%/km2)	30.952
Coefficiente de escoamento superficial	23.810
Extensão dos trechos perenes na bacia/extensão total	33.333
% de domicílios cujos logradouros apresentaram ocorrência de enchente/bairro/bacia nos últimos 05 anos	40.476
% vazão total outorgada em relação a vazão passível de outorga	30.952
Volume de precipitação na bacia	35.714
Volume de efluentes lançados no rio principal, decorrentes das Outorgas de lançamento (m3/ano/Km2)	59.524
Quantitativo de Outorgas de lançamento de efluentes emitidas para o Rio principal	61.905
DIMENSÃO AMBIENTAL/QUALIDADE DAS ÁGUAS	
Índice de Qualidade da Água- IQA	71.429
Índice de Estado Trófico - IET	69.048
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro OD (% amostras)	54.762
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes (% amostras)	71.429
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Fósforo Total (% amostras)	57.143
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro DBO (% amostras)	54.762
Quantitativo de pontos ativos de monitoramento da qualidade da água na bacia	50.000
Presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos.	59.524
Balneabilidade das praias	40.476
DIMENSÃO SOCIAL	
Taxa de Fecundidade Total	7.143
Taxa geométrica do Crescimento Populacional	28.571
Rendimento Domiciliar Per Capita - IBGE	14.286
Índice de Gini (mede o grau de concentração de renda em um determinado grupo social) da Distribuição de Rendimento	28.571
Índice de urbanização (% de áreas impermeabilizadas)	73.810
Verticalização de imóveis	23.810

DIMENSÃO ECONÔMICA	
Produto Interno Bruto – PIB Per Capita	19.048
Consumo de energia per capita	14.286
Índice de Desenvolvimento Humano IDH	54.762
Taxa de desemprego	26.190
DIMENSÃO INSTITUCIONAL	
Existência e atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica	59.524
Existência de plano de bacia ou zoneamento.	64.286
Investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia.	66.667
Investimentos (R\$) em drenagem pluvial/habitante na bacia	45.238
Participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento	59.524
Eficiência do uso dos recursos hídricos dos seguintes setores usuários: agropecuária, indústria e serviços...etc	52.381
Fiscalização do uso da água bruta e tratada nos empreendimentos	59.524
Quantitativo de multas e infrações decorrentes do lançamento de efluentes líquidos no rio	35.714

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Na dimensão ambiental/ecologia, como mostra o Quadro 9, os indicadores com maior número de consenso foram a área com cobertura de vegetação natural e/ou plantada/área total da bacia %/ano (78,571) e a extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal (78,571), seguidos pelo número de nascentes preservadas/total de nascentes da bacia (73,810) e existência de espécies invasoras (76,190) também apresentou um NC \geq 60% e seguiram para a segunda rodada do Delphi.

Todavia os indicadores espécies extintas e ameaçadas de extinção (54,762), queimadas e incêndios na área do rio principal (52,381) e % de áreas suscetíveis à erosão (50,000), obtiveram o valor do NC < 60% e foram excluídos da 2ª rodada do Delphi.

A dimensão ambiental/saneamento ambiental, os indicadores que apresentaram número de consenso igual ou superior a 60%, foram: % da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de esgotamento sanitário (80,952) e a proporção da população interligada à rede de esgotamento sanitário (71,429), seguidos pela proporção de águas residuárias tratadas de forma segura (64,286) e o número de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal (71,429).

Os demais indicadores obtiveram o NC < 60% e não compuseram a rodada seguinte, dentre estes destacamos os seguintes: cobertura da rede de abastecimento de água (42,857), proporção de domicílios com coleta regular de resíduos sólidos domiciliares (42,857), e a proporção da população interligada ao sistema de abastecimento de água (50,000).

Acerca da dimensão ambiental/recursos hídricos, conforme o Quadro 9, os indicadores com maior consenso incluem o quantitativo de outorgas de lançamento de efluentes emitidas para o rio principal (61,905) e o volume de efluentes lançados no rio principal decorrentes das outorgas de lançamento (59,524).

Todavia vários outros indicadores, como a extensão dos corpos d'água canalizados e retificados na bacia (30,952), o coeficiente de escoamento superficial (23,810), e a extensão dos trechos perenes na bacia (33,333), apresentaram $NC < 60\%$, sendo, portanto, excluídos para a rodada 2.

Na dimensão ambiental/qualidade das águas, os indicadores com maior consenso foram o Índice de Qualidade da Água (IQA) (71,429), o Índice de Estado Trófico (IET) (69,048), e a taxa de conformidade da água em relação aos coliformes termotolerantes (71,429).

Outros indicadores com NC significativo incluem a taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro fósforo total (57,143) e a presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos (59,524), que não atingiram o NC de 60%, assim como a balneabilidade das praias (40,476). Contudo como o indicador presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos apresentou o NC bem próximo ao número de consenso decidiu-se por inseri-lo na na rodada 2, os outros dois foram excluídos.

No que tange à dimensão social, o único indicador com consenso significativo foi o índice de urbanização (% de áreas impermeabilizadas), que obteve um NC de 73,810 %. Entretanto, os demais indicadores, como a taxa de fecundidade total (7,143), a taxa geométrica do crescimento populacional (28,571), e o índice de Gini (28,571), apresentaram $NC < 60\%$.

Sobre a dimensão econômica, o único indicador que atingiu consenso significativo foi o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), com um NC de 54,762, mas não chegou a atingir o valor de corte $NC \geq 60\%$. Os outros indicadores, como o Produto Interno Bruto - PIB per capita (19,048), o consumo de energia per capita (14,286) e a taxa de desemprego (26,190), também apresentaram $NC < 60\%$.

No que toca a dimensão institucional, os indicadores com maior consenso foram a existência de plano de bacia ou zoneamento (64,286), os investimentos públicos em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia (66,667), e a participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento (59,524). Além disso, a fiscalização do uso da água bruta e tratada nos empreendimentos (59,524) e a existência e atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica (59,524) também se aproximaram do consenso.

Assim como na dimensão qualidade das águas, nesta também tivemos indicadores que chegaram a NC de 59,5%, ou seja, bem próximo a nota de corte $NC \geq 60$, em virtude disso

decidiu-se por introduzi-los na segunda rodada. Já os entanto os demais não seguiram para a etapa subsequente.

Na dimensão social apenas o indicador de Índice de urbanização (% de áreas impermeabilizadas) atingiu o número de consenso, contudo os especialistas sugeriram a inclusão dos seguintes indicadores: a existência de representação da comunidade local ou se existe organização da comunidade diretamente relacionada ao recurso hídrico, níveis de escolaridade e densidade demográfica. Ao avaliarmos esses indicadores decidiu-se por inserir “nível de escolaridade” e “densidade demográfica”, tendo em vista que o indicador de representação da comunidade já constava na dimensão institucional.

Já na dimensão econômica nem um dos indicadores avaliados atingiu o $NC \geq 60\%$, diante deste fato e estando ciente da importância desta dimensão dentro da sustentabilidade decidiu-se por inserir todos os indicadores na segunda etapa, para verificar se os níveis de consenso iriam persistir.

3.4.1.4 Aplicação do Coeficiente Alfa de Cronbach – 1ª Rodada

Para garantir a confiabilidade das respostas e a consistência interna dos indicadores foi empregado o coeficiente Alfa de Cronbach em ambas as rodadas do Delphi. Essa aplicação, conforme Rodríguez-Rodríguez e Reguant-Álvarez, (2020), são comumente empregadas na análise de questionários, escalas e testes exige, pois estes carecem de verificação de consistência e confiabilidade. onde sua interpretação está exposta na Tabela w. Para isso, no RStudio, foi utilizado a função *alpha* do pacote *psych*.

Este procedimento foi o mesmo adotado por Martins et al., 2011, onde o pesquisador conseguiu promover a medição da variância das respostas de cada indicador e de cada participante. Nesta pesquisa adotou-se a classificação do alfa de Cronbach, utilizada por Hassanein (2015), baseado nas referências de Streiner (2003), a qual encontra-se descrita na Tabela 4.

Tabela 4. Classificação do Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Consistência Interna
$\alpha > 0,5$	Nula
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Baixa
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Aceitável
$0,7 \leq \alpha < 0,9$	Boa
$\alpha \geq 0,90$	Excelente

Fonte: Adaptado de Streiner, 2003

Após o cálculo do alfa de Cronbach encontrou-se para o conjunto geral um valor de 0,92, indicando uma consistência interna “excelente” entre todos os indicadores, sugerindo que o conjunto de dados tem uma boa confiabilidade geral. Já na análise das dimensões separadamente, destaca-se as dimensões "Ambiental/Qualidade das Águas" e "Ambiental/Saneamento Ambiental", como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Coeficiente alfa de Cronbach para cada dimensão

Dimensão	Coeficiente alfa de Cronbach
Ambiental/Ecologia	0,62
Ambiental/Saneamento Ambiental	0,80
Ambiental/Recursos Hídricos	0,78
Ambiental/Qualidade das Águas	0,83
Social	0,77
Econômica	0,76
Institucional	0,80

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Conforme Matthiesen (2011), a literatura não possui um consenso acerca do valor mínimo do coeficiente de Cronbach que poderia ser aceito, a maioria dos pesquisadores utiliza como mínimo o valor de 0,7. Todavia em estudos exploratórios pode ser aceito um valor mínimo de 0,6 do alfa de Cronbach (Mathiesen, 2011, apud Hair Junior *et al.*, 2005).

A análise dos coeficientes alfa de Cronbach, indicaram que todas as dimensões apresentam boa consistência interna. A dimensão Ambiental/Ecologia, com um coeficiente de 0,62, é considerada "aceitável", mostrando uma certa consistência entre as respostas.

As demais dimensões: Saneamento Ambiental (0,80), Recursos Hídricos (0,78), Qualidade das Águas (0,83), Institucional (0,80), Social (0,77) e Econômica (0,76) são definidas como confiabilidade "Boa", refletindo uma boa consistência interna.

Acerca da diferença nos valores do alfa de Cronbach entre as dimensões individuais e o conjunto geral, pode ser explicada pela influência do número de itens e da transparência média entre eles. Quando o número de itens aumenta, como no alfa geral, há uma maior probabilidade de encontrar correlações entre os indicadores.

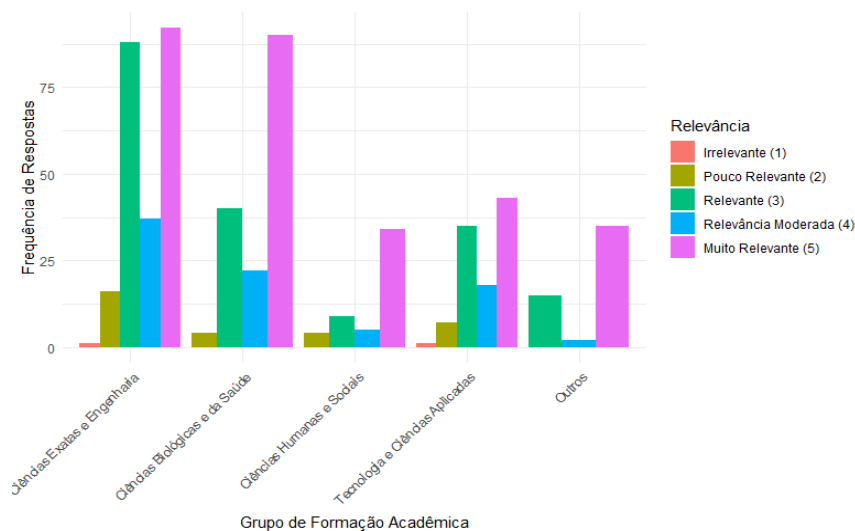
3.4.2 Aplicação da 2ª Rodada do Método Delphi

Após finalizar o cálculo do número de consenso e verificar a consistência interna das respostas prosseguiu-se para a aplicação da segunda rodada do Delphi. Sendo que dos 56 indicadores pré-selecionados para a 1ª rodada, apenas 25 foram prosseguiram para a 2ª rodada.

Na segunda rodada o formulário foi enviado para os 42 especialistas que responderam a primeira e obteve um retorno de 23 respostas, equivalente a 57,46 %. De acordo com (Miranda *et al.*, 2012), esse quantitativo é válido, pois só existem prejuízos nos resultados, no que refere-se ao atingimento de consenso e o valor das informações obtidas, quando o número de retorno dos formulários é abaixo do 10 respostas de especialistas.

Assim como foi feito para a primeira rodada, também procedemos com análise da distribuição das respostas por grupo de formação acadêmica, do último nível de formação e da ocupação. Iniciaremos pela distribuição por formação acadêmica, a qual é apresentada na Figura 19.

Figura 19 – Distribuição das respostas por grupo de formação acadêmica



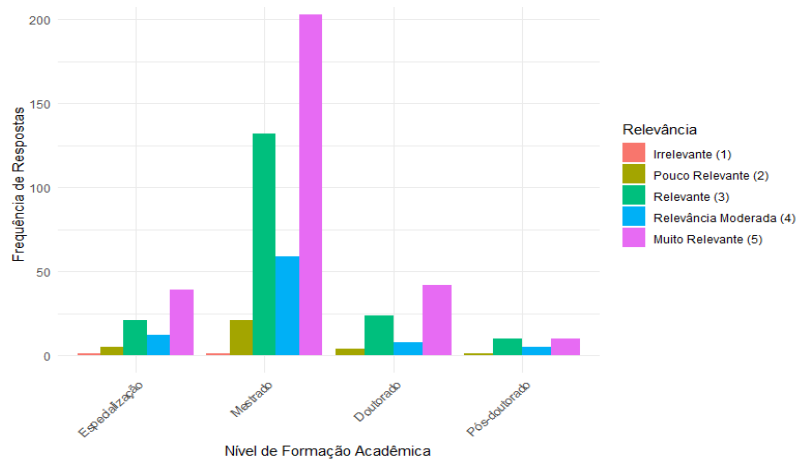
Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Na Figura 18 pode ser observada que a maioria dos indivíduos determinados os indicadores como "muito relevantes" (5), tendo mais destaque no grupo de ciências biológicas e da saúde, ciências humanas e sociais e outros.

No grupo de Ciências Exatas e Engenharia, e tecnologia e ciências aplicadas a quantidade de indicadores classificados como "muito relevante" (5) e "relevante" (3), foi próxima. Além disso, é notável que poucos indicadores tiveram classificação como "Pouco Relevante" (2) e "Irrelevante" (1).

Acerca da distribuição das respostas referente ao último nível de formação acadêmica e a Figura 20 - Distribuição das respostas por grupo do último nível de formação.

Figura 20 - Distribuição das respostas por grupo do último nível de formação.



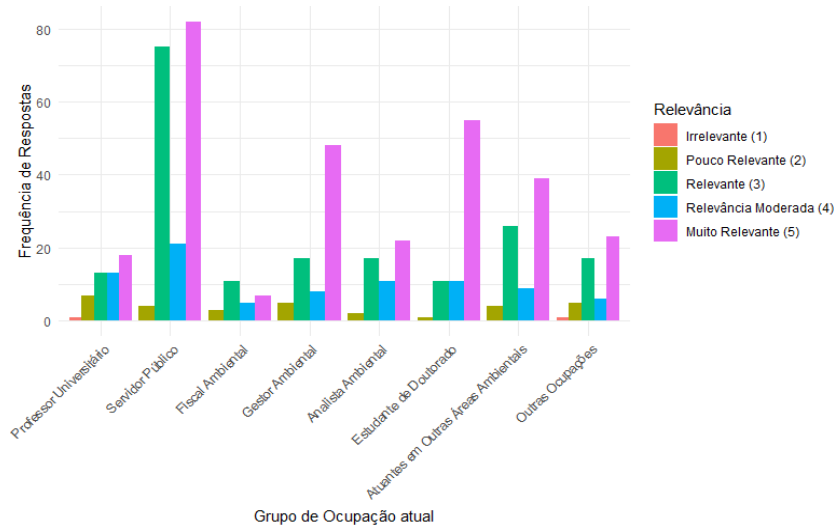
Fonte: Autora, 2024

A Figura 19, mostra que a opção "Muito Relevante" (5) foi a mais selecionada em quase todos os níveis de formação acadêmica, com destaque significativo no nível de mestrado. No nível Pós-doutorado pode ser observado que a quantidade de indicadores classificados como "Relevante" (3) e "Muito Relevante" (5), ficou bem próxima.

Além disso, observa-se que a categoria de "irrelevante" só foi observada no grupo de especialização e mestrado, enquanto que a categoria de pouco "relevante" há em todos os grupos, ainda que represente uma pequena parcela.

Por fim, temos a Figura 21, que representa o gráfico de distribuição de respostas por agrupamento da ocupação atual.

Figura 21 – Distribuição das respostas por grupo de ocupação atual



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Referente a ocupação atual, pode ser analisado na Figura 6, que a opção "Muito Relevante" (5), foi predominante em quase todos os grupos de ocupação atuais, com maior destaque no grupo de Servidores Públicos, porém nesse grupo a categoria "Relevante" (3) também é destacada.

Na categoria fiscal ambiental, a predominância é da opção relevante. A categoria "Irrelevante" (1), foi selecionada apenas nos grupos de professor universitário e de outras opções. Em relação à categoria pouco relevante (2), é possível ser observado em todos os grupos, apesar de ser em menor frequência.

4.4.2.1 Análise descritiva dos indicadores da 2ª Rodada

Uma nova análise descritiva foi conduzida para avaliar as mudanças nas distribuições de respostas e verificar a consistência das percepções após a segunda rodada. Na sequência temos a análise estatística descritiva dos indicadores da segunda rodada está exposta no Quadro 11.

Quadro 11 – Estatística descritiva dos indicadores da 2ª Rodada

INDICADORES	MÉDIA	MODA	MEDIANA	DESVI O PADRÃO	IQR 25%	IQR 75%
DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLOGIA						
Área com cobertura de vegetação natural e ou plantada/área total da bacia (%/ano)	4.22	5.00	5.00	1.04	3.00	5.00

Extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal (%)	4.39	5.00	5.00	0.94	3.00	5.00
Nº de nascentes preservadas/total de nascentes da bacia	4.22	5.00	5.00	1.04	3.00	5.00
Existência de Espécies Invasoras	3.52	3.00	3.00	0.95	3.00	4.00
DIMENSÃO AMBIENTAL/SANEAMENTO AMBIENTAL						
% da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de abastecimento de água	3.83	3.00	4.00	1.03	3.00	5.00
Proporção da população interligada a rede de Esgotamento sanitário	4.35	5.00	5.00	0.93	3.00	5.00
% da bacia hidrográfica dotada de cobertura de rede de esgotamento sanitário	4.39	5.00	5.00	0.89	3.50	5.00
Nº de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal	4.30	5.00	5.00	1.15	3.00	5.00
DIMENSÃO AMBIENTAL/RECURSOS HÍDRICOS						
Volume de efluentes lançados no rio principal, decorrentes das Outorgas de lançamento (m ³ /ano/Km ²)	4.43	5.00	5.00	0.90	3.50	5.00
Quantitativo de Outorgas de lançamento de efluentes emitidas para o Rio principal	3.91	3.00	4.00	0.95	3.00	5.00
DIMENSÃO AMBIENTAL/QUALIDADE DAS ÁGUAS						
Índice de Qualidade da Água - IQA	4.13	5.00	5.00	1.06	3.00	5.00
Índice de Estado Trófico - IET	4.48	5.00	5.00	0.85	4.00	5.00
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes (% amostras)	4.30	5.00	5.00	0.97	3.50	5.00
Presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos.	4.48	5.00	5.00	0.85	4.00	5.00
DIMENSÃO SOCIAL						
Índice de urbanização	4.04	5.00	4.00	0.98	3.00	5.00
Nível de Escolaridade	3.57	4.00	4.00	0.84	3.00	4.00
Densidade Demográfica	3.83	3.00	4.00	0.94	3.00	5.00
DIMENSÃO ECONÔMICA						
Produto Interno Bruto – PIB per capita	3.57	4.00	4.00	0.84	3.00	4.00
Consumo de energia	3.22	3.00	3.00	1.04	2.00	4.00
Índice de Desenvolvimento Humano - IDH	4.17	5.00	5.00	0.98	3.00	5.00
Taxa de desemprego	3.70	4.00	4.00	0.93	3.00	4.00
DIMENSÃO INSTITUCIONAL						
Existência e atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica	3.87	5.00	3.00	1.14	3.00	5.00
Existência de plano de bacia ou zoneamento.	4.39	5.00	5.00	0.99	3.50	5.00
Investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia.	4.43	5.00	5.00	0.95	4.00	5.00
Participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento	4.30	5.00	5.00	0.93	3.00	5.00
Fiscalização do uso da água bruta e tratada nos empreendimentos	3.65	3.00	3.00	1.19	3.00	5.00

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Pode ser observado na Figura 19, que os indicadores da dimensão ambiental/ecológica, observa-se uma predominância da consideração como “muito relevante” para os indicadores extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal e número de nascentes preservadas/total de nascentes da bacia, ambos com medianas e modas iguais a 5. Por outro lado, o indicador de existência de espécies invasoras apresentou uma média de 3,52 e moda de 3.

Se tratando de desvio padrão, o indicador extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal apresentou valor de (0,94), indicando uma consistência nas respostas. Já o nº de nascentes preservadas/total de nascentes da bacia, obteve um resultado de desvio padrão de 1,04, demonstrando um pouco mais de variabilidade nas respostas.

Na sequência, tem-se os indicadores da dimensão ambiental/saneamento ambiental destacando-se o indicador de proporção da população interligada à rede de esgotamento sanitário, que apresenta uma mediana e moda de 5. Além disso, o intervalo interquartil (IQR) varia entre 3,00 e 5,00, o que demonstra uma concentração das respostas nas faixas mais altas de relevância.

Já o indicador nº de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento por km² de extensão do rio principal também foi considerado “muito relevante”, com moda e mediana de 5. No entanto, apresentou um desvio padrão maior (1,15), revelando dispersão nas respostas.

No que tange o indicador % da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de abastecimento de água, por sua vez, obteve uma média de 3,83 e uma moda de 4, refletindo uma leve variabilidade de respostas entre os entrevistados, com o desvio padrão de 1,03 e um IQR entre 3,00 e 5,00, estabelece que as opiniões se dividem entre “relevante”, “relevância moderada” e “muito relevante”.

Na dimensão ambiental/recursos hídricos, o indicador volume de efluentes lançados no rio principal decorrentes das Outorgas de lançamento (m³/ano/Km²) foi considerado entre “relevância moderada” (4) e muito relevante (5), com uma média de 4,43, mediana e moda de 5 e um desvio padrão de 0,90, com a maioria das respostas técnicas entre 3,50 e 5,00 no intervalo interquartil (IQR).

Por outro lado, o indicador quantitativo de outorgas de lançamento de efluentes emitidos para o rio principal apresentou uma média de 3,91, com moda de 4 e mediana de 3, o que reflete um indicador considerado “relevante” a “moderadamente relevante”.

Referente a dimensão ambiental/qualidade da água, os indicadores Índice de Estado Trófico (IET) e presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos se destacam,

ambos com média de 4,48, mediana e moda de 5, além de um desvio padrão de 0,85, indicando uma avaliação consistente, com o intervalo interquartil (IQR) variando de 4,00 a 5,00.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) também foi tido como relevante, com média de 4,13, moda de 5 e desvio padrão de 1,06, embora apresente uma dispersão um pouco maior, com o IQR entre 3,00 e 5,00. Já a taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes obteve uma média de 4,30, também com moda de 5 e desvio padrão de 0,97.

O indicador da dimensão de sustentabilidade/ dimensão social com maior destaque foi o índice de urbanização, o qual apresentou média 4,04, moda de 4 e desvio padrão de 0,98, mas com variação nas respostas entre 3,00 e 5,00, como mostra o intervalo interquartil.

Os próximos dois indicadores de nível de escolaridade e densidade demográfica foram acrescentados na segunda rodada, os quais foram sugeridos por um dos especialistas que responderam à primeira rodada. Sendo que o indicador Nível de Escolaridade teve uma média de 3,57, com moda e mediana de 4, e desvio padrão de 0,84, mostrando uma avaliação mais moderada e consistente, com respostas técnicas entre 3,00 e 4,00.

Já a densidade demográfica obteve uma média de 3,83, com moda de 4 e um desvio padrão de 0,94, também com uma leve variação das respostas, refletida no IQR entre 3,00 e 5,00.

Já na dimensão de sustentabilidade/econômica, o indicador com maior destaque foi o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que apresentou uma média de 4,17, moda de 5 e desvio padrão de 0,98, com variação nas respostas entre 3,00 e 5,00. O Produto Interno Bruto – PIB per Capta, revelou uma média de 3,57, com moda e mediana de 4 e desvio padrão de 0,84. Já o intervalo interquartil de 3,00 e 4,00, o que mostra que o PIB recebeu votos nas categorias de “relevante” e “relevância moderada”.

A Taxa de Desemprego também obteve uma média de 3,70, com moda de 4 e desvio padrão de 0,93, com IQR entre 3,00 e 4,00. Já o Consumo de Energia apresentou uma menor média, de 3,22, com moda de 3 e desvio padrão de 1,04, evidenciando uma maior dispersão nas opiniões, com o IQR variando entre 2,00 e 4,00.

Por fim, na dimensão institucional os indicadores de sustentabilidade que mais se destacaram foram: investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia e a existência de plano de bacia ou zoneamento, ambos com média acima de 4,39 e moda de 5.

A participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento também foi bem avaliada, com média de 4,30. Por outro lado, a existência e atuação do Comitê de Bacia

Hidrográfica e a Fiscalização do uso da água bruta e tratada nos empreendimentos e dividida tiveram médias mais baixas (3,87 e 3,65, respectivamente), além de maior dispersão nas respostas, refletindo opiniões mais variadas entre os respondentes.

3.4.2.2 Cálculo do Número de Consenso da 2ª Rodada

Após a aplicação da segunda rodada calculou-se novamente o número de consenso, o qual continuou com a nota de corte de $NC \geq 60\%$, para verificar quais os indicadores iriam compor a matriz de indicadores de sustentabilidade final. Os resultados encontrados estão no Quadro 12.

Quadro 12 – Cálculo do número de consenso dos indicadores da 2ª Rodada

INDICADOR	NC calculado
	Resposta = 3 ou 4 ou 5
DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLOGIA	
Área com cobertura de vegetação natural e ou plantada/área total da bacia (%/ano)	60.87
Extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal (%)	69.57
Nº de nascentes preservadas/total de nascentes da bacia	60.87
Existência de Espécies Invasoras	17.39
DIMENSÃO AMBIENTAL/SANEAMENTO AMBIENTAL	
Proporção da população interligada a rede de Esgotamento sanitário	65.22
% da bacia hidrográfica dotada de cobertura de rede de esgotamento sanitário	65.22
Nº de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal	69.57
DIMENSÃO AMBIENTAL/RECURSOS HÍDRICOS	
Volume de efluentes lançados no rio principal, decorrentes das Outorgas de lançamento (m3/ano/Km ²)	69.57
Quantitativo de Outorgas de lançamento de efluentes emitidas para o Rio principal	39.13
DIMENSÃO AMBIENTAL/QUALIDADE DAS ÁGUAS	
Índice de Qualidade da Água - IQA	56.52
Índice de Estado Trófico - IET	69.57
Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes (% amostras)	60.87
Presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos.	69.57
DIMENSÃO SOCIAL	
Índice de urbanização	43.48
Nível de Escolaridade	13.04
Densidade Demográfica	30.43
DIMENSÃO ECONÔMICA	
Produto Interno Bruto – PIB per capita	13.04
Consumo de energia	13.04

Índice de Desenvolvimento Humano - IDH	56.52
Taxa de desemprego	17.39
DIMENSÃO INSTITUCIONAL	
Existência e atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica	47.83
Existência de plano de bacia ou zoneamento.	69.57
Investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia.	69.57
Participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento	60.87
Fiscalização do uso da água bruta e tratada nos empreendimentos	34.78

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

No Quadro 11 observa-se primeiramente, a dimensão ambiental/ecológica, com destaque nos indicadores de extensão do rio com mata ciliar em conformidade legal e do número de nascentes preservadas, ambos com 69,57%. Por outro lado, o indicador de existência de espécies invasoras obteve apenas 17,39%, mostrando uma percepção menos relevante sobre este fator, enquanto os outros indicadores da dimensão tiveram NC maiores que 60%.

Na dimensão ambiental/saneamento ambiental, os indicadores com mais destaque foram relacionados à proporção da população interligada à rede de esgotamento sanitário e ao número de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento, ambos com 65,22% e 69,57%, respectivamente.

Já na dimensão ambiental/recursos hídricos, o volume de efluentes lançados no rio principal se destacou com 69,57%, demonstrando que esse indicador foi eleito extremamente como relevante. Enquanto que o quantitativo de outorgas de lançamento de efluentes teve um resultado mais modesto, com 39,13%.

Para a dimensão ambiental/qualidade das águas, os indicadores Índice de Estado Trófico (IET) e presença de substâncias tóxicas nos sedimentos obtiveram NC de 69,57%, sendo os mais relevantes nessa dimensão. Já o Índice de Qualidade da Água (IQA), com 56,52%, foi excluído por não atingir as seleções necessárias, enquanto a taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro coliforme obteve 60,87%, apresentando uma avaliação moderada.

Na dimensão social todos os indicadores obtiveram NC menor que 60%, os maiores foram: o indicador de índice de urbanização, com 43,48%, seguido pela densidade demográfica, com 30,43%. O nível de escolaridade e o produto interno bruto obtiveram apenas 13,04%.

Assim, como na dimensão social, na dimensão econômica todos os indicadores tiveram NC menor que 60%. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) com 56,52%, o PIB,

o consumo de energia e a taxa de desemprego tiveram resultados muito baixos, com valores variando entre 13,04% e 17,39%.

Por fim, na dimensão institucional, os indicadores de existência de plano de bacia ou zoneamento e investimentos públicos em ações de recuperação de recursos hídricos foram os mais destacados, ambos com 69,57%, indicando uma forte percepção de relevância. A participação das comunidades locais também foi bem avaliada, com 60,87%, enquanto a fiscalização do uso da água e a existência e atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica tiveram resultados mais baixos, com 34,78% e 47,83%, respectivamente.

3.4.2.3 Aplicação do Coeficiente Alfa de Cronbach – 1ª Rodada

O coeficiente alfa de Cronbach foi recalculado para cada dimensão dos indicadores, permitindo avaliar a confiabilidade dos dados após o refinamento das respostas. E para a segunda rodada, no geral, o alfa de Cronbach atingiu o valor de $0,75$, representando uma confiabilidade “boa”, indicando uma consistência interna para a maioria das dimensões e para o conjunto geral, contudo a "Ambiental/Ecologia" apresentando menor confiabilidade, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Coeficiente alfa de Cronbach para cada dimensão

Dimensão	Coeficiente alfa de Cronbach
Ambiental/Ecologia	0,25
Ambiental/Saneamento Ambiental	0,62
Ambiental/Recursos Hídricos	0,59
Ambiental/Qualidade das Águas	0,62
Econômica	0,67
Institucional	0,64
Social	0,49

Fonte: Autora, 2024

Segundo Streiner (2003), a dimensão Ambiental/Ecologia ao apresentar o alfa de Cronbach de $0,25$, fica classificada como confiabilidade nula, mostrando que as respostas não são consistentes entre si. Por outro lado, Saneamento Ambiental ($0,62$) e Qualidade das Águas ($0,62$), dimensão Econômica ($0,67$) e dimensão Institucional, são consideradas com confiabilidade "aceitável", demonstrando uma consistência interna nas respostas. Já a dimensão Recursos Hídricos ($0,59$) têm uma confiabilidade "Baixa".

Ao compararmos os valores obtidos do Alfa de Cronbach encontrados na primeira rodada e na segunda, verificamos que os valores dos coeficientes foram menores do que na primeira rodada. Essa diminuição pode ser resultante dos ajustes que foram necessários ajustes feitos nos indicadores e dimensões, que reduziram a variabilidade total dos dados, como já dito, na primeira rodada foram obtidas 42 respostas, enquanto que na segunda rodada foram apenas 23.

Além disso, também foram avaliados a proporção geral de 50,54% de respostas iguais entre as rodadas indica que, em média, metade das opiniões dos participantes se manteve estável, o que revela uma variação moderada ao longo do processo.

Essa variabilidade nas respostas contribuiu para a redução do alfa, evidenciando a consistência interna moderada dos dados. Para cada participante, os valores indicam a porcentagem de indicadores em que tiveram a mesma resposta nas duas rodadas, variando de 20,83% a 83,33% na Tabela 7 abaixo.

Tabela 7 – Percentual de consistência das respostas para cada respondente

Especialista	Percentual de Consistência
1	66,67
2	66,67
3	58,33
4	83,33
5	83,33
6	37,50
7	25,00
8	33,33
9	66,67
10	50,00
11	50,00
12	66,67
13	54,7
14	20,83
15	33,33
16	62,50
17	37,50
18	54,17
19	54,17
20	41,67
21	29,17
22	54,17
23	33,33
Geral	50,54

Fonte: Autora, 202

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Aplicação dos Indicadores de Sustentabilidade ao Rio Cocó

Após a aplicação das duas rodadas e a execução do cálculo do coeficiente alfa de cronbach, pode-se determinar os indicadores de sustentabilidade ambiental que serão aplicados a análise da sustentabilidade do rio Cocó, os quais estão dispostos no Quadro 13 – Distribuição dos Indicadores por Dimensão.

Ressaltamos que as dimensões ambiental/ecologia e ambiental/recursos hídricos não foram consideradas por terem apresentado valores do coeficiente alfa de cronbach entre 0,25 e 0,59, classificando-as nas categorias de confiabilidade “nula” e “baixa”, respectivamente, conforme Streiner, 2003.

Quadro 13 – Dimensões e indicadores selecionados

Dimensão	Indicadores de Sustentabilidade
Dimensão Ambiental/Saneamento Ambiental	Proporção da população interligada a rede de Esgotamento sanitário
	% da bacia hidrográfica dotada de cobertura de rede de esgotamento sanitário
	Nº de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal
Dimensão Ambiental/Qualidade das águas	Índice de Estado Trófico - IET
	Taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes (% amostras)
	Presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos.
Dimensão Institucional	Existência de plano de bacia ou zoneamento.
	Investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia.
	Participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

4.1.1 Indicadores da Dimensão Ambiental/Saneamento Ambiental

Para compor a presente dimensão os especialistas selecionaram os seguintes indicadores: proporção da população interligada a rede de esgotamento sanitário, % da bacia hidrográfica dotada de cobertura de rede de esgotamento sanitário e nº de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal.

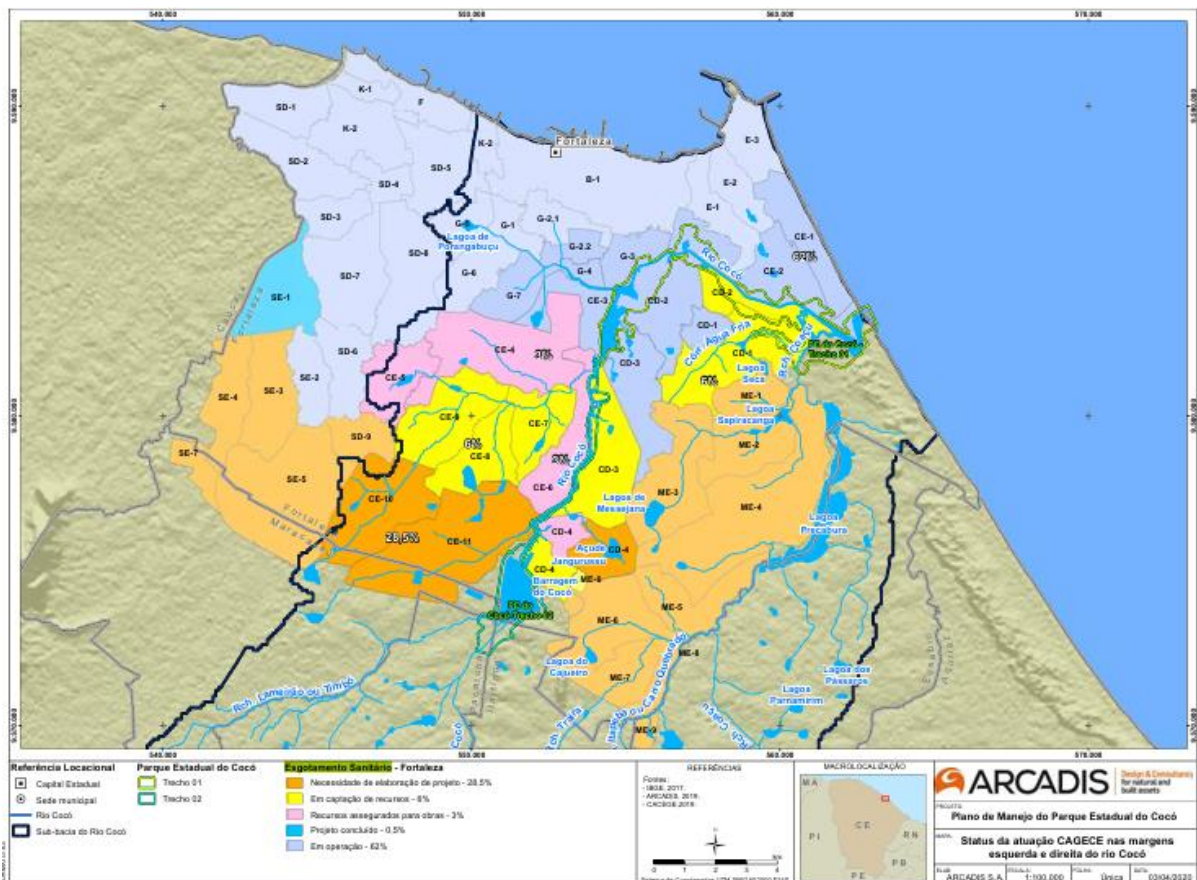
Antes de abordarmos os indicadores será realizada uma breve apresentação de como se configura as sub-bacias de esgotamento sanitário pertencente a bacia hidrográfica do rio

Cocó, conforme as informações do plano de saneamento básico do município de Fortaleza (ACFOR, PMSB 2013).

A Bacia do Cocó limita-se ao Norte com a Bacia Vertente Marítima, ao Sul com os municípios de Maracanaú, Pacatuba e Itaitinga, ao Leste com o Oceano Atlântico e ao Oeste com a Bacia do Siqueira, com a concepção atual envolvendo uma solução conjunta para as duas margens da Bacia. Pela margem direita têm-se as seguintes sub-bacias contribuintes: CD-1, CD-2, CD-3, CD-4 e CD-5. Já na margem esquerda, têm-se as seguintes sub-bacias: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE 10, CE-11, G1, G-2.1, G-2.2, G-3, G-4, G-5, G-6 E G-7. Fazem parte, total ou parcialmente, da Bacia do Cocó 65 bairros do município de Fortaleza, além de uma pequena parcela de Maracanaú. (PMSB, 2013, pág. 28).

Na sequência temos a Figura 21, que representa a atual situação dos sistemas de esgotamento sanitário que compõem as sub-bacias das margens direita e esquerda do rio Cocó, este mapa foi retirado do Plano de Manejo do Parque Estadual do Cocó (ARCADIS, 2020).

Figura 22 – Mapa representativo da situação dos sistemas de esgotamento sanitário das Sub-bacias do rio Cocó



Fonte: ARCADIS, 2020.

Objetivando adquirir informações mais precisas acerca do sistema de esgotamento sanitário de Fortaleza, procurou-se a Companhia de Água e Esgoto – CAGECE. Inicialmente buscou-se as informações no site do órgão, no entanto, não foi possível encontrá-las, diante disso, entramos em contato com a CAGECE e fomos instruídos que a maneira mais rápida seria através do portal Ceará Transparente.

Procedemos então com a solicitação requerendo as informações, contudo, a CAGECE nos esclareceu que não disponha no momento dos dados requeridos pela bacia e que demandaria um certo tempo para levantá-las. Diante deste fato e levando em consideração que não dispomos de mais prazo para a conclusão desta pesquisa, somente foi possível conseguir os dados a seguir.

Em relação ao indicador, proporção da população interligada à rede de esgotamento sanitário, a CAGECE informou somente o número de 903.752 habitantes. Sendo assim, para podermos obter o dado do indicador, fez-se o uso do número de habitantes estimados para a Bacia do Cocó no ano de 2023, no qual, conforme o Plano de Saneamento Municipal a população da bacia seria de 1.066,909 habitantes. Ao calcularmos a taxa, chegamos a conclusão de que a proporção da população interligada a rede de esgotamento sanitário é de 84,7 %.

Se tratando do indicador da bacia hidrográfica do rio Cocó, dotado de cobertura da rede de esgotamento sanitário (em relação a bacia), a CAGECE nos repassou que atualmente o percentual é de 64,95 %.

Conforme as informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, o município de Fortaleza produz 97.683,98 mil m³ de esgoto por ano, onde é coletado e tratado 60,76%. Em 2022 foi lançado sem tratamento aproximadamente o volume de 38.335,34 mil m³ (SNIS, 2022).

Quadro 14 - Distribuição da cobertura e tratamento a níveis de município, Estado e País.

Indicadores	Município	Estado	País
Índice de coleta de esgotos	60,76%	42,4%	70,2%
Do coletado quanto que foi tratado	100%	87%	81,7%
Índice de tratamento de esgoto, referido ao total de esgoto gerados	60,76	37,6 %	57,5%

Fonte: SNIS, 2022

Acerca do último indicador da dimensão o nº de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal, foi questionado a CAGECE e a

Concessionária nos repassou que os pontos que eles operam são 106 ETE's, as quais fazem o despejo apenas de efluente tratado.

Em relação a ações e investimentos futuros referentes a cobertura de rede de esgoto sanitário, consta no estudo do Pacto Estratégico pelo Saneamento os seguintes projetos para a bacia hidrográfica do rio Cocó: obras de implantação de sistemas de esgotamento sanitário das sub-bacias CE7, CE8, CE9 e ETE Cocó, que terá a capacidade de tratar 908,82 L/s de efluentes.

A CAGECE fez uma Parceria Público Privada com a empresa Ambiental Ceará para realizar investimentos com o objetivo de atingir as metas de universalização do serviço de esgotamento sanitário da Região Metropolitana de Fortaleza. Um dos projetos é o plano de desativação dos decanto digestores da cidade de Fortaleza no prazo de 10 anos.

4.1.2 Indicadores da Dimensão Ambiental/ Qualidade das águas

O primeiro indicador que será discutido é o **Índice do estado Trófico**, que tem a finalidade de classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento pelos nutrientes fósforo e nitrogênio e seus efeitos relacionados ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. (CETESB, 2007).

Nesta pesquisa adotou-se o IET criado por Carlson (1977) e adaptado por Lamparelli (2004) para ambientes lóticos, sendo possível calcular o IET referente ao Fósforo Total, através da seguinte equação

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$$

onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

ln: logaritmo natural

Quadro 15 - Classificação do Estado Trófico

Classes do Estado Trófico – Rios e suas principais características		
Categoria	Faixas	Características
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos
Hipereutrófico	$IET > 67$	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com conseqüências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinha

Fonte: CETESB, 2007, Lamparelli, 2004

Para avaliar a situação do IET do rio Cocó, análise da qualidade da água do rio Cocó, fez-se o uso dos dados de monitoramento do Programa de Monitoramento dos Recursos Hídricos da Superintendência Estadual de Meio Ambiente do Ceará - SEMACE em parceria com a Agência Nacional de Águas – ANA. A descrição dos pontos de monitoramento encontra-se no Quadro 15

As coletas ocorrem trimestralmente objetivando cobrir os períodos chuvosos e de estiagem. Neste estudo fizemos uso dos seguintes períodos de amostragem: 1º Trimestre de 2023 (coleta nos meses 01 e 02/2023); 4º trimestre de 2022 (no mês 11/2022); 2º trimestre de 2022 (mês 06/2022); 4º trimestre de 2021 (meses 10 e 11/2021) e o 3º trimestre de 2021 (meses 07 e 08/2021).

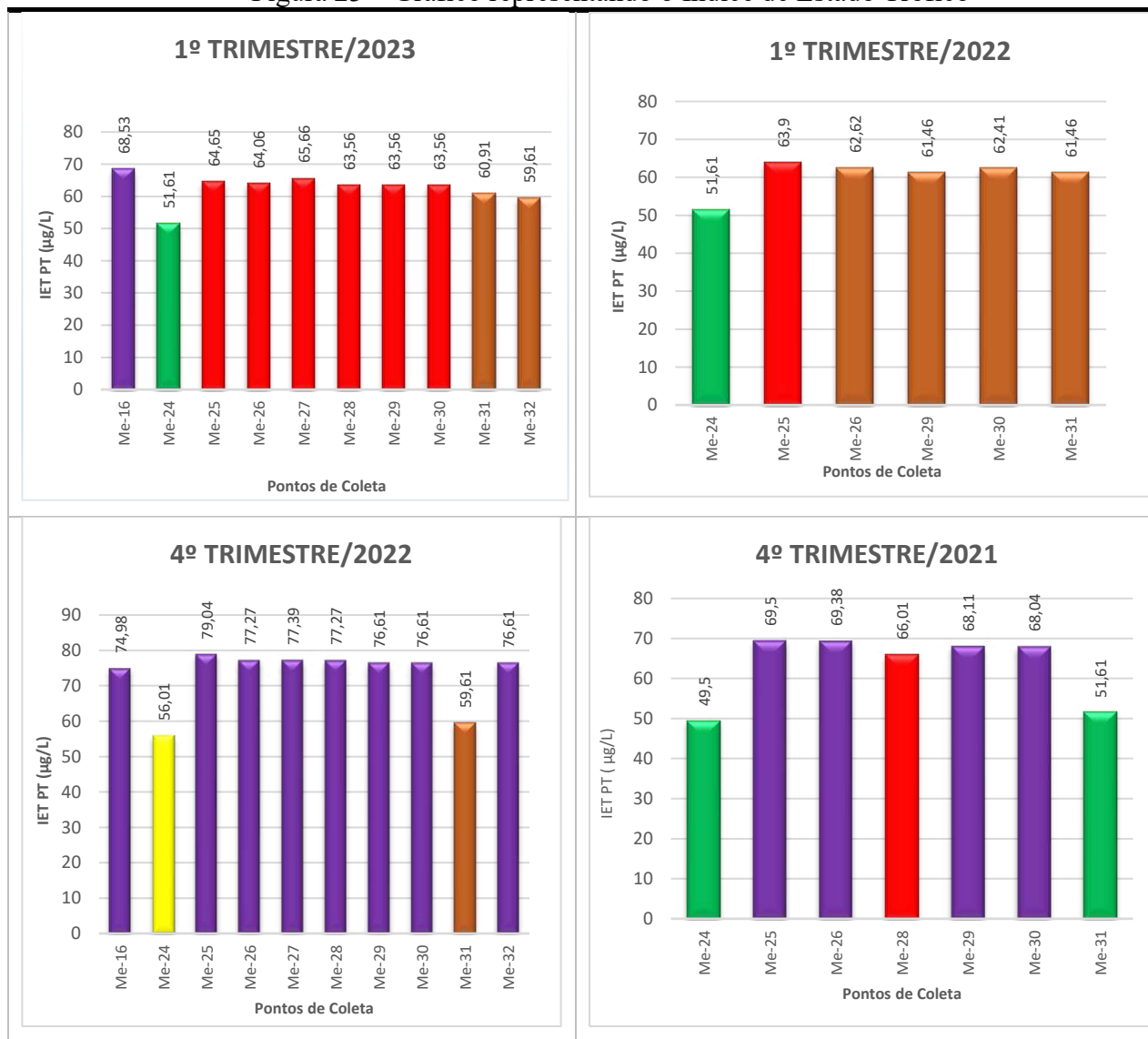
Quadro 16 - Localização dos Pontos de Monitoramento do rio Cocó.

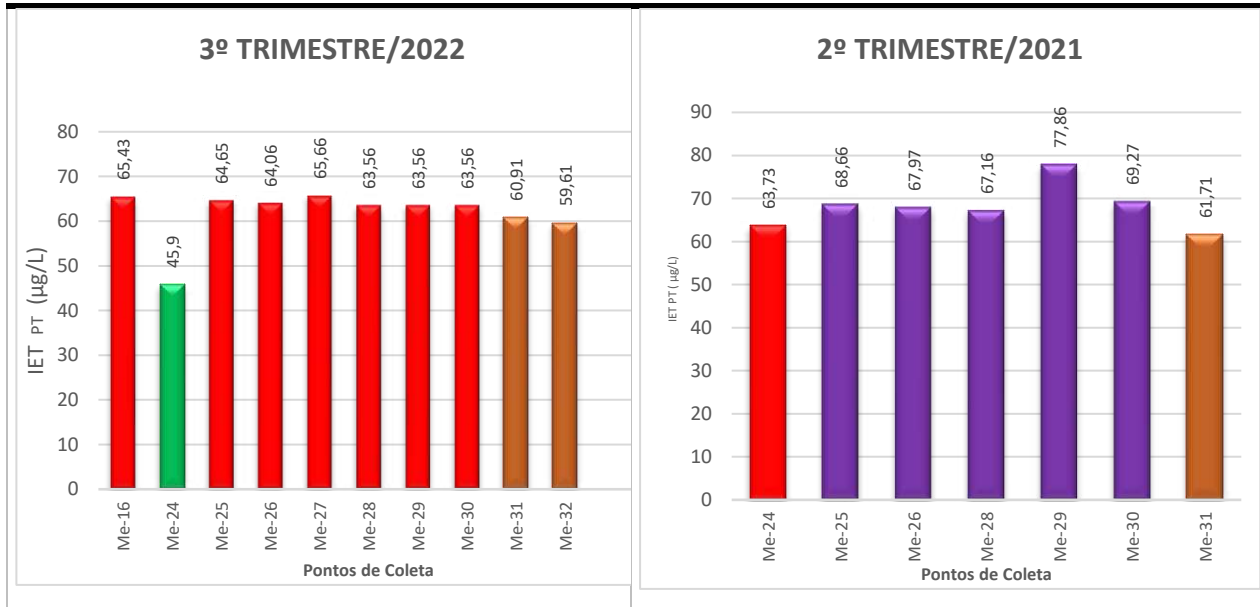
Pontos	Município	Descrição do ponto	Coordenadas
Me - 16	Fortaleza	Rodovia 4º Anel Viário, sob a ponte, Bairro Pedras. Fortaleza/CE	551157/9573367
Me - 24	Pacatuba	Bica das Andreas.	541843/9559525
Me - 25	Fortaleza	Av. Perimetral nº 3639, à montante do lixão do Jangurussu	552351/ 9576712
Me – 26	Fortaleza	Av. Paulino Rocha nº 1988, à jusante do lixão do Jangurussu	553867/9578760
Me - 27	Fortaleza	Sob a ponte da BR-116 (km 03). Bairro Tancredo Neves	554114/9581804

Me – 28	Fortaleza	Av. Murilo Borges. Bairro Cocó	554796/9583968
Me-29	Fortaleza	Av. Engenheiro Santana Júnior. Bairro Cocó (margem esquerda)	556597/9585272
Me - 30	Fortaleza	Av. Sebastião de Abreu. Bairro Cocó	557436/9585112
Me - 31	Fortaleza	Foz. Praia do Caça e Pesca (margem esquerda)	562510/9582702
Me – 32	Fortaleza	Av. Valparaíso, sob a ponte à jusante da barragem do Cocó	551850/9575749

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Figura 23 – Gráfico representando o Índice de Estado Trófico





Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Ao observarmos os gráficos presentes na Figura 21 acima, verifica-se que a maioria dos pontos de monitoramento apresentou índices de estado trófico nas faixas de eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico, com exceção para o ponto Me-24 – Nascente do rio Cocó, que esteve na faixa de Oligotrófico nos primeiros trimestres de 2022 e 2023 e também no terceiro e quarto semestre de 2022. Já no quarto trimestre de 2022 o ponto esteve enquadrado na categoria de mesotrófico.

Contudo, no segundo trimestre de 2021, o ponto Me-24 foi classificado como supereutrófico. Por ser a nascente, já era de se esperar que a qualidade da água fosse melhor. Por meio desta análise do IET, constata-se que as águas do rio Cocó encontram-se com elevado grau de eutrofização. Nos estudos realizados por Lima (2012) e Maia (2021), são citadas como principais fontes de contribuição são o chorume oriundo do antigo lixão do Jangurussu e o lançamento de efluentes sem tratamento ou fora dos padrões estabelecidos pela legislação cabível. Conforme Lima (2012) em seu estudo, foram encontradas concentrações de fósforo variando de 0,10 a 8,40 mg/L P, nesta presente pesquisa os valores variaram de 0,03 a 5,9 mg/L P.

Acerca do indicador taxa de conformidade da água em relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes (% das amostras), foi necessário promover uma readaptação, pois, desde o ano de 2021 a SEMACE vem realizando a análise de *Escherichia Coli* em substituição aos Coliformes Termotolerantes. Mesmo assim, acredita-se que não haverá prejuízos para o estudo, tendo em vista que o parâmetro *E. Coli* também é um indicador microbiológico.

Além disso, conforme a CETESB (2017), esta análise tem ganhado espaço e se tornado tendência, pois é o único microrganismo pertencente ao grupo dos Coliformes que tem origem estritamente fecal. A *E. Coli* é encontrada em quantidade numerosa nos excrementos humanos e de animais (CONAMA, 2000). E sua presença em mananciais ou no solo indica que ocorreu uma contaminação fecal.

Em relação a padrões, atualmente só existem para fins de balneabilidade através da Resolução CONAMA nº 274/2000, de 29 de novembro de 2000, que estabelece o valor de 2000 *Escherichia coli* e de potabilidade, por meio da Portaria de Consolidação nº 888/2021, de 4 de março de 2021, que determina a ausência em 100 m/L.

No entanto, a Resolução CONAMA 357/05 que dispõe sobre a classificação e o enquadramento dos corpos não determina padrão para o parâmetro *E.Coli*, apenas para Coliformes Termotolerantes, todavia, informa a possibilidade de promover a substituição deste pela *E. Coli*, cabendo ao Órgão Ambiental estabelecer padrões (CONAMA, 2005).

Para promover essa substituição, a CETESB desenvolveu um estudo correlacionando a concentração do parâmetro Coliformes termotolerantes com a *E. Coli*, essa pesquisa resultou no Relatório Técnico Monitoramento de *Escherichia coli* e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo. A pesquisa avaliou os resultados de 07 pontos de monitoramento de balneabilidade das praias que possuíam distintos níveis de poluição, a periodicidade das coletas foram bimestrais no decorrer de um ano (CETESB, 2008).

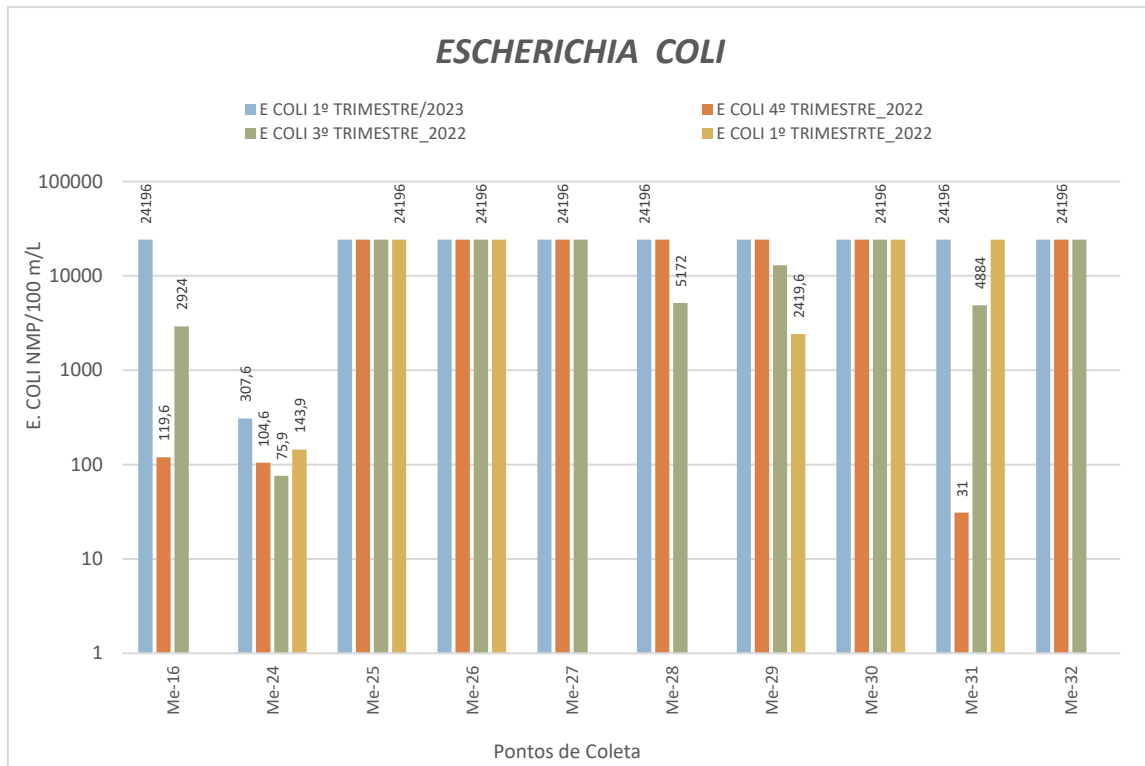
Após a realização das análises laboratoriais tanto de Coliformes Termotolerantes quanto *E. Coli* e após o tratamento estatístico os responsáveis pelo estudo chegaram à conclusão de que o quantitativo de *E. Coli* seria o equivalente a 60% da concentração de Coliformes Termotolerantes.

Por fim, o estudo chegou à conclusão de que tendo como referência o padrão estabelecido de 1000 NMP/100mL de Coliformes Termotolerantes determinado pela Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces, Classe 2, seria equivalente a um valor de 600 *E. coli*.

Para avaliar as condições da água do rio Cocó no que diz respeito à concentração de *E. Coli*, utilizou as amostras coletadas no primeiro, segundo e terceiro trimestre de 2022 e a referente ao primeiro trimestre de 2023.

Ao analisarmos a Figura 15 abaixo, verifica-se que das 36 amostras, apenas 06 ficaram de acordo com o parâmetro estabelecido pela Resolução CONAMA 274/200, ou seja a taxa de conformidade foi de apenas 16,6% de amostras.

Figura 23 - Gráfico de concentração de Escherichia Coli



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Conforme pode ser visualizado na Figura 22 – Gráfico, apenas o ponto Me-24 - Nascente – Bica das Andreias, apresentou-se de acordo com a legislação. Cabe salientar que este ponto fica localizado no balneário do mesmo nome e é utilizado pela população como área de recreação. Já os pontos Me-25, Me-26, Me-27, Me-30 e Me-32 mantiveram valores de $> 24.196,0$, durante o decorrer de todo o período amostral. Com base nestes resultados conclui-se que a água do rio Cocó encontra-se recebendo continuamente concentrações elevadas de esgoto sem tratamento.

O último indicador selecionado para a dimensão ambiental/Qualidade da água foi a presença de substâncias tóxicas (metais pesados) nos sedimentos. Sobre este indicador foi realizada uma pesquisa na literatura e não foram encontrados estudos sobre a temática. A SEMACE também não realiza o monitoramento de metais pesados em amostras de água ou esgoto.

De acordo com Santolini (2015), quando o propósito é identificar metais pesados as análises nos sedimentos são mais eficazes, pois esses contaminantes tendem a se fixar nos sólidos suspensos através do processo de adsorção.

Conclui-se a necessidade de desenvolver pesquisas que abordem essa temática, em virtude da sua importância para a avaliação das condições da qualidade da água do manancial,

principalmente em virtude do rio encontrar-se próximo ao antigo lixão, que representa uma fonte substancial de metais pesados.

4.1.3 Indicadores da Dimensão Institucional

Nesta dimensão foram selecionados pelos especialistas os seguintes indicadores: existência de Plano de Bacia ou zoneamento, investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia e participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento.

Se tratando do indicador Plano de Bacia ou Zoneamento, consta no site da Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos - COGERH, o Plano de Recursos Hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza, podendo ser acessado através do link <https://portal.cogerh.com.br/plano-de-recursos-hidricos-por-bacias-hidrografica/> (COGERH).

O referido documento tem como foco recomendar ações que viabilizem a melhoria na segurança hídrica e a redução dos conflitos pelo uso da água nesta bacia, contudo seu direcionamento principal tende a ser os reservatórios (COGERH, 2024). Foi construído com a participação da sociedade e desenvolvido pela Universidade Federal do Ceará (UFC), através do Programa Cientista Chefe de Recursos Hídricos (Funcap), tendo o suporte da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) e teve sua aprovação publicada por meio da Resolução nº 001 de 03 de abril de 2024.

Outro indicador selecionado foi investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia, se tratando desse indicador pode-se citar como investimento o Projeto do rio Cocó executado pela Secretaria das Cidades em parceria com o Ministério das Cidades e intervenção da Caixa Econômica Federal.

Esse projeto tinha como principais ações: o desassoreamento e dragagem do rio Cocó; a construção da barragem do Cocó para o controle e amortecimento das cheias; Obras de Urbanização ao longo do rio Cocó e a retirada de famílias em áreas suscetíveis à inundação e o Remanejamento de famílias para Residenciais habitacionais (Secretaria das Cidades). Consta no site da Secretaria das cidades que a maioria das ações já foram concluídas, dentre as quais, o desassoreamento e a dragagem do rio Cocó, bem como a construção da barragem.

O último indicador desta dimensão é a participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento. Conforme as informações levantadas, as comunidades e a população de modo geral atuam nos Comitês tanto da Bacia Metropolitana, que abrange a bacia

hidrográfica do rio Cocó, como também atuam no Conselho Gestor do Parque Estadual do Cocó.

No que diz respeito a composição do Comitê de Bacia Hidrográfica Metropolitanas tem-se a seguinte constituição: 30% sociedade civil; 30% usuários; 20% Poder Público Federal e Estadual e 20% Poder Público Municipal. No geral, com base nos levantamentos realizados observou-se que o poder público costuma incentivar a participação das comunidades na gestão dos recursos hídricos.

4.2 Indicadores de Sustentabilidade sugeridos pelos participantes

No formulário aplicado havia um espaço para que os participantes adicionassem sugestões de outros indicadores que estes julgarem pertinentes, houveram algumas sugestões, as quais são apresentados a seguir.

Na **dimensão ambiental/Ecologia**, foram sugeridos incluir os seguintes indicadores: Qualidade da água visto a proximidade com centros urbanos, podendo ser utilizado para subsidiar a fiscalização de deságue de rede de esgoto irregular nos rios urbanos; Conectividade com outros recursos hídricos/Teia trófica do ecossistema; Uso e ocupação das áreas de preservação permanente; avaliar o adensamento populacional nas proximidades em substituição às queimadas; avaliar os investimentos na descontaminação de rios por meio de tratamentos biológicos.

Em relação a sugestão para incluir como indicador “qualidade da água visto a proximidade com os centros”, informamos que na subdimensão qualidade da água já existe um número grande de indicadores que irão abordar esta temática. Já acerca do indicador “a avaliar os investimentos na descontaminação de rios por meio de tratamentos biológicos”, ao avaliarmos existe um indicador na dimensão institucional que trata de certo modo dessa questão, o qual refere-se ao “Investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia”.

Outro sugerido foi “Conectividade com outros recursos hídricos/Teia trófica do ecossistema, este acreditamos que atualmente seria complicado acrescentar, tendo em vista que não existe uma forma de mensuração consolidada e nem banco de dados acessível.

Para a **dimensão ambiental/Saneamento Ambiental** foram sugeridos dois indicadores: “infraestrutura de drenagem urbana” e “monitoramento da qualidade da água nos setores inexistentes de sistema de esgotamento”, sobre estes acreditamos que já existe na matriz preliminar indicadores que represente essas áreas, os quais são: % da área/urbana com

cobertura de sistema de drenagem pluvial na bacia e Percentual de ligações clandestinas de esgoto na rede de galerias pluviais.

Na **dimensão ambiental/ Qualidade das Águas** apareceram as seguintes sugestões: substâncias tóxicas podem estar acumuladas na fauna aquática; outras substâncias não previstas na legislação incluindo os fármacos, hormônios; monitoramento de microalgas potencialmente tóxicas e/ou nocivas. Sobre estas indicações inicialmente acredita-se não serem viáveis, tendo em vista ainda se tratarem de métodos de análise pouco conhecidos e de custo elevado, requerendo maiores estudos e uma criação de banco de dados, mas concordamos que são informações importantes.

Para a **dimensão social** foram sugeridos: tipologia das habitações; nível de formação dos habitante; se existe representação da comunidade local ou se existe organização da comunidade diretamente relacionada ao recurso hídrico; satisfação quanto aos serviços de coleta de resíduos, efluentes, abastecimento de água, drenagem urbana; acesso ao poder público para tratar sobre questões ambientais: resíduos, efluentes, abastecimento de água, drenagem urbana; número de moradias em APPs; satisfação do emprego e renda; nível de formação e densidade demográfica

Acerca dos indicadores sugeridos para inclusão na dimensão social, foram acrescentados os dois últimos indicadores. Já em relação aos demais, acreditamos que poderão ser trabalhados juntos com os participantes do Conselho Gestor do Parque do Cocó, tendo em vista que na continuidade dessa pesquisa vislumbra-se a inclusão da satisfação das comunidades locais.

Na **dimensão econômica** foi recomendado a inclusão do indicador: taxa da população que tem acesso às energias renováveis e na dimensão institucional. Sobre estes, pensamos fazer uma análise mais criteriosa com o intuito de confirmar se existem informações disponíveis sobre estes, pensamos ser válido acrescentar à dimensão econômica o acesso às energias renováveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliarmos os resultados oriundos desta pesquisa, conclui-se que apesar das limitações encontradas na aplicação do método Delphi, no que diz respeito a redução do número de especialistas que participaram da segunda rodada, ainda assim, conseguimos garantir a viabilidade do método, pois tivemos um retorno de 60% na primeira rodada e 54,76 na segunda, o que encontra-se dentro da faixa de abstenção que é de 40% a 50%.

Como pontos positivos destacamos o alcance da visão multidisciplinariedade dos especialistas, o seu nível de formação, sendo que dos 42 participantes, o quantitativo de 62% possuíam Mestrado, as sugestões de novos indicadores e a variabilidade, referente a ocupação, contamos com a participação de Professores Universitários, Estudantes, Funcionários Públicos e também da iniciativa privada. Particularmente, acredito que ao construirmos um estudo com a participação e contribuição de pessoas, tendemos a reduzir os riscos referentes a adotar apenas um ponto de vista unilateral do pesquisador.

Outro ponto que vale destacar, foi a aplicação do coeficiente Alfa de Cronbach nas duas rodadas do método Delphi, onde obtivemos os coeficientes de 0,92 e 0,75, os quais indicam a confiabilidade das respostas dos participantes ficou inserida nas faixas confiabilidade “excelente” e “boa”, respectivamente na primeira e segunda rodada.

Acerca dos objetivos específicos propostos nesta pesquisa acredita-se que foram atendidos, mesmo que parcialmente, tendo em vista que a matriz de indicadores de sustentabilidade foi construída com a participação de especialistas. Claro que tivemos alguns entraves, como por exemplo a ausência de indicadores para as dimensões social e econômica, contudo isso possa mostrar que as pessoas, tendem a atribuir a relação da sustentabilidade ambiental com as questões mais relacionadas aos recursos naturais, esquecendo da importância das interações com o homem e o meio econômico.

No tocante à aplicação dos indicadores de sustentabilidade ao rio Cocó, decidiu-se por discutir apenas aqueles que obtiveram um coeficiente de confiabilidade definido como “aceitável”, que foram as dimensões; Saneamento Ambiental (0,62), Qualidade das Águas (0,62) e Institucional (0,64). Foram descartados os indicadores da dimensão ambiental/ Ecologia por ter apresentado confiabilidade nula (0,25) e o da dimensão Recursos Hídricos (0,59) têm uma confiabilidade “fraca”.

Ao aplicarmos os indicadores de sustentabilidade ambiental referentes a subdimensão qualidade das águas e saneamento constata-se que o rio Cocó, conclui-se que o

rio Cocó apresenta-se insustentável, partindo do pressuposto inicial da pesquisa, que havia definido que se rio não tivesse a capacidade de atender a sua função, este não estaria sustentável.

Em virtude de ter apresentado elevados níveis de concentração de E. Coli e fósforo total, inviabilizando que o manancial cumpra as suas funções de: local para prática de atividades de recreação e lazer, o rio como local para contemplação da natureza, ecossistema responsável pelas condições de manutenção da vida aquática.

Outro ponto que cabe ser destacado é a ausência de banco de dados ou a falta de divulgação destes, o que inviabiliza muitas das vezes o desenvolvimento de programas e o acompanhamento e monitoramento de metas, pois quando não conhecemos a realidade de determinado objeto, não é possível elaborar metas plausíveis e muito menos avaliar as melhorias.

Por fim, conclui-se a necessidade de incentivar pesquisas que abordem essa temática de sustentabilidade de recursos hídricos, pois como foi demonstrado no decorrer deste estudo, a água é um bem natural primordial para a manutenção da vida e um bem econômico indispensável para o desenvolvimento das atividades econômicas.

Sugere-se que na ocorrência de novas pesquisas sejam incluídos os grupos focais, formados por aquelas pessoas situadas na área de estudo e que possuam representação junto ao Conselho Gestor do Parque do Cocó, Comitê da Bacia metropolitana e Comissões Gestoras, neste caso, eles não contribuíram através do método Delphi, mas sim, através de um questionário que teria como propósito captar a visão e a importância do rio Cocó para estas Comunidade Locais.

Inclusive iríamos aplicar essa etapa na nossa pesquisa, no entanto o Conselho Gestor do Parque passou um período considerável sem se reunir em virtude da demora na escolha do Gestor do Parque do Cocó, isso concomitante com o tempo que disponível para a conclusão dessa pesquisa acabou inviabilizando.

Outro ponto que recomendamos é que após a consolidação da Matriz Inicial de Indicadores, esta seja apresentada é válida pelo Grupo Focal.. Essa etapa poderia ser realizada durante a reunião destes Colegiados e ao final teríamos uma matriz de indicadores final construída com a participação de especialistas que detêm o conhecimento mais técnico e das Comunidades Locais que possuem o conhecimento inerente a sua vivência, seus desejos e suas frustrações.

REFERÊNCIAS

- AFROUZIAN, M.; et al. Delphi: a democratic and cost-effective method of consensus generation in transplantation. **Transplant International: Official Journal of the European Society for Organ Transplantation**, Germany, v. 3, n. 2, p. 234-256, 2023. Disponível em: <https://www.frontierspartnerships.org/articles/10.3389/ti.2023.12046/full>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores**. Ed. 2. Brasília, ANA, 2022. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/c93c5670-f4a7-4de6-85cf-c295c3a15204/attachments/ODS6_Brasil_ANA_2ed_digital_simples.pdf. Acesso em: 02 jun. 2023.
- ARCADIS. **Produto 22 - Plano de Manejo Consolidado do Parque Estadual do Rio Cocó**. Secretaria de Meio Ambiente do Ceará, 2020. Disponível em: https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2021/03/PMPC_01.pdf. Acesso em: 02 jun. 2023.
- BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento sustentável: das origens a Agenda 2030**. Petrópolis, Rio de Janeiro; Editora Vozes, 2020.
- BARRETO, M. M; MORAES, L. R.S. Definição de indicadores de sustentabilidade ambiental aplicados a rios urbanos com o uso do método Delphi. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Bahia, v.6, n.2, p.67-78, ano 2018. Disponível: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/25261/16705>. Acesso em: 02 jun. 2023.
- BAPTISTA, M.; CARDOSO, A. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. **Revista da Universidade Federal de Minas**, Belo Horizonte, v. 20, n. 02, p. 124-153, de jul./dez. 2013. ISSN 2316-770Xpp. Disponível em: <https://www.ufmg.br/revistaufmg/downloads/20-2/05-rios-e-cidades-marcio-baptista-adriana-cardoso.pdf>. Acesso em: 13 agosto 2023.
- BERGER, L.; HENRY, A. D; PIVO, G. Orienteering the landscape of urban water sustainability indicators. **Environmental and Sustainability Indicators**, Netherlands, v. 17, n. 100207, 02/2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972722000393?via%3Dihub>. Acesso em: 26 ago. 2023.
- BILLINGS, H. A.; et al. Quality indicators of IPE resources: Creation of a checklist for design and evaluation using a modified Delphi process. **Journal of Interprofessional Education and Practice**, Netherlands, v.21, december 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405452620300367?via%3Dihub>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é? O que não é?**. Petrópolis/RJ, editora Vozes, 2017.
- BORRALHO, L. A. **Avaliação da efetividade da proteção ambiental do baixo curso do rio Cocó**. Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza,

2017. Disponível em: <https://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/50645>. Acesso em 09 jul. 2023.

BOSSEL, H. Indicators for sustainable development: theory, method, applications: a reporter to the Balaton Group. **International Institute for Sustainable Development**. Canada, v. 1, n. 4. P. 43-69, 1999. Disponível em: <https://www.iisd.org/publications/indicators-sustainable-development-theory-method-applications>. Acesso em: 26 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**, ed. 2015, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>. Acesso em: 02 maio 2023.

BÜYÜKÖZKAN, G.; KARABULUT, Y. Sustainability performance evaluation: Literature review and future directions. **Journal of Environmental Management**, London, v. 217, p.253-267, July 2018.
Disponível:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479718302974?via%3Dihub#preview-section-cited-by>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CARVALHO, J.; CURI, W. Indicadores para a gestão de recursos hídricos em municípios: uma proposta metodológica de construção e análise. **Revista Economia & Gestão**, Minas Gerais, v. 15. n. 38, jan/mar, ano. 2015.
Disponível:<https://periodicos.pucminas.br/index.php/economiaegestao/article/view>. Acesso em: 10 jul. 2023.

CEARÁ, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. **Plano estratégico de saneamento básico do Ceará**. Fortaleza: ALECE, INESP, 2022. 306 p.

CERQUEIRA, E. C. **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para a Gestão de Rios Urbanos**. 2008, 225f. Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana. Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador, 2008. Disponível em: <http://www.repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/9977> . Acesso em: 07 jul. 2023.

CERQUEIRA, E. C.; MORAES, L. R. S. Reflexão sobre diretrizes para a gestão dos rios urbanos. **XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS** , São Paulo, 2007.

CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. (Série Relatórios). Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/04.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2023.

COELHO, M. **Estratégia de monitoramento da qualidade da água para a gestão de recursos hídricos em bacias urbanas**. 2013, 139f. Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/36356>. Acesso em: 01 ago. 2023.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**. Fase 1: Estudos Básicos e diagnósticos. Ed. Definitive. Fortaleza, COGERH, 2010.

Disponível:<http://portal.cogerh.com.br/planos-de-bacias/category/351-planos-degerenciamento-das-bacias-metropolitanas.html>. Acesso em: 04 ago. 2023.

CORRÊA, M. A.; TEIXEIRA, B. A. N. Developing sustainability indicators for water resources management in Tietê-Jacaré Basin, Brazil. **Journal of Urban and Environmental Engineering (JUEE)**, João Pessoa, v. 7, n. 1, 2013. Disponível em:

file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/78084-355906-1-PB%20(5).pdf. Acesso em: 04 ago. 2023.

FARIAS, L. B. S.; COSTA, S. K.; GOMES, R. C. Indicadores e índice geral de sustentabilidade do CSC-UFSB: procedimentos metodológicos. **GAIA SCIENTIA**, Paraíba, v. 13, p.30-47, ano 2019. Disponível em:

:<https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/41283/27403>. Acesso em: 15 jul. 2023.

FELINTO, C. M. R.; RIBEIRO, M. M. R.; BRAGA, C. F. C. Aplicação do Modelo Força Motriz-PressãoEstado-Impacto-Resposta (FPEIR) para Gestão dos Recursos Hídricos em João Pessoa-PB. *Revista DAE*, Paraíba, v. 67, n. 218, jul/set. de 2019, p. 118-136. Disponível em:

<https://www.revistadae.com.br/site/artigo/1795-Aplicacao-do-Modelo-Forca-Motriz-Pressao--Estado-Impacto-Resposta-FPEIR-para-Gestao-dos-Recursos-Hidricos-em-Joao-Pessoa-PB->. Acesso em: 04 ago. 2023.

GARCEZ-DE-OLIVEIRA, Valéria; CÉSAR, Aldara da Silva; CARRARA, Ozanan Vicente; MOZER, Thiago Simonato. Indicadores de sustentabilidade para avaliação de sistema de gestão hídrica municipal: o caso de Volta Redonda – RJ/Brasil.

Desenvolvimento e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, v. 60, p. 613-633, jul./dez. 2022.

Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/78084/47402>. Acesso em: 11 jul. 2023.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Desafios na construção de Indicadores de Sustentabilidade. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.12, n.02, jul./dez, ano.2009, p.307-323. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/asoc/a/89QvD7zZxHLTm5zCqxL4yHt/?lang=pt#>. Acesso em: 04 maio 2023.

HAMMOND, A.; *et al.* Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development.

Baltimore: World Resources Institute Publications, United States, v. 9, n. 7, p. 302, 1995.

Disponível em: https://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf. Acesso em: 04 maio 2023.

HAIR, A. **Análise multivariada de dados**. (5a ed.). Porto Alegre: Bookman, 2005.

HERZOG, C. P. Cidades Para Todos - (re)aprendendo a conviver com a Natureza. **Revista LABVERDE**, São Paulo, v. 4, n.6, p.266-266, 2013. Disponível em:

<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61924>. Acesso em: 10 jul. 2023.

HEZRI, A. A. Sustainability indicator system and policy processes in Malaysia: a framework for utilization and learning. **Journal of Environmental Management**, Holanda, v. 73, n. 4, p. 357-371, 2004.

KEMERICH, P. D. C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 4, p. 3718-3722, ano. 2014.

Disponível:<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14411/pdf>. Acesso em: 02 jul. 2023.

KRAMA, M. R. **Análise dos indicadores de desenvolvimento sustentável no Brasil, usando a ferramenta Painel de Sustentabilidade**. 2008, 158f. Mestrado em Engenharia de Produção e Sistema. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2008.

LACERDA, C. S; CÂNDIDO, G. A. **Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos**. Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 13-30. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/bxj5n/pdf/lira-9788578792824-01.pdf>. Acesso em: 03 maio 2023.

LAMPARELLI, M. C. (2004) **Grau de Trofia em Corpos D'Água do Estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento**. 2004, 235f. Doutorado em Biociências. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LI, C.; LI, J. Assessing Urban Sustainability Using a Multi-Scale, Theme-Based Indicator Framework: A Case Study of the Yangtze River Delta Region, China. **Sustainability**, Suíça, v. 9, n. 8, 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/journal/sustainability>. Acesso em: 03 maio 2023.

LIMA, I. S. **Caracterização física, química e biológica da água na sub-bacia B1, do Rio Cocó, Fortaleza-CE, com ênfase nos aspectos da poluição ao longo de um ciclo climático**. 2012, 213f. Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/4095>. Acesso em: 03 maio 2023.

MAGALHÃES, A. P. J. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa**. 2 ed. Editora Bertrand Brasil, 2010.

MAIA, M. R. B. **Avaliação da capacidade de autodepuração do rio Cocó utilizando o modelo matemático de Streeter-Phelps, no trecho urbano entre a barragem do Cocó e a BR-116 em Fortaleza/CE**. 2020, 156f. Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, Fortaleza, 2020. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=10558981. Acesso em: 12 set. 2023.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI, Jr.; COUTINHO, S. M. V. Agenda 21 Nacional e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 17 n.1, p. 7-20, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/3LH377kMN38MwKxP9JpPBnn/?lang=pt>. Acesso em 13 jul. 2023.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em educação. **Pro-Posições**, Campinas, SP, v. 29, n. 2, p. 389–415, 2018. Disponível em : <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8656355>. Acesso em: 15 out. 2023.

MARTINÉZ, F. P.; PAZ, J. M. M. The Water Footprint as an indicator of environmental sustainability in water use at the river basin level. **The Science of the total environment**, Netherlands, v. 571, n. 4. p.561-74, nov. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716314681?via%3Dihub>. Acesso em: 04 set. 2023.

MARTINEZ, M. B.; MORAES, L. R. S. Definição de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental aplicados a rios urbanos com o uso do Método Delphi. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 67–78, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/25261>. Acesso em: 3 nov. 2023.

MARTINS, L. R. B.; *et al.* Estudo sobre escala mais adequada em questionários: um experimento com o modelo de Kano. **Revista Vértices**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 73–100, 2011. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.20110005>. Acesso em: 20 out. 2023.

MASSAROLI, A.; *et al.* The Delphi method as methodological framework for research in nursing. **Texto & Contexto Enfermagem**, Santa Catarina, v. 26, n. 4, p. 1-9, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/7Q7Xg6BBXBtXgmvxyYtjNTG/?lang=pt>. Acesso em: 11 nov. 2023.

MICHALINA, D.; *et al.* Sustainable urban development: a review of urban sustainability indicator frameworks. **Sustainability**, Suíça, v. 13, n. 16, 9348, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/16/9348>. Acesso em: 18 jun. 2023.

MIRANDA, G. J.; NOVA, S. P. C. C.; CORNACCHIONE JÚNIOR, E. B. Dimensões da qualificação docente em contabilidade: um estudo por meio da técnica Delphi. *In*: **CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE**, 12., 2012, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FEA/USP, 2012. p. 1–18.

MORSCH, M. R. S.; MASCARÓ, J. J.; PANDOLFO, A. Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 305-321, out-dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/yhZVfk87CZC6yXDRYHQPpqp/?format=pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

OLIVEIRA, V. G.; *et al.* Sustainability indicators for evaluation of municipal urban water management system: the case of Volta Redonda – RJ/Brazil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 60, n. 4, p. 613-633, jul./dez. 2022. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/78084/47402>. Acesso em: 11 jun. 2023.

PEIXE, B. C. S. **Gestão de políticas públicas no Paraná**: Coletânea de estudos. Curitiba: Editora Progressiva, 2008. p.677-698.

PESSOA, E. V. **Estudo do “ Standing-Crop ” da água do estuário do Rio Cocó (Ceará-Brasil) como indicador das modificações físico-químicas do meio.** 2002, 178f. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

RABELO, L. S.; LIMA, P. S. Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. *Revista Eletrônica do Prodepa*, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 55-76, dez. 2007.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, J.; REGUANT-ÁLVAREZ, M. Calcular a confiabilidade de um questionário ou escala por meio do SPSS: o coeficiente alfa de Cronbach. **REIRE – Revista d’Innovació i Recerca en Educació**, Espanha, v. 13, n. 2, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://revistes.ub.edu/index.php/REIRE/article/view/reire2020.13.230048>. Acesso em: 11 nov. 2023.

SÁ, A. C. N. **Proposta de indicadores de sustentabilidade para avaliação da coleta seletiva de João Pessoa - PB.** 2021, 234f. Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal da Paraíba, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/20874/1/AnaCec%c3%adliaNovaesDeS%c3%a1_Dissert.pdf. Acesso em: 13 maio 2023.

SALES, J. C. A. **Análise de indicadores ambientais em sistemas de informações geográficas:** Estudo aplicado à avaliação ambiental integrada de bacias hidrográficas. 2019, 134f. Doutorado em Ciências Ambientais. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2019. Disponível em: https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UNSP_c3cac754e89595b4d408c9a57eb52d45. Acesso em: 16 jun. 2023.

SALOMÉ, G. M.; ALMEIDA, C. B.; PRUDENCIO, F. M. Algoritmos para prevenir lesão por pressão em paciente com COVID-19 em prona. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 36, eAPE02702, 2023. Disponível em: <https://acta-ape.org/article/algoritmos-para-prevenir-lesao-por-pressao-em-paciente-com-covid-19-em-prona/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

SANTOS, M. E. P.; et al. A construção de um sistema de indicadores urbano-ambientais como instrumento de política urbano-ambiental: a experiência do Dique de Campinas em Salvador, Bahia, Brasil. *In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2.*, 2006, Braga. **Anais....**Braga: Universidade do Minho: EESC/USP: UNESP, 2006.

Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Parque Estadual do Cocó PA.** Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/parque-do-coco-pa/>. Acesso em 01 jun. 2023.

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Projeto de Monitoramento Ambiental das Águas Superficiais dos Principais Rios do Estado do Ceará e Seus Afluentes (em andamento).** Fortaleza, Ceará, 2009.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Município e Saneamento.** [s. l][s. d.]. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/ce/fortaleza#:~:text=O%20munic%C3%ADpio%20FORTALEZA%20gera%2097.683,esgotos%20na%20natureza%20sem%20tratamento>. Acesso em: 04 ago. 2023.

STREINER, D. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. **Journal of Personality Assessment**, Reino Unido, v. 80, n. 6, p. 217-222. 2003.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006

VEIGA, T. B.; COUTINHO, S. S.; TAKAYANAGUI, A. M. M.. Aplicação da técnica Delphi na construção de indicadores de sustentabilidade. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, São Paulo, v. 9, n. 4, p.31-45, 2014.

VEIGA, J.E. **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro. Ed. Garamound, 2010

WANG, Z.; LIANG, F.; LIN, S-H. Can socially sustainable development be achieved through homestead withdrawal? A hybrid multiple-attributes decision analysis. **Humanities and Social Sciences Communications**, Reino Unido, v. 10, n. 1, p. 574, 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41599-023-02035-9>. Acesso em: 2 set. 2023.

ZARILI, T. F. T.; *et al.* Técnica Delphi no processo de validação do Questionário de Avaliação da Atenção Básica (QualiAB) para aplicação nacional. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. e190505, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/qHycQhxWyPnNhdC5LLYjKpk/?lang=pt>. Acesso em: 4 ago. 2024.

ZHANG, J.; TAN, Z. Grey water footprint assessment of domestic wastewater in Guangdong section of the Dongjiang River Basin. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, Reino Unido, v. 1315, n. 1, p. 012039, 2024. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4897703. Acesso em: 11 nov. 2023.

APÊNCICE A - FORMULÁRIO PARA DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE RIOS URBANOS

Prezado (a) Senhor(a),

Eu, Janelane Coelho da Rocha, aluna do curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFC, sob a Orientação do Professor Dr. Rivelino Martins Cavalcante, venho por meio deste, solicitar aproximadamente 5 (cinco) minutos do seu preciosíssimo tempo para convidar-lhe a participar como voluntário, de uma rede de especialistas que definirá um conjunto de indicadores que irão compor uma Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para Rios Urbanos, a qual será aplicada ao rio Cocó.

A pesquisa é intitulada **“DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA RIOS URBANOS E SUA APLICAÇÃO AO RIO COCÓ – FORTALEZA, CEARÁ** e por meio da Matriz de Indicadores que será construída pretende-se avaliar as suas condições de Sustentabilidade Ambiental e assim servir de instrumento norteador para o Estado na criação de Políticas Públicas e também conscientizar a sociedade civil quanto a importância de conservar os rios urbanos.

A sua participação consistirá em responder um formulário online, enviado por e-mail via google forms. O documento encontra-se dividido em três partes principais: a primeira seção com a APRESENTAÇÃO E INSTRUÇÕES, a segunda com a IDENTIFICAÇÃO do participante, e a terceira com o FORMULÁRIO para a ponderação dos indicadores de Sustentabilidade. Para a ponderação quanto a relevância do indicador adotou-se a escala do tipo Likert, a qual foi categorizada em: Irrelevante (1); Pouco Relevante (2); Relevante (3); Relevância Moderada (4) e Muito Relevante (5).

Asseguramos que a pesquisa não apresenta nenhum tipo de risco ou constrangimento para o(a) senhor(a). As informações fornecidas pelos participantes serão tratadas com confidencialidade e utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

Sua participação nessa pesquisa é de fundamental importância para o entendimento da situação atual de sustentabilidade ambiental do rio Cocó.

Em caso de qualquer dúvida ou esclarecimento acerca da pesquisa o(a) senhor(a) poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável por meio dos telefones (85) 996221453 e-mail: janelane23@gmail.com.

INFORMAÇÕES PESSOAIS**EMAIL**

*

NOME COMPLETO

*

FORMAÇÃO ACADÊMICA:

*

ÚLTIMO NÍVEL DE FORMAÇÃO:

- Graduação
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado
- Pós-doutorado
- Outra

OCUPAÇÃO ATUAL

- Profissional atuante na área ambiental
- Pesquisador
- Professor Universitário
- Professor
- Outra

Caso tenha marcado a opção "Outras Ocupações", informe aqui

ORGANIZAÇÃO/INSTITUIÇÃO/EMPRESA**CIDADE/UF**

Dimensão Ambiental: trata dos fatores de pressão e impacto, e está relacionada aos objetivos de preservação e conservação do meio ambiente, considerados fundamentais para a qualidade de vida das gerações atuais e em benefício das gerações futuras (IBGE, 2015).

Baseado nos seus conhecimentos, quais desses indicadores abaixo, deverão compor a **DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLOGIA** da Matriz de indicadores de Sustentabilidade, ressaltamos que dentre as 5 categorias de ponderação, somente poderá ser atribuído uma nota.

INDICADOR	IRELEVANTE (1)	POUCO RELEVANTE (2)	RELEVANT E (3)	RELEVÂNCI A MODERADA (4)	MUITO RELEVANT E (5)
Área com cobertura de vegetação natural e ou plantada/área total da bacia (%/ano)					
Extensão do rio com mata ciliar em conformidade e legal (%)					
Nº de nascentes preservadas/ total de nascentes da bacia					
Espécies extintas e ameaçadas de extinção.					
Existência de Espécies Invasoras					
Queimadas e incêndios na área do rio principal					
% de áreas suscetíveis a erosão					

Neste espaço você pode sugerir a inclusão de outros indicadores para comporem a **Dimensão Ambiental/Ecologia** ou fazer comentários que ache pertinentes

Secção 4 de 9

Baseado nos seus conhecimentos, quais desses indicadores abaixo, deverão compor a **DIMENSÃO AMBIENTAL/SANEAMENTO AMBIENTAL** da Matriz de indicadores de Sustentabilidade, ressaltamos que dentre as 5 categorias de ponderação, somente poderá ser atribuído uma nota

INDICADOR	IRRELEVANT E (1)	POUCO RELEVANT E (2)	RELEVANT E (3)	RELEVÂNCIA A MODERADA (4)	MUITO RELEVANTE (5)
% da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de abastecimento de água					
Proporção da população da bacia interligada a uma rede de sistema de abastecimento de água					
Média percentual das perdas físicas (vazamentos e faturadas)					
Proporção da população interligada a um Sistema de Esgotamento sanitário					
% da bacia hidrográfica dotado de cobertura da rede de esgotamento sanitário					
Proporção de Águas Residuárias tratadas de forma segura					
Nº de pontos de lançamento de efluentes líquidos sem tratamento/km de extensão do rio principal					
Volume de esgoto gerado na bacia					

(m ³ /ano) na bacia					
Volume de esgoto coletado (m ³ /ano) na bacia					
Volume de esgoto tratado (m ³ /ano) na bacia					
% de domicílios com coleta regular de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) na bacia					
% de Resíduos Sólidos Domiciliares com destinação final adequada					
% de resíduos sólidos dispostos de forma irregular (a céu aberto)					
% da área/ urbana com cobertura de sistema de drenagem pluvial na bacia					
% de internações por doenças de veiculação hídrica e demais doenças causadas pela falta de saneamento.					
Percentual de ligações clandestinas de esgoto na rede de galerias pluviais					

Neste espaço você pode sugerir a inclusão de outros indicadores para comporem a **Dimensão Ambiental/Saneamento Ambiental** ou fazer comentários que ache pertinente

Secção 5 de 9

Baseado nos seus conhecimentos, quais desses indicadores abaixo, deverão compor a **DIMENSÃO AMBIENTAL/RECURSOS HÍDRICOS** da Matriz de indicadores de Sustentabilidade, ressaltamos que dentre as 5 categorias de ponderação, somente poderá ser atribuído uma nota.

INDICADOR	IRRELEVANTE (1)	POUCO RELEVANTE (2)	RELEVANTE (3)	RELEVÂNCIA MODERADA (4)	MUITO RELEVANTE (5)
Extensão dos corpos d'água canalizados e retificados na bacia/extensão total (%/km ²)					
Coefficiente de escoamento superficial					
Extensão dos trechos perenes na bacia/extensão total					
% de domicílios cujos logradouros apresentaram ocorrência de enchente/bairro/bacia nos últimos 05 anos					
% vazão total outorgada em relação a vazão passível de outorga					
Volume de precipitação na bacia					
Quantitativo de Outorgas de lançamento de efluentes emitidas para					

o Rio principal					
Volume de efluentes lançados no rio principal, decorrentes das Outorgas de lançamento (m ³ /ano/Km ²)					

Neste espaço você pode sugerir a inclusão de outros indicadores para a **Dimensão Ambiental/Recursos hídricos** ou mesmo fazer comentários.

Seção 6 de 9

Baseado nos seus conhecimentos, quais desses indicadores abaixo, deverão compor a **DIMENSÃO AMBIENTAL/QUALIDADE DAS ÁGUAS** da Matriz de indicadores de Sustentabilidade, ressaltamos que dentre as 5 categorias de ponderação, somente poderá ser atribuído uma nota.

INDICADOR	IRRELEVANTE (1)	POUCO RELEVANTE (2)	RELEVANTE (3)	RELEVÂNCIA MODERADA (4)	MUITO RELEVANTE (5)
Índice de Qualidade da Água - IQA					
Índice de Estado Trófico - IET					
Taxa de conformidade da água em relação ao OD (% amostras)					
Taxa de conformidade da água em relação ao Coliformes Termotolerantes (% amostras)					
Taxa de conformidade da água em relação ao Fósforo Total (% amostras)					
Taxa de conformidade da água em relação					

ao DBO (% amostras)					
Quantitativo de pontos ativos de monitorização da qualidade da água na bacia					
Presença de substâncias tóxicas (metais pesados, compostos orgânicos resistentes) nos sedimentos de fundo de rio na bacia					
Balneabilidade das praias					

Neste espaço você pode sugerir a inclusão de outros indicadores para a **Dimensão Ambiental/Qualidade das Águas** ou mesmo fazer comentário

Secção 7 de 9

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE - DIMENSÃO SOCIAL

Dimensão Social: corresponde, especialmente, aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, a melhoria da qualidade de vida e a justiça social. (IBGE, 2015).

Baseado nos seus conhecimentos, quais desses indicadores abaixo, deverão compor a **DIMENSÃO SOCIAL** da matriz de indicadores de Sustentabilidade. Ressaltamos que dentre as 5 categorias de ponderação, somente poderá ser escolhida uma.

INDICADOR	IRRELEVANTE (1)	POUCO RELEVANTE (2)	RELEVANTE (3)	RELEVÂNCIA MODERADA (4)	MUITO RELEVANTE (5)
Taxa de Fecundidade Total					
Taxa geométrica do Crescimento Populacional					
Rendimento Domiciliar Per Capita - IBGE					
Índice de Gini (mede o grau de concentração de renda em					

um determinado grupo social) da Distribuição de Rendimento					
Índice de urbanização (% de áreas impermeabilizadas)					
Verticalização de imóveis					

Neste espaço você pode sugerir a inclusão de outros indicadores para comporem a **Dimensão Social** ou fazer comentários que ache pertinente

Seção 8 de 9

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE - DIMENSÃO ECONÔMICA

Dimensão Econômica: trata de questões relacionadas ao uso e esgotamento dos recursos naturais, à produção e gerenciamento de resíduos, ao uso de energia e ao desempenho macroeconômico e financeiro do País. (IBGE, 2015)

Baseado nos seus conhecimentos, quais desses indicadores abaixo, deverão compor a **DIMENSÃO ECONÔMICA** da matriz de indicadores de Sustentabilidade. Ressaltamos que dentre as 5 categorias de ponderação, somente poderá ser escolhido uma.

INDICADOR	IRRELEVANTE (1)	POUCO RELEVANTE (2)	RELEVANTE (3)	RELEVÂNCIA MODERADA (4)	MUITO RELEVANTE (5)
Produto Interno Bruto – PIB Per Capita					
Consumo de energia per capita					
Índice de Desenvolvimento Humano IDH					
Taxa de desemprego					

Neste espaço você pode sugerir a inclusão de outros indicadores para comporem a **Dimensão Econômica** ou fazer comentários que ache pertinente

Secção 9 de 9

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE - DIMENSÃO INSTITUCIONAL

Dimensão institucional: diz respeito à orientação política, capacidade e esforço despendido por governos e pela sociedade na implementação das mudanças requeridas para uma efetiva implementação do desenvolvimento sustentável. (IBGE, 2015)

Baseado nos seus conhecimentos, quais desses indicadores abaixo, deverão compor a **DIMENSÃO INSTITUCIONAL** da matriz de indicadores de Sustentabilidade. Ressaltamos que dentre as 5 categorias de ponderação, somente poderá ser escolhido uma.

INDICADOR	IRRELEVANTE (1)	POUCO RELEVANTE (2)	RELEVANTE (3)	RELEVÂNCIA MODERADA (4)	MUITO RELEVANTE (5)
Existência e atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica					
Existência de plano de bacia ou zoneamento.					
Investimentos Públicos (R\$) em ações de recuperação de recursos hídricos na bacia.					
Investimentos (R\$) em drenagem pluvial/habitante na bacia.					
Participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento					
eficiência do uso dos recursos hídricos dos seguintes setores usuários:					

agropecuária, indústria e serviços...etc					
Fiscalização do uso da água bruta e tratada nos empreendimentos					
Quantitativo de multas e infrações decorrentes do lançamento de efluentes líquidos no rio					

Neste espaço você pode sugerir a inclusão de outros indicadores para comporem a **Dimensão Institucional** ou fazer comentários que ache pertinente

APÊNDICE B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ PROPESQ - UFC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA RIOS URBANOS E SUA APLICAÇÃO AO RIO COCÓ - FORTALEZA, CEARÁ.

Pesquisador: JANELANE COELHO DA ROCHA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 74830223.8.0000.5054

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.435.734

Apresentação do Projeto:

O projeto DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA RIOS URBANOS E SUA APLICAÇÃO AO RIO COCÓ - FORTALEZA, CEARÁ, é apresentado pelo proponente com o seguinte desenho resumido: [...] "Sabe-se que a gestão desta e de qualquer outra problemática ambiental, com foco no planejamento urbano territorial, requer dentre outras providências a mensuração dos impactos envolvidos, a fim de orientar as ações do Estado e da sociedade civil. Para essa mensuração podem ser utilizados os indicadores de sustentabilidade ambiental, os quais, podem ser aplicados para traçar um modelo da realidade, avaliar condições e tendências, comparar situações e lugares, avaliar metas e objetivos. O objetivo desta pesquisa é criar uma Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para Rios Urbanos, a qual será aplicada ao rio Cocó, com o propósito de realizar uma análise da sua atual situação e assim servir de subsídio para o desenvolvimento de políticas públicas. Essa Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental será criada com a participação de especialistas e técnicos que trabalham com a temática e com as Comunidades Locais, por meio dos representantes do Conselho Gestor do Parque do Cocó, Comitê da Bacia Metropolitana e Comissões Gestoras. A área de estudo será o rio Cocó, mais precisamente a área da sua bacia hidrográfica inserida no território do município de Fortaleza."

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Roberto Freixo

CEP: 80.430-270

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-4344

E-mail: comcep@ufc.br

Continuação do Projeto: 0.4.03.598

Objetivo da Pesquisa:

Diante da formulação hipotética do estudo, o proponente apresenta o objetivo principal e os secundários, na seguinte formulação: "Hipótese: Diante de todos os impactos ambientais sofridos pelo rio Cocó no decorrer do seu percurso pela cidade de Fortaleza, será que o rio encontra-se sustentável ambientalmente? Objetivo Primário: Desenvolver uma Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para Rios Urbanos e aplicá-la ao rio Cocó, com o propósito de realizar uma análise da sua atual situação e assim servir de subsídio para o desenvolvimento de políticas públicas. Objetivo Secundário: - Criar uma Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para Rios Urbanos por meio da aplicação de Formulário com especialistas e técnicos que trabalhe com a temática;- Validar a Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental com o Grupo Focal (representantes das Comunidades Locais);- Utilizar os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental, com o propósito de mensurar a sustentabilidade do rio Cocó;- Fornecer respostas pertinentes aos impactos negativos das ações antrópicas e fornecer subsídios para a elaboração de política."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A estruturação de aspectos de riscos e benefícios estão delimitados pelo autor, garantindo que "riscos" não ocorrerão durante a pesquisa com os sujeitos. Discrimina as duas possibilidades: "Riscos:

Asseguramos que a pesquisa não apresenta nenhum tipo de risco ou constrangimento para o(a) senhor(a).

As informações fornecidas pelos

participantes serão tratadas com confidencialidade e utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

Benefícios: Como benefícios dessa pesquisa temos a promoção de conhecimento científico, através da elaboração de um retrato da atual situação do rio Cocó, no que confere a suas condições de sustentabilidade ambiental, proporcionando assim uma ferramenta de apoio ao Estado e a Sociedade Civil."

Contudo, vale a pena sempre lembrar que a avaliação R/B é um indicativo de razoabilidade do pesquisador em saber que eventualmente possa existir percepções da comunidade diferentes das intenções do pesquisador. Neste caso, riscos afloram da indisponibilidade para respostas, causando mal estar no que foi combinado antes, e benefícios pode não se consolidar mesmo com a melhor das intenções do projeto.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Visando alcançar 150 entrevistados, há uma significativa formulação de etapas metodológica, com representativo subsídio técnico e teórico das atividades, projetadas com esmero pela seguinte composição argumentativa: "Para o alcance dos objetivos dessa pesquisa, será realizado o seguinte percurso metodológico: levantamento bibliográfico para seleção dos indicadores de

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 50.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (81)3366-8344

E-mail: compeq@ufc.br

Continuação do Parecer: 6.436.734

sustentabilidade da matriz preliminar; aplicação de Formulário, através do Google Forms, análise estatística das respostas dos formulários e determinação dos principais indicadores da sustentabilidade de rios urbanos. A construção da matriz preliminar de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental, deu-se com base na lista de indicadores de desenvolvimento sustentável do IBGE e nos trabalhos de BARRETO, 2017 e CERQUEIRA 2008. A matriz preliminar foi elaborada contendo as seguintes dimensões de sustentabilidade: ambiental (subdimensões ecologia, saneamento ambiental, recursos hídricos e qualidade da água), econômica, social e institucional". Enfim, o amanho da pesquisa demonstra consistência e assegura perspectivas adequadas a consideração ética de tratamento como os sujeitos e comunidade para os quais se destina a contribuição acadêmica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos estão plenamente de acordo com o que é exigido por esse Comitê de Ética, atendendo portanto à condição necessária para sua aprovação, salvo melhor juízo. Cabe destacar no que diz respeito ao formulário de avaliação qualitativa com os indicadores propostos, a importância de informar um prazo médio aos entrevistados, para que não se cansem com a densidade das questões antes de finalizarem as respostas.

Recomendações:

Nenhuma recomendação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nenhuma pendência ou inadequação.

Considerações Finais e critério do CEP:

Projeto COM PARECER FAVORÁVEL A APROVAÇÃO, salvo melhor juízo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2006058.pdf	31/08/2023 20:06:55		Aceito
Folha de Rosto	1_FOLHA_DE_ROSTO__Janelane_assinado.pdf.pdf	31/08/2023 20:06:12	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
Outros	QUESTIONARIO_GRUPO_FOCAL.pdf	31/08/2023 20:04:47	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
Outros	FORMULARIO_APLICACAO_PAINELISTAS.pdf.pdf	31/08/2023 19:56:21	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 61.430-270

UF: CE Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3365-8344

E-mail: conape@ufc.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ PROPESQ - UFC**



Continuação do Parecer: 9485.794

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO_TCLE_ESPECIALISTAS.pdf	31/08/2023 19:52:22	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO_TCLE_GRUPO_FINAL_PRONTO.pdf	31/08/2023 19:46:08	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
Outros	AUTORIZACAO_SEMA.pdf	31/08/2023 19:43:26	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
Declaração de concordância	DECLARACAO DOS PESQUISADORES ENVOLVIDOS NA PESQUISA_29_assinado_assinado.pdf	31/08/2023 19:42:35	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
Outros	PARECER_SEMA.pdf	31/08/2023 12:08:04	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_FINAL_CONSELHO_ETICA.pdf	31/08/2023 12:07:44	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZACAO DE DADOS_assinado.pdf	31/08/2023 12:00:31	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
Orçamento	DECLARACAO DE ORCAMENTO_FINALANCEIRO_assinado.pdf	31/08/2023 12:00:12	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_PRONTO_assinado.pdf	31/08/2023 11:59:47	JANELANE COELHO DA ROCHA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 19 de Outubro de 2023

Assinado por:

FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1300

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 81.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85) 3360-8344

E-mail: conep@ufc.br

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - Mestrado



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Eu, Janelane Coelho da Rocha, aluna do curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFC, sob a Orientação do Professor Dr. Rivelino Martins Cavalcante, venho por meio deste, convidar-lhe a participar como voluntário da pesquisa intitulada **“DETERMINAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA RIOS URBANOS E SUA APLICAÇÃO AO RIO COCÓ – FORTALEZA, CEARÁ.**

A pesquisa tem como objetivo principal a construção de uma Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental, a qual será aplicada ao rio Cocó, com o propósito de avaliar suas condições de Sustentabilidade Ambiental e assim servir de instrumento norteador para o Estado na criação de Políticas Públicas e também conscientizar a sociedade civil quanto a importância de conservar os rios urbanos.

A sua participação consistirá em responder um formulário online, enviado por e-mail via google forms. O documento encontra-se dividido em três partes principais: a primeira seção com a APRESENTAÇÃO E INSTRUÇÕES, a segunda com a IDENTIFICAÇÃO do participante, e a terceira com o FORMULÁRIO PARA DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA RIOS URBANOS, neste você deverá escolher os indicadores que irão compor a matriz. Para a ponderação quanto a relevância do indicador adotou-se a escala do tipo Likert, a qual foi categorizada em: Irrelevante (1); Pouco Relevante (2); Relevante (3); Relevância Moderada (4) e Muito Relevante (5).

O envolvimento nesta pesquisa é voluntário, sem ônus, não gerando qualquer vínculo ou remuneração pelas informações. A qualquer momento o (a) senhor (a) poderá se recusar a participar do estudo, sem necessidade de justificativa e isso não lhe trará prejuízos de qualquer ordem.

Asseguramos que a pesquisa não apresenta nenhum tipo de risco ou constrangimento para o(a) senhor(a). As informações fornecidas pelos participantes serão tratadas com confidencialidade e utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

Como benefícios dessa pesquisa temos a promoção de conhecimento científico, através da elaboração de um retrato da atual situação do rio Cocó, no que confere a suas condições de sustentabilidade ambiental, proporcionando assim uma ferramenta de apoio ao Estado e a Sociedade Civil.

Em caso de qualquer dúvida ou esclarecimento acerca da pesquisa o(a) senhor(a) poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Janelane Coelho da Rocha, por meio do telefone (85) 996221453 e e-mail: janelane23@gmail.com.

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

**APÊNDICE D - AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA Nº 07/2023 – SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA – SEMA**

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima - SEMA
Coordenadoria de Biodiversidade - COBIO



AUTORIZAÇÃO PESQUISA

Autorização Pesquisa Nº 07/2023

Validade: 1 ano

Processo NUP: 57022.000249/2023-89

Unidade de Conservação/Ato de Criação: Parque Estadual do Cocó Decreto Estadual Nº 32.248/2017 com Área: 1.581,25 ha

Empreendimento / atividade: Determinação de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para Rios Urbanos e sua Aplicação ao Rio Cocó – Fortaleza, Ceará

Órgão Licenciador: Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará - SEMA

Pesquisador(a): Arnelane Coelho da Rocha

CPF/CNPJ: 012.736.953-80

Endereço: Parque Estadual do Cocó

A Secretaria do Meio Ambiente - SEMA, com base na Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamentada pelo Decreto Federal nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, na Resolução COEMA nº 22, de 03 de dezembro de 2015, alterada pela Resolução COEMA Nº 10 de 01 de setembro de 2016, na Lei Estadual 14.950, de 27 de junho de 2011, no Decreto de Criação da Unidade de Conservação e seguindo as condicionantes listadas neste documento, emite Autorização de Pesquisa intitulada de Determinação de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para Rios Urbanos e sua Aplicação ao Rio Cocó – Fortaleza, Ceará, com base no Parecer Técnico nº 246/2023 – COBIO/SEMA/PARQUE ESTADUAL DO COCÓ

Condicionantes Gerais:

1. Esta Autorização Ambiental não dispensa outras Autorizações e Licenças Federais, Estaduais e Municipais, porventura exigíveis no processo de licenciamento;
2. Mediante decisão motivada, a SEMA poderá alterar as recomendações, as medidas de controle e adequação, bem como suspender ou cancelar esta autorização, caso ocorra:
 - a) Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais;
 - b) Omissão ou falsa descrição de informações relevantes, que subsidiaram a expedição da presente autorização;
 - c) Superveniência de graves riscos ambientais e de saúde;
3. A SEMA deverá ser imediatamente comunicada em caso de ocorrência de acidentes que possam afetar a Unidade de Conservação;
4. O não cumprimento das disposições neste documento poderá acarretar seu cancelamento, estando ainda o solicitante sujeito às penalidades previstas na Legislação Ambiental vigente.

Condicionantes Específicas:

1. O pesquisador responsável fica ciente que esta Autorização não isenta a necessidade de obter anuência e instrumentos legais de outras esferas administrativas, bem como do consentimento dos responsáveis pelas áreas, pública ou privada, inclusive comunidades tradicionais, onde será realizada a atividade;
2. O pesquisador responsável fica ciente que as Autorizações para a execução de pesquisas científicas que envolvam coleta de dados com seres humanos, seja qual for sua metodologia, devem ser submetidas à Plataforma Brasil e ao Comitê de Ética da instituição a qual está vinculada, preenchidas as condicionantes da Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS/ Ministério da Saúde, MS nº 466, de 12 de dezembro de 2012) e demais legislações pertinentes;
3. O pesquisador responsável fica ciente que a SEMA, bem como o gestor e a equipe da Unidade de Conservação não se responsabiliza por danos ou sinistros ocorridos durante a execução da pesquisa;
4. O pesquisador responsável fica ciente que ao término da pesquisa deverá ser encaminhado o relatório final de atividades ou o produto científico final à SEMA, conforme previsto na Instrução Normativa SEMA nº 02/2021;

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima- SEMA
Coordenadoria de Biodiversidade - COBIO




5. O pesquisador responsável, titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, fica ciente que, quando da violação do disposto na Instrução Normativa SEMA nº02/2021 ou em legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização suspensa ou revogada pela SEMA e, caso tenha havido coleta, o material deve ser apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor;

6. O pesquisador e demais membros da equipe ou acompanhantes da pesquisa poderão ser responsabilizados, administrativa, civil e/ou criminalmente, caso haja comprovação de participação por infração ou crime ambiental cometidos;

7. O pesquisador fica ciente que deverá obedecer às regras e normas definidas na legislação vigente e no Plano de Manejo do Parque Estadual do Cocó.

Fortaleza-CE, 28 de julho de 2023.


Vilma Maria Freire dos Anjos
Secretária

APÊNDICE E - LISTA COM A FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS PARTICIPANTES DO MÉTODO DELPHI

Nº	Identificação	Formação/Títulos
1	C.E.L.	Graduação em Agronomia. Mestre na área de Ciências do solo.
2	D.R.R	Graduação em Geografia Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental. Doutor em Geografia.
3	M.E.C. A	Graduação em Administração. Mestrado Profissional em Climatologia e Aplicações nos Países da CPLP e África do Centro de Ciências.
4	A.V.B.A. S	Graduação em Licenciatura Especialista em Educação em Gênero e Direitos. Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
5	M.L.S.M	Graduação em Gestão Ambiental. Especialista em Gerenciamento de Recursos Ambientais
6	F.A. R. P	Graduação em Química Industrial. Mestrado em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental). MBA em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental.
7	M.G.A.B	Graduação em Química. Especialista em Gestão Ambiental
8	R.S.S.J	Graduação em Engenharia de Produção. Especialização em Educação em Gestão Ambiental. Mestre e Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente.
9	F.J.S.C. N	Graduação em Tecnologia em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental Especialização em Gestão dos Recursos Hídricos. Mestrado em Gestão e Tecnologia Ambiental.
10	R.B.M	Graduação em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental Especialização em Gestão de Recursos Hídricos Especialização em Elaboração de projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos Mestre em Gestão Ambiental.
11	R.M. F	Graduação em Ciências Sociais Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.
12	M.C. F	Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas. Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental.
13	T.B. A	Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas Graduação em Farmácia Especialista em Saúde Pública Especialista em Direito Ambiental

		<p>Especialista em Ciências de Dados e Big Data Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente Fiscal Ambiental - Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE) / Governo do Estado.</p>
14	S.M. A	<p>Graduação em Engenharia de Alimentos. Especialização em Engenharia de Alimentos.</p>
15	P.M. G	<p>Graduação em Ciências Biológicas Mestre em Ecologia e Recursos Naturais Doutora em Ecologia e Recursos Naturais Servidora Pública no cargo de Gestor Ambiental da Superintendência Estadual de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE)</p>
16	H.D.C	<p>Graduação em Química Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) Servidora estatutária na Coordenação de Monitoramento de Recursos Ambientais e Hídricos do INEMA, Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.</p>
17	C.A.V. P	<p>Graduação em Serviço Social Mestrado em Avaliação de Políticas Públicas Gestora Ambiental na Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE.</p>
18	W.M. P	<p>Graduado em Engenharia de Pesca Graduando em Engenharia Ambiental Mestre em Ciências Marinhas Tropicais Doutor em Engenharia de Pesca</p>
19	R.F. A	<p>Graduação em Engenharia Sanitária mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente Especialização em Gestão e Conservação dos recursos Hídricos Especialização em Mudança Climática e Mercado de Carbono. Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Governo do Estado da Bahia e atua na área de Monitoramento Hidrometeorológico no Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</p>
20	M.S. S	<p>Graduação (bacharelado e licenciatura) em Ciências Biológicas Curso técnico em edificações Especialização em Gestão Ambiental Graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental Mestre em Climatologia Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Gestora ambiental da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). Tem experiência na área de obras da construção civil, projetos, instalações, licenciamento, controle e monitoramento ambiental, principalmente de atividades industriais e saneamento, com destaque para os Estudos de Impactos Ambientais.</p>
21	A.C.M. O	<p>Graduado em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental Especialista em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico</p>
22	L.S. M	<p>Graduação em Ciências Biológicas Licenciatura e Bacharelado</p>

		Experiência na área de Aqüicultura Mestrado em Aqüicultura.
23	D.D.S. S	Doutoranda em Ciências Marinhas Tropicais Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental Especialista em Auditoria, Perícia e Licenciamento Ambiental Educação Ambiental Especialista em Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável Graduada em Geografia Bacharelado Tecnologia em Meio Ambiente Gestora Ambiental na Superintendência Estadual de Meio Ambiente no Estado do Ceará (SEMACE)
24	J.W.F. S	Graduação em Geografia Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental Especialização em Auditoria Ambiental Mestre em Engenharia Civil, Recursos Hídricos (Saneamento Ambiental)
25	E.L.B. V	Graduação em Geografia Graduação em Engenharia Civil Especialização em Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental e aos Recursos Hídricos (em andamento) Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (em andamento)
26	T.N. A	Graduação em Saneamento Ambiental Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental Curso Técnico Profissionalizante em Técnico em Segurança do Trabalho
27	L.A. B	Graduação em Geografia Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente no Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente Doutor em Ciências Marinhas Tropicais do Laboratório de Ciências Marinhas (Labomar)
28	A.D.A.B.	Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas mestra em Ciências Marinhas Tropicais
29	E.R.F.M.	Graduação em Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA Especializações em Direito Ambiental; Engenharia de Segurança do Trabalho; e em Auditoria Ambiental Doutorado em andamento no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA
30	M.M.B.	Graduação em Ciências Biológicas Especialista em Direito Ambiental Técnica em Meio Ambiente Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente
31	U.C.O.	Graduação em Engenharia Ambiental. Graduação em Saneamento Ambiental.

		<p>Especialização em Topografia e Sensoriamento Remoto. Especialização em Gestão Ambiental. Mestrado em Geografia. Doutorado em Engenharia Civil (Recursos Hídricos).</p>
32	E.R.V.L.	<p>Graduação (Bacharel) em Geografia Mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (1990) Doutor em Geografia Pós-Doutorado na Universidade de Sevilla - Espanha. Vice-coordenador do Núcleo de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (NPDS-UFPB) Coordenador do Doutorado do PRODEMA/UFPB. Tem experiência na área de Geografia, atuando principalmente nos seguintes temas: geoprocessamento, desertificação, sensoriamento remoto, ordenamento territorial, planejamento ambiental e indicadores.</p>
33	R.F.	<p>Graduação em Engenharia Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração</p>
34	H.B.	<p>Graduação em Engenharia Química Mestrado em Tecnologias Energéticas Nucleares Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais Pós-doutorado em Portugal.</p>
35	F.C.G.S.	Graduação em Tecnologia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
36	G.E.P.F.	<p>Técnico em edificação Graduado em Tecnologia em Saneamento Ambiental Graduado em engenharia civil Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental Pós-graduado em engenharia de estruturas. Especialista em docência na Educação Profissional Tecnológica - EPT Doutorando do programa de desenvolvimento e meio ambiente (PRODEMA)</p>
37	A.L.S.	<p>Graduação em Engenharia Agrônômica Especialista em Desenvolvimento do Semiárido e Educação do Campo. Mestrado em Ciências Ambientais</p>
38	F.H.F.S.	<p>Graduação em Geologia Mestrado em Geologia.</p>
39	E.M.P.	<p>Graduação em Geologia Mestrado em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental) Doutorado em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) Tem experiência na área de Engenharia Ambiental, Civil e de Produção, com ênfase em Saneamento Ambiental e Gestão Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: Tratamento de resíduos, educação ambiental e armazenamento de água.</p>
40	M.H.A.M.	<p>Graduação em Geografia Especialização em geoprocessamento aplicado a análise ambiental e recursos hídricos.</p>

		<p>MBA em perícia, auditoria e gestão ambiental. Mestre em Geografia e Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente. No campo institucional foi consultora em grandes projetos de planejamento tais com: Plano Ceará 2050 (Governo do Estado do Ceará); Fortaleza 2040 (Instituto de Planejamento de Fortaleza - IPLANFOR); Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas (Fortaleza e Caucaia); tendo sido anteriormente Coordenadora de Políticas Ambientais da Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA) da Prefeitura de Fortaleza.</p>
41	I.O.S.	<p>Graduação em Geologia Gestão de Processos Minerários e Ambientais</p>

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

APÊNDICE F - LISTA DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DA CAGECE QUE LANÇAM ESGOTO NO RIO COCÓ

COD_PLANTA	DSC_PLANTA	MUNICIPIO	ENDERECO_RUA	TIPO
PL-CEA-ETE0058	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 58 - ALAMEDA	FORTALEZA	Av. Dionísio Leonel Alencar, 266 - Pedras, Fortaleza - CE, 60874-805	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0101	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0101 - CAMPO DOS INGLESES 2	FORTALEZA	R. Nove, 12 - Jardim Cearense, Fortaleza - CE, 60714-222	Decantação primária
PL-CEA-ETE0102	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0102 - CAMPO DOS INGLESES 3	FORTALEZA	R. Nove, 117 - Jardim Cearense, Fortaleza - CE, 60712-280	Decantação primária
PL-CEA-ETE0099	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0099 - BONS AMIGOS	FORTALEZA	Rua Manuel Costa, 661 - Paupina, Fortaleza - CE, 60873-540	Decantação primária
PL-CEA-ETE0100	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0100 - CAMPO DOS INGLESES 1	FORTALEZA	R. 1, 166 - Jardim Cearense, Fortaleza - CE, 60712-247	Decantação primária
PL-CEA-ETE0105	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0105 - CAMPO DOS INGLESES 06	FORTALEZA	R. Dez, 319 - Jardim Cearense, Fortaleza - CE, 60714-222	Decantação primária
PL-CEA-ETE0106	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0106 - CAMPO DOS INGLESES 07	FORTALEZA	R. 3 (Cj. Campo dos Ingêleses), 22 - Itaperi, Fortaleza - CE, 60714-222	Decantação primária
PL-CEA-ETE0103	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0103 - CAMPO DOS INGLESES 4	FORTALEZA	R. Nove, 88c - Jardim Cearense, Fortaleza - CE, 60714-222	Decantação primária
PL-CEA-ETE0104	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0104 - CAMPO DOS INGLESES 5	FORTALEZA	R. 5 (Cj. Campo dos Ingêleses), 62 - Jardim Cearense, Fortaleza - CE, 60712-240	Decantação primária
PL-CEA-ETE0093	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0093 - NOVO BARROSO	FORTALEZA	R. Emiliano de Almeida Braga, 814 - Passaré, Fortaleza - CE, 60868-170	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0091	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0091 - BANDEIRANTES V	FORTALEZA	R. Prof. Paulo Maria de Aragão, 50 - Messejana, Fortaleza - CE, 60192-490	Decantação primária
PL-CEA-ETE0092	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0092 - BANDEIRANTES VI	FORTALEZA	R. I Cj Res Bandeirantes, 42 - Messejana, Fortaleza - CE, 60840-455	Decantação primária
PL-CEA-ETE0085	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0085 - ALTO ALEGRE IV	FORTALEZA	Av. Contorno Sul, São Bento, Fortaleza - CE, 60810-670	Decantação primária
PL-CEA-ETE0083	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0083 - ALTO ALEGRE II	FORTALEZA	R. 3 Cj. Alto Alegre, 14 - São Bento, Fortaleza - CE, 60875-370	Decantação primária
PL-CEA-ETE0084	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0084 - ALTO ALEGRE III	FORTALEZA	R. 7, 37 - São Bento, Fortaleza - CE, 60875-330	Decantação primária
PL-CEA-ETE0089	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0089 - BANDEIRANTES III	FORTALEZA	R. José Hipólito, 1055 - Messejana, Fortaleza - CE, 60810-670	Decantação primária
PL-CEA-ETE0090	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0090 - BANDEIRANTES IV	FORTALEZA	R. Prof. Paulo Maria de Aragão, 2-32 - Messejana, Fortaleza - CE, 60192-490	Decantação primária
PL-CEA-ETE0087	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0087 - BANDEIRANTES I	FORTALEZA	R. F, 6067-6009 - Conj. Ceará I, Fortaleza - CE, 60533-645	Decantação primária

PL-CEA-ETE0088	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0088 - BANDEIRANTES II	FORTALEZA	R. B Cj dos Bandeirantes, 213 - Eng. Luciano Cavalcante, Fortaleza - CE, 60810-670	Decantação primária
PL-CEA-ETE0077	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0077 - SÍTIO SANTANA	FORTALEZA	R. 7, 1a - Barroso, Fortaleza - CE, 60862-635	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0078	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0078 - LAGO AZUL	FORTALEZA	R. Maria Zilda de Souza, 7 - Barroso, Fortaleza - CE, 60862-590	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0075	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0075 - ZEZA TIJOLO	FORTALEZA	R. José Alberto Sá Pires, 69-1 - Cajazeiras, Fortaleza - CE, 60864-335	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0076	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0076 - CASTELÃO	FORTALEZA	R. Carla Bezerra Sabóia, 231-15 - Mata Galinha, Fortaleza - CE, 60867-685	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0082	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0082 - ALTO ALEGRE 01	FORTALEZA	Av. Contorno Sul, 11d - São Bento, Fortaleza - CE, 60875-205	Decantação primária
PL-CEA-ETE0079	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0079 - JOSÉ EUCLIDES	FORTALEZA	Av. B - Jangurussu, Fortaleza - CE	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0080	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0080 - ESCRITORES	FORTALEZA	R. Marta Gradvohl, Paupina, Fortaleza - CE, 60810-670	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0069	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0069 - 03 - CHICO MENDES	FORTALEZA	Tv. Cunha, 129 - Ancuri, Fortaleza - CE, 60873-110	Decantação primária
PL-CEA-ETE0070	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0070 - RIACHO DOCE	FORTALEZA	R. Quinze, 49-1 - Passaré, Fortaleza - CE, 60745-150	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0066	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0066 - BARROSO II	FORTALEZA	R. Regina de Fátima, 3351 - Passaré, Fortaleza - CE, 60862-460	Decantação primária
PL-CEA-ETE0067	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0067 - UNIDOS VENCEREMOS	FORTALEZA	R. Alencar de Oliveira - Passaré, Fortaleza - CE, 60861-790	Decantação primária
PL-CEA-ETE0073	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0073 - ETE 01 PASSARÉ	FORTALEZA	Rua Desembargador Otacilio Peixoto, Passaré, Fortaleza - CE, 60743-680	Decantação primária
PL-CEA-ETE0074	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0074 - ETE 02 PASSARÉ	FORTALEZA	Rua Desembargador Otacilio Peixoto, Passaré, Fortaleza - CE, 60743-680	Decantação primária
PL-CEA-ETE0071	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0071 - ETE ROSALINA	FORTALEZA	Av. Moura Matos, 150 - Passaré, Fortaleza - CE, 60861-350	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0055	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0055 - JOSÉ WALTER	FORTALEZA	Av. Kleeny Lima - Mondubim, Fortaleza - CE	Reator Anaeróbico/Lagoa anaeróbica/Lagoa Aeróbica
PL-CEA-ETE0041	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0041 - ETE TUPÃ MIRIM	FORTALEZA	R. Cento Trinta Seis, 45 - Parque Dois Irmãos, Fortaleza - CE, 60744-670	Lagoa Anaeróbica/Lagoa Aeróbica
PL-CEA-ETE0048	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0048 - CENTRO DE EVENTOS	FORTALEZA	Rua Governador Manoel de Castro Filho, 2011 - Edson Queiroz, Fortaleza - CE, 60811-595	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0049	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0049 - PGJ/TCM	FORTALEZA	Rua Venida Afonso Albuquerque Lima, 769 - Cambeba, Fortaleza - CE, 60822-325	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0044	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0044 - ETE CONJ. PALMEIRAS	FORTALEZA	R. Serra Azul, 1517 - Conj. Palmeiras, Fortaleza - CE, 60870-190	Lagoa Anaeróbica/Lagoa Aeróbica

PL-CEA-ETE0008	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0008 - ETE ITAPERI	FORTALEZA	R. João de França - Itaperi, Fortaleza - CE, 60714-210	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0168	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0168 - SÍTIO SÃO JOÃO 15/22	FORTALEZA	R. Nova - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60540-272	Decantação primária
PL-CEA-ETE0169	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0169 - SÍTIO SÃO JOÃO 17	FORTALEZA	R. Verde 42 (Cj Sítio São João), Nº 243 A - Jereissati, Fortaleza - CE, 60876-650	Decantação primária
PL-CEA-ETE0166	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0166 - SÍTIO SÃO JOÃO 13	FORTALEZA	R. Verde 35, 366 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60540-272	Decantação primária
PL-CEA-ETE0167	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0167 - SÍTIO SÃO JOÃO 14	FORTALEZA	R. 36, 552 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60876-600	Decantação primária
PL-CEA-ETE0172	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0172 - SÍTIO SÃO JOÃO 20	FORTALEZA	R. Verde Quarenta Três, 23 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60540-272	Decantação primária
PL-CEA-ETE0173	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0173 - SÍTIO SÃO JOÃO 21	FORTALEZA	R. Verde 42 (Cj Sítio São João), 71 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60876-650	Decantação primária
PL-CEA-ETE0170	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0170 - SÍTIO SÃO JOÃO 18	FORTALEZA	R. Verde 42 (Cj Sítio São João), 55-115 - Jereissati, Fortaleza - CE, 60540-272	Decantação primária
PL-CEA-ETE0171	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0171 - SÍTIO SÃO JOÃO 19	FORTALEZA	R. Verde 21, 111-9 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60540-272	Decantação primária
PL-CEA-ETE0160	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0160 - SÍTIO SÃO JOÃO 07	FORTALEZA	R. Quarenta, 79a - Jangurussu, Fortaleza - CE	Decantação primária
PL-CEA-ETE0161	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0161 - SÍTIO SÃO JOÃO 08/16	FORTALEZA	R. Verde 39, 384 - Jereissati, Fortaleza - CE, 60540-272	Decantação primária
PL-CEA-ETE0158	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0158 - SÍTIO SÃO JOÃO V	FORTALEZA	Av. Val Paraíso, 1877 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60870-440	Decantação primária
PL-CEA-ETE0159	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0159 - SÍTIO SÃO JOÃO 06	FORTALEZA	R. Quarenta, 243 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60876-630	Decantação primária
PL-CEA-ETE0164	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0164 - SÍTIO SÃO JOÃO 11	FORTALEZA	R. Verde 39, 3 - Jereissati, Fortaleza - CE, 60540-272	Decantação primária
PL-CEA-ETE0165	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0165 - SÍTIO SÃO JOÃO 12	FORTALEZA	R. Verde 16, 138a - Jereissati, Fortaleza - CE, 60540-272	Decantação primária
PL-CEA-ETE0162	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0162 - SÍTIO SÃO JOÃO 09	FORTALEZA	R. Verde 39 - Jereissati, Fortaleza - CE, 60540-272	Decantação primária
PL-CEA-ETE0163	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0163 - SÍTIO SÃO JOÃO 10	FORTALEZA	R. Verde Trinta Nove, 170 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60030-970	Decantação primária
PL-CEA-ETE0152	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0152 - SÍTIO CÓRREGO I	FORTALEZA	R. Dez, 300 - Mondubim, Fortaleza - CE, 60752-110	Decantação primária
PL-CEA-ETE0153	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0153 - SÍTIO CÓRREGO II	FORTALEZA	R. Treze, 52 - Mondubim, Fortaleza - CE, 60810-670	Decantação primária
PL-CEA-ETE0150	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0150 - SÃO JOSE DA PAUPINA	FORTALEZA	R. Sérgio Laurino Costa - Paupina, Fortaleza - CE, 60810-670	Decantação primária

PL-CEA-ETE0151	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0151 - SÃO MIGUEL	FORTALEZA	R. Clodoaldo Arruda, 776-990 - José de Alencar, Fortaleza - CE, 60830-295	Decantação primária
PL-CEA-ETE0156	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0156 - SÍTIO SÃO JOÃO III	FORTALEZA	R. Verde Trinta Quatro, 1662d - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60876-680	Decantação primária
PL-CEA-ETE0157	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0157 - SÍTIO SÃO JOÃO IV	FORTALEZA	R. Verde 1, 283 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60876-310	Decantação primária
PL-CEA-ETE0154	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0154 - SITIO ESTRELA	FORTALEZA	R. Yara Santos, 1148 - Barroso, Fortaleza - CE, 60863-595	Decantação primária
PL-CEA-ETE0155	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0155 - SÍTIO SÃO JOÃO II	FORTALEZA	Av. B, 126 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60870-440	Decantação primária
PL-CEA-ETE0144	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0144 - MARIA GORETE	FORTALEZA	R. Quatro de Julho, 131 - Mondubim, Fortaleza - CE, 60761-635	Decantação primária
PL-CEA-ETE0145	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0145 - SÃO BERNARDO 01	FORTALEZA	Av. Domingos Sávio, 322 - Messejana, Fortaleza - CE	Decantação primária
PL-CEA-ETE0143	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0143 - SANTA HELENA	FORTALEZA	R. Pedestre 5 - Ancuri, Fortaleza - CE, 60873-210	Decantação primária
PL-CEA-ETE0148	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0148 - SÃO BERNARDO 04	FORTALEZA	R. Cecília Meireles, 732a - Messejana, Fortaleza - CE, 60841-710	Decantação primária
PL-CEA-ETE0149	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0149 - RESIDENCIAL SÃO DOMINGOS	FORTALEZA	R. Domingos Alves Ribeiro, 502 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60865-050	Decantação primária
PL-CEA-ETE0146	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0146 - SÃO BERNARDO 02	FORTALEZA	Tv. das Violetas, 60 - Messejana, Fortaleza - CE, 60841-648	Decantação primária
PL-CEA-ETE0147	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0147 - SÃO BERNARDO 03	FORTALEZA	R. Cecília Meireles, 461 - Messejana, Fortaleza - CE, 60841-710	Decantação primária
PL-CEA-ETE0135	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0135 - LAGOA REDONDA	FORTALEZA	R. Raquel Florêncio, 351 - Lagoa Redonda, Fortaleza - CE, 60832-140	Decantação primária
PL-CEA-ETE0133	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0133 - PÔR DO SOL	FORTALEZA	R. Nelson Mandela, 88 - Coaçu, Fortaleza - CE, 60872-406	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0134	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0134 - CURIO I/II	FORTALEZA	R. Isabel Ferreira, 1977 - Lagoa Redonda, Fortaleza - CE, 60831-525	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0140	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0140 - JARDIM UNIÃO I	FORTALEZA	R. Argentino Pinheiro Torres, 1506 - Passaré, Fortaleza - CE, 60867-065	Decantação primária
PL-CEA-ETE0141	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0141 - 02 - JARDIM UNIÃO II	FORTALEZA	Av. Argentina Pinheiro Tôrres, 1636 - Passaré, Fortaleza - CE, 60867-065	Decantação primária
PL-CEA-ETE0137	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0137 - MARCOS FREIRE	FORTALEZA	Rua A - Mondubim, Fortaleza - CE	Decantação primária
PL-CEA-ETE0138	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0138 - ETE MONTE LIBANO	FORTALEZA	R. Monte Líbano, 1155 - Mondubim, Fortaleza - CE, 60762-376	Decantação primária
PL-CEA-ETE0125	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0125 - LUIZ GONZAGA	FORTALEZA	Av. Dionísio Leonel Alencar, 2977-2763 - Ancuri, Fortaleza - CE, 60873-066	Reator Anaeróbico

PL-CEA-ETE0131	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0131 - IPAUMIRIM	FORTALEZA	Rua Ipaumirim, 1673 - Planalto Ayrton Senna, Fortaleza - CE, 60766-742	Decantação primária
PL-CEA-ETE0132	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0132 - PAUPINA	FORTALEZA	Tv. Amarílio Soares Bezerra, 1 - Paupina, Fortaleza - CE, 60872-580	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0130	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0130 - GUAJERÚ	FORTALEZA	R. Socorro Gomes, 513 - Guajerú, Fortaleza - CE, 60843-070	Decantação primária
PL-CEA-ETE0109	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0109 - CHICO MENDES 03	FORTALEZA	Av. do Vaqueiro, 1544 - Paupina, Fortaleza - CE, 60874-060	Decantação primária
PL-CEA-ETE0111	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0111 - CONJ. PM ARACAPÉ	FORTALEZA	Rua Governador Mario Covas, 136 - Planalto Ayrton Senna, Fortaleza - CE, 60766-275	Decantação primária
PL-CEA-ETE0107	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0107 - CHICO MENDES 01	FORTALEZA	R. Chico Mendes - Ancuri, Fortaleza - CE	Decantação primária
PL-CEA-ETE0108	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0108 - CHICO MENDES 02	FORTALEZA	R. Jurandir Leonel de Alencar, 448 - Ancuri, Fortaleza - CE, 60874-050	Decantação primária
PL-CEA-ETE0114	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0114 - FERNANDO DE NORONHA	FORTALEZA	R. B, 29 - Eng. Luciano Cavalcante, Fortaleza - CE, 60810-670	Decantação primária
PL-CEA-ETE0113	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0113 - DOM LOCHEIDER	FORTALEZA	R. Prof. Paulo Freire, 1091 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60870-676	Decantação primária
PL-CEA-ETE0255	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0255 - JARDIM CASTELÃO II	FORTALEZA	R. Eudorado, SN, Passaré, Fortaleza - CE	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0259	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0259 - TRIBUNAL DE JUSTIÇA	FORTALEZA	Av. Gen. Afonso Albuquerque Lima - Cambeba, Fortaleza - CE, 60822-325	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0250	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0250 - NOVO RENASCER	FORTALEZA	Rua Airton Senna, 200 - Mondubim, Fortaleza - CE, 60810-670	Decantação primária
PL-CEA-ETE0210	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0210 - ETE ITAPERUSSU	FORTALEZA	Rua VI, Itaperi, Fortaleza - CE, 60810-670	Lodo Ativado
PL-CEA-ETE0254	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0254 - JARDIM CASTELÃO I	FORTALEZA	Rua A, SN - Passaré, Fortaleza - CE, 60810-670	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0251	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0251 - ETE 01 JARDIM UNIÃO II	FORTALEZA	R. Martins de Souza, 1005 - Passaré, Fortaleza - CE, 60810-670	Decantação primária
PL-CEA-ETE0252	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0252 - ROSA LUXEMBURGO	FORTALEZA	R. da Bandeira Vermelha, 30 - São Bento, Fortaleza - CE, 60875-224	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0184	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0184 - ARACAPÉ II	FORTALEZA	R. Miguel Aragão, Aracapé, Fortaleza - CE, 60766-000	Decantação primária
PL-CEA-ETE0185	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0185 - ETE CONJ. PM PAUPINA	FORTALEZA	R. C Cj Hab Asfam II, 60 - Paupina, Fortaleza - CE, 60872-566	Decantação primária
PL-CEA-ETE0182	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0182 - JOÃO PAULO II	FORTALEZA	R. Doze, 246 - Barroso, Fortaleza - CE, 60863-640	Lagoa Anaeróbica/Lagoa Aeróbica
PL-CEA-ETE0183	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0183 - ALMIRANTE TAMANDARE I	FORTALEZA	R. Gergelim, 200 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60865-320	Decantação primária

PL-CEA-ETE0191	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0191 - ALDEMIR MARTINS	FORTALEZA	R. Chico da Silva - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60540-272	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0192	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0192 - ETE ARACAPÉ III	FORTALEZA	R. Ferdinando Alves de Souza, 107 - Mondubim, Fortaleza - CE	Reator Anaeróbico
PL-CEA-ETE0189	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0189 - SÃO CRISTOVÃO	FORTALEZA	R. Cento e Dezesete, 267 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60866-175	Lagoa Anaeróbica/Lagoa Aeróbica
PL-CEA-ETE0177	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0177 - 24 DE MARÇO	FORTALEZA	R. Dr. Pedro Sampaio, 558 - Passaré, Fortaleza - CE, 60810-670	Decantação primária
PL-CEA-ETE0174	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0174 - SÍTIO SÃO JOÃO 23	FORTALEZA	R. Trinta e Sete, 187 - Jangurussu, Fortaleza - CE, 60876-601	Decantação primária
PL-CEA-ETE0175	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0175 - SOARES MORENO	FORTALEZA	Rua Marechal Bittencourt, 1449 - Boa Vista, Fortaleza - CE, 60860-524	Decantação primária
PL-CEA-ETE0178	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0178 - 1º DE MARÇO	FORTALEZA	R. 6, 205 - Barroso, Fortaleza - CE, 60863-125	Decantação primária
PL-CEA-ETE0179	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) 0179 - 8 DE SETEMBRO	FORTALEZA	R. I Cj. 8 de Setembro, 3 - Serrinha, Fortaleza - CE, 60744-820	Decantação primária

Fonte: Cagece, 2023.