



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MARIA TEREZA DUARTE DUTRA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE  
HIDROAMBIENTAL EM BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA DO  
RIO CAPIBARIBE, PERNAMBUCO**

Recife  
2017

MARIA TEREZA DUARTE DUTRA

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE  
HIDROAMBIENTAL EM BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA DO  
RIO CAPIBARIBE, PERNAMBUCO**

Tese submetida ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzana Maria Gico Lima Montenegro.

Coorientador: Prof. Dr. Alfredo Ribeiro Neto.

Recife  
2017

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Valdicêa Alves, CRB-4 / 1260

D978d

Dutra, Maria Tereza Duarte.

Desenvolvimento de um índice de sustentabilidade hidroambiental em bacia hidrográfica: o caso da bacia do rio Capibaribe, Pernambuco / Maria Tereza Duarte Dutra. - 2017.

160folhas, Il.; Tabs. e Sigl.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzana Maria Gico Lima Montenegro.

Coorientador: Prof. Dr. Alfredo Ribeiro Neto.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil, 2017.

Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. Gestão de recursos hídricos. 3. Governanças das águas. 4. Indicadores de sustentabilidade. 5. Plano hidroambiental.  
I. Montenegro, Suzana Maria Gico Lima (Orientadora). II. Ribeiro Neto, Alfredo (Coorientador). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2017-199



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

A comissão examinadora da Defesa de Tese de Doutorado

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE  
HIDROAMBIENTAL EM BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA DO  
RIO CAPIBARIBE, PERNAMBUCO**

defendida por

Maria Tereza Duarte Dutra

Considera a candidata APROVADA

Recife, 06 de março de 2017

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzana Maria Gico Lima Montenegro – Orientador - UFPE

Prof. Dr. Alfredo Ribeiro Neto – Coorientador - UFPE

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzana Maria Gico Lima Montenegro – UFPE  
(orientadora)

---

Prof. Dr. Jose Antonio Aleixo da Silva – UFRPE  
(examinador externo)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho – IFPE  
(examinadora externa)

---

Prof. Dr. Ricardo Augusto Pessoa Braga – UFPE  
(examinador externo)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Carmo Martins Sobral – UFPE  
(examinadora interna)

Ao Deus do nosso coração e da nossa compreensão,  
que nos inspire, para nos tornamos pessoas melhores.

Aos meus filhos Isabela e Ricardo, pela alegria do  
convívio, meu amor incondicional.

À Paulo Ricardo Santos Dutra, por tudo de bom que  
vivemos juntos e pelos nossos filhos, com amor e  
gratidão.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, Projeto CAPES-CAFP-BA 034/11, pelo financiamento de bolsa para participar de missão de estudo na Universidade Nacional de Cuyo, em Mendoza, Argentina.

Aos professores da Pós Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração de Tecnologia Ambiental e Recursos, pelos conhecimentos compartilhados.

À minha orientadora, Professora Suzana Gico Lima Montenegro, pelos conhecimentos compartilhados, confiança e amizade.

Ao meu coorientador, Professor Alfredo Ribeiro Neto, pelas contribuições no desenvolvimento da pesquisa.

Aos membros da banca, Professor José Antonio Aleixo, Professora Renata Maria Caminha M. de O. Carvalho, Professora Maria do Carmo Martins Sobral e Professor Ricardo Augusto Pessoa Braga, pela disponibilidade em participar da banca e contribuições ao trabalho.

Ao Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), pelo financiamento do Projeto Innovative Science and Influential Policy Dialogues for Water Security in the Arid Americas. Edital: Collaborative Research Networks (CRN3)

Ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Capibaribe, pelas experiências trocadas neste espaço de discussões e decisões em prol da conservação da bacia.

À APAC, por meio do seu Diretor Gustavo Abreu agradeço a todos demais técnicos que em algum momento prestaram informações que contribuíram para a pesquisa.

Ao IFPE pela liberação parcial para participar do Curso de Doutorado em Engenharia Civil da UFPE, e pelo financiamento de bolsa PIBIC de estudantes que participaram da pesquisa.

À Professora Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa pelas sugestões no desenvolvimento da pesquisa, pelo suporte dado por meio do Labgeo-IFPE na elaboração de mapas, e pela amizade.

Às minhas amigas do IFPE, Marília Lyra, Sofia Brandão, Núbia Frutuoso, Patrícia Travassos, Ana Alice Freire, Ana Regina Ferraz, Susmara Campos, Maria das Graças Nery e Renata Maria Caminha, pelas sugestões ao documento, e pela alegria do convívio.

Aos colegas de Doutorado, em especial, a Claudia Oliveira e Janaína Assis, pelo convívio.

Aos colegas professores do IFPE pelo incentivo e amizade, em especial, a José Severino Bento e Marcos Valença.

À minha mãe, à D. Nena, à Denise Maria da Silva e todos os familiares, pelo estímulo e apoio durante a realização do curso.

“O avanço em governança dos recursos hídricos exige o envolvimento de uma ampla gama de atores sociais, por meio de estruturas de governança inclusivas, que reconheçam a dispersão da tomada de decisão através de vários níveis e entidades.”

(UNESCO, 2015)

## APRESENTAÇÃO DA AUTORA

A autora possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em 1988 e Mestrado em Engenharia Civil, Área de Concentração de Tecnologia ambiental e Recursos Hídricos, pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 2005. É especialista nas áreas de Gestão de Recursos Hídricos pela UFPE, em 1992; Interrelações Solo-Planta-Microorganismos pela UFRPE, em 1989 e Ecossistemática Vegetal pela UFPE, em 1988.

Trabalhou como Técnica de Laboratório na UFPE, lotada no Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Hidráulica, no período de 1990 a 1995, desenvolvendo atividades de apoio as aulas práticas, manutenção de equipamentos, e atividades administrativas.

Atualmente, trabalha como docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), Campus Recife, desde 1995, ministrando aulas no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, participando do programa PIBIC.

Participou, no período de 2010 a 2012, do Projeto de Recuperação e Conservação de Matas Ciliares e de Nascentes na Bacia do Capibaribe, cuja Coordenação Geral era da UFPE, Departamento de Engenharia Civil, Grupo de Recursos Hídricos.

Em 2014 participou de intercâmbio (doutorado sanduíche) na Argentina, com atividades na Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO), e duração de 3 (três) meses. Conheceu a experiência do Grupo de Pesquisa do Centro Científico Tecnológico/Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (CONICET/IADISA), no contexto do Projeto Vulnerability to Climate Extremes in the Américas (VACEA), o qual tem como objetivo desenvolver um sistema de indicadores que incorpore elementos da percepção social local ao conjunto de indicadores de recursos naturais e de dados censitários.

Coordena o Projeto de Avaliação Hidroambiental de Bacias Hidrográficas de Pernambuco, para o período de 2015 a 2018, no IFPE, o qual envolve a parceria de docentes e estudantes do IFPE, UFPE e UFRPE.

Participa como membro titular do Comitê de Bacia Hidrográfica do Capibaribe, em Pernambuco, e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco.

O percurso formativo e profissional despertou o interesse em investigar o processo da governança das águas, visando contribuir para a produção de conhecimento e de ferramentas de apoio a gestão de bacias hidrográficas.

## RESUMO

O cenário atual da gestão de recursos hídricos apresenta uma demanda crescente de água para usos múltiplos, muitas vezes comprometendo a qualidade das águas pela poluição. Ainda, em alguns casos, pode levar a diminuição do estoque hídrico. Soma-se a esses problemas, a escassez hídrica decorrente das mudanças climáticas que ocorrem em várias partes do mundo. Esses aspectos representam um grande desafio para o planejamento da gestão de recursos hídricos. Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar a sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas, escolhendo-se como estudo de caso a bacia do rio Capibaribe, em Pernambuco, Brasil. As etapas metodológicas constaram de levantamento de informações secundárias, por meio da revisão bibliográfica e consulta em bancos de dados censitários oficiais, além da realização de oficinas e entrevistas. Assim, avaliou-se o desempenho dos indicadores propostos no Plano Hidroambiental do Capibaribe, elaborado em 2010, cujos dados obtidos apontaram que, apesar dos indicadores econômicos PIB per capita e Índice Firjan apresentarem crescimento para a grande maioria dos 42 municípios inseridos na bacia, no período entre 2010 e 2013, obteve-se diminuição na área plantada, como um reflexo da escassez hídrica existente na região. Também, a qualidade de água se comportou bastante comprometida, requerendo-se assim, alta demanda pelos serviços de esgotamento sanitário, para atender a dinâmica microrregional da população crescente. Ainda, como resultado das consultas feitas ao público do Alto, Médio e Baixo Capibaribe, foi possível definir uma matriz de indicadores nas dimensões ambiental, social, econômica e institucional. Na sequência, os indicadores foram agregados em sub índices por dimensão específica, obtendo-se resultados de desempenho baixo para dimensão ambiental, desempenho médio para as dimensões social e institucional e muito baixo para dimensão econômica. Por sua vez, os sub índices foram agregados para compor o Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacia Hidrográfica (ISHAB), o qual apresentou baixo desempenho para a bacia do Capibaribe, apontando para a grande necessidade de se ampliar os investimentos em projetos que impactem positivamente a sustentabilidade hídrica na bacia para as dimensões estudadas. Dessa forma, a proposta do ISHAB demonstrou ser uma ferramenta com grande potencial para contribuir com a gestão de recursos hídricos de forma participativa, tornando as informações mais acessíveis à sociedade.

Palavras chaves: Gestão de recursos hídricos. Governanças das águas. Indicadores de sustentabilidade. Plano hidroambiental.

## ABSTRACT

The current scenario of managing water resources presents a growing demand of water for multiple uses, often compromising water quality by pollution. Still, in some cases, can lead to decrease of water stock. Added to these problems, water shortages as a result of climate change occurring in many parts of the world. These aspects represent a great challenge for the planning of water resources management. In this context, this study aimed to evaluate the hydro-environmental sustainability in watersheds, and the Capibaribe river basin in Pernambuco, Brazil, has been chosen as the case study. The methodological steps included the collection of secondary information, through bibliographic review and consultation in official census database, as well as workshops and interviews. The performance of the indicators proposed in Capibaribe's Hydro-Environmental Plan, prepared in 2010, was then evaluated. The obtained data showed that despite the indicators of the GDP per capita and Firjan Index had some growth in most of the 42 municipalities in the watersheds between 2010 and 2013, that there was a decrease in the cropped area, probably as a reflection of the water scarcity in the region. Also, the water quality has been deteriorated, requiring a high demand for sanitary sewage services to meet the micro-regional dynamics of the growing population. As a result, the indicators were aggregated in sub indexes for specific dimension, low performance results for environmental performance dimension to the social and institutional dimensions and very low for economic dimension. For your time, the sub indices were aggregated to form the Hidroambiental sustainability index in the catchment area (ISHAB), which showed poor performance for the basin Capibaribe, pointing to the need to expand investments in projects that positively impact the water sustainability in the basin to the dimensions studied. Thus, the proposal of ISHAB proved to be a tool with great potential to contribute to the management of water resources so as participatory, making the information more accessible to society.

**Key Words:** Water resources management. Water governance. Sustainability indicators. Hydro-environmental plan.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.....	24
Figura 2 – Linha do tempo das publicações dos Relatórios de Conjuntura e Informes dos Recursos Hídricos no Brasil.....	26
Quadro 1 – Comitês de bacias hidrográficas instalados em Pernambuco.....	27
Figura 3 – As dimensões da governança ambiental da água.....	29
Figura 4 – Representação dos cinco Ps da Agenda 2030.....	36
Figura 5 - Pirâmide de informação.....	37
Figura 6 - Pirâmide de informação associada ao utilizador.....	38
Quadro 2 – Comparação entre indicadores quanto à arquitetura da informação.....	39
Quadro 3 – Vantagens e limitações dos indicadores e índices de desenvolvimento sustentável.....	40
Quadro 4 – Panorama internacional do uso de indicadores ambientais.....	43
Quadro 5 – Características de indicadores nas dimensões ambiental, social, econômica e institucional.....	45
Quadro 6 – Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), de acordo com suas dimensões.....	47
Quadro 7 – Diferenças entre a concepção do IDH e o IDHM.....	50
Quadro 8 – Estrutura dos elementos do Indicador de Pobreza Hídrica (IPH).....	52
Quadro 9 – Indicadores/índices ambientais utilizados na gestão das águas.....	53
Quadro 10 – Composição dos índices para uma área representativa de Ambientes Serranos no Semiárido do Estado – APA do Maciço Baturité – CE.....	55
Quadro 11 – Indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas.....	56
Quadro 12 – Indicadores e descrição dos respectivos índices.....	57
Quadro 13 – Indicadores de gestão de recursos hídricos utilizados no Plano Hidroambiental do Rio Capibaribe.....	59
Figura 7 – Comportamento do indicador de avanço da seca no Nordeste.....	59
Figura 8 – Localização das Unidades de Planejamento Hídrico de Pernambuco.....	63
Quadro 14 – Municípios que integram a bacia do Capibaribe.....	64
Figura 9 – Unidades de análise na bacia do Capibaribe.....	65
Figura 10 – Isoietas anuais médias (mm) na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	66
Figura 11 – Isotermas anuais médias (°C) na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	66

Figura 12 – Isolinhas anuais médias de evapotranspiração potencial (mm) de Hargreaves na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	67
Figura 13 – Indicador de evolução da seca nos municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe, para o período chuvoso, de 2014 a 2016.....	69
Figura 14 – Indicador de evolução da seca nos municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe, para o período seco, de 2014 a 2016.....	70
Figura 15 – Isovazões específicas anuais médias (L/s/km <sup>2</sup> ) na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	71
Figura 16 – Relevo da bacia hidrográfica do Capibaribe.....	72
Figura 17 – Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	73
Quadro 15 – Participação das classes de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Capibaribe.....	73
Quadro 16 – Principais reservatórios na bacia hidrográfica do rio Capibaribe.....	74
Figura 18 – Diagrama unifilar com localização das principais fontes poluidoras na bacia do Capibaribe.....	75
Figura 19 – Divisão de macrozonas na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	76
Quadro 17 – Municípios inseridos na bacia do Capibaribe de acordo com as macrozonas.....	77
Quadro 18 – Indicadores no âmbito do Plano Hidroambiental do Capibaribe.....	79
Figura 20 – Etapas desenvolvidas na definição de matriz de indicadores para avaliação da sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas.....	80
Figura 21 – Dinâmica das Oficinas de indicadores de sustentabilidade hidroambiental na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	81
Quadro 19 – Participação das Oficinas de Indicadores Hidroambientais na bacia do Capibaribe.....	82
Figura 22 – Etapas de construção do ISHAB.....	85
Quadro 20 – Escala parcial para classificação de indicadores quantitativos.....	89
Quadro 21 - Escala global para os subíndices ambientais, sociais e econômicos.....	89
Quadro 22 - Escala parcial para classificação de indicadores institucionais.....	91
Quadro 23 - Escala global para o subíndice de indicadores institucionais.....	91
Quadro 24 - Escala para classificação do ISHAB.....	91
Quadro 25 - Comparação entre a estrutura de organização de indicadores de sustentabilidade aplicados a gestão de recursos hídricos.....	93

Figura 23 – Indicador de expansão agrícola na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	99
Figura 24 – Ocorrência de baronetas no rio Capibaribe em trecho na lateral do auditório de Pátio da Feira de Paudalho. Em 09/19/2016.....	100
Figura 25 – Qualidade de água na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	101
Figura 26 – Dinâmica Microrregional Demográfica na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	104
Figura 27 – Índice FIRJAN para os municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe.....	107
Figura 28 – Indicador PIB per capita na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	110
Quadro 26 – Síntese dos indicadores analisados com base no PHA Capibaribe, para os anos de 2010 e 2013, considerando as macrozonas.....	112
Quadro 27 – Matriz de indicadores para avaliação hidroambiental em bacias hidrográficas.....	115
Quadro 28 – Descrição dos indicadores para avaliação hidroambiental em bacias hidrográficas.....	116
Figura 29 – Indicador de atendimento total de água na bacia hidrográfica do Capibaribe.	120
Quadro 29 – Situação dos reservatórios na bacia hidrográfica do Capibaribe, em 2016....	123
Quadro 30 – Condições de coleta e tratamento de esgoto nos municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe, em 2013.....	127
Figura 30 – Aplicação do ICRS na bacia hidrográfica do Capibaribe, em 2010.....	131
Quadro 31 – Indicador de destinação de resíduos sólidos na bacia do Capibaribe.....	132
Figura 31 – Indicador de tratamento de resíduos sólidos na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	133
Figura 32 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal na bacia hidrográfica do Capibaribe, em 2010.....	137
Quadro 32- Análise comparativa de desempenho médio dos indicadores, com todos municípios da bacia e com apenas os municípios com sede na bacia, em 2010.....	145
Quadro 33 – Aplicação da escala parcial para classificação de indicadores institucionais.....	146

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área plantada (ha) nos municípios da bacia do Capibaribe, em 2010 e 2013.	97
Tabela 2 – Dinâmica Microrregional Demográfica (DMD) nos municípios da bacia do Capibaribe, em 2010 e 2013.....	103
Tabela 3 – Índice FIRJAN na bacia hidrográfica do Capibaribe.....	106
Tabela 4 – Produto Interno Bruto per capita dos municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe, para os anos de 2010 e 2013.....	109
Tabela 5 – Aplicação do indicador IATA na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010	118
Tabela 6 – Valores percentuais de atendimento total de água nos municípios da bacia do Capibaribe, em 2010 e 2013.....	122
Tabela 7 – Aplicação do indicador ICE na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010.....	125
Tabela 8 – Aplicação do indicador ICRS na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010	129
Tabela 9 – Aplicação do indicador IDHM na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010.	135
Tabela 10 – Aplicação do indicador PIB per capita na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010.....	139
Tabela 11 – Aplicação dos indicadores de sustentabilidade hidroambiental na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010.....	142
Tabela 12 – Aplicação dos indicadores de sustentabilidade hidroambiental para os municípios com sede na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010.....	144
Tabela 13– Subíndice na dimensão ambiental para a bacia do Capibaribe, em 2010.....	147
Tabela 14 – Subíndice social para a bacia do Capibaribe, em 2010.....	147
Tabela 15 – Subíndice econômico para a bacia do Capibaribe, em 2010.....	148
Tabela 16 – Escala global para o subíndice de indicadores institucionais.....	148
Tabela 17 – Modelos de agregação dos subíndices para aplicação do ISHAB na bacia do Capibaribe.....	149

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COMAM	Conselho Municipal de Meio Ambiente
COMDECs	Coordenadorias Municipais de Defesa Civil
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CT-Hidro	Fundo Setorial de Recursos Hídricos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DGA	Direção Geral do Ambiente
DQO	Demanda Química de Oxigênio
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FUNDARPE	Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco
GL	Grupos de Bacias Litorâneas
GI	Grupos de Bacias Interioranas
HSBC	Corporação Bancária de Hong Kong e Xangai
IATA	Indicador de Atendimento Total de Água
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICE	Indicador de Coleta de Esgoto
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IFPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
IET	Índice do Estado Trófico
IPH	Indicador de Pobreza Hídrica
IQA	Índice de Qualidade de Água
ISHAB	Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacia Hidrográfica
LABGEO	Laboratório de Geotecnologias e Meio Ambiente
LAMEPE	Laboratório de Meteorologia de Pernambuco
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
MSIP	Modelo Sistêmico de Integração Participativa
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PETROBRÁS	Petróleo Brasileiro S.A.
PIB	Produto Interno Bruto
PIB per capita	Produto Interno Bruto per capita
PHA	Plano Hidroambiental
PNIA	Painel Nacional de Indicadores Ambientais
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente

PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRH	Planos de Recursos Hídricos
PRORURAL	Programa Estadual de Apoio ao Pequeno Produtor Rural
PSHPE	Projeto de Sustentabilidade Hídrica de Pernambuco
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
RMR	Região Metropolitana do Recife
SECID	Secretaria das Cidades
SECTMA	Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente
SEMAS	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNGRH	Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
SRHE	Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos de Pernambuco
UCs	Unidades de Conservação
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura
UP	Unidades de Planejamento Hídricos
VACEA	Vulnerability and Adaptation to Climate Extremes in the Americas
WWF	World Wildlife Fund

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	<b>Hipótese</b> .....	19
1.2	<b>Objetivos</b> .....	19
1.2.1	Objetivo geral.....	19
1.2.2	Objetivos específicos.....	20
1.3	<b>Estrutura da tese</b> .....	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1	<b>Gestão de recursos hídricos</b> .....	21
2.1.1	Disponibilidade de recursos hídricos.....	21
2.1.2	A gestão de recursos hídricos, aspectos legais, institucionais e desafios para sua operacionalização.....	23
2.1.3	Governança das águas.....	28
2.2	<b>Indicadores de desenvolvimento sustentável</b> .....	33
2.2.1	Panorama internacional do uso de indicadores.....	42
2.2.2	Panorama Nacional do Uso de Indicadores.....	47
2.2.3	Uso de indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos.....	51
2.2.4	Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe.....	60
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3.1	<b>Natureza da pesquisa</b> .....	62
3.2	<b>Área de estudo</b> .....	62
3.3	<b>Procedimentos metodológicos</b> .....	78
3.3.1	Levantamento de experiências de utilização de indicadores de sustentabilidade aplicados à gestão de recursos hídricos.....	78
3.3.2	Avaliação do desempenho de indicadores propostos no Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe.....	79
3.3.3	Definição de matriz de indicadores para avaliação da sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas.....	80
3.3.3.1	<i>Dinâmica das oficinas de indicadores</i> .....	81
3.3.3.2	<i>Realização de entrevistas</i> .....	83
3.3.3.3	<i>Envio de formulário eletrônico</i> .....	83

3.3.3.4	<i>Categorização dos indicadores</i> .....	83
3.3.4	Proposição de Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacias Hidrográficas (ISHAB).....	85
3.3.4.1	<i>Ponderação dos indicadores para avaliação hidroambiental em bacias hidrográficas</i> .....	86
3.3.4.2	<i>Agregação dos indicadores em subíndices</i> .....	87
3.3.4.3	<i>Agregação dos subíndices para obtenção do ISHAB</i> .....	88
3.3.4.4	<i>Definição de escalas de desempenho</i> .....	88
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	92
4.1	<b>Experiências de aplicação dos indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos</b> .....	92
4.2	<b>Desempenho de indicadores propostos no plano hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Capibaribe</b> .....	95
4.2.1	Indicadores da Dimensão Ambiental.....	95
4.2.2	Indicador Social.....	102
4.2.3	Indicador Econômico.....	108
4.3	<b>Matriz de indicadores para avaliação hidroambiental de bacias hidrográficas</b>	113
4.3.1	Aplicação dos indicadores de sustentabilidade hidroambiental em bacia hidrográfica.....	116
4.3.1.1	<i>Dimensão ambiental</i> .....	117
4.3.1.2	<i>Dimensão social</i> .....	134
4.3.1.3	<i>Dimensão econômica</i> .....	138
4.3.1.4	<i>Dimensão institucional</i> .....	146
4.4	<b>Proposta de índice de sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas (ISHAB)</b> .....	147
4.4.1	Agregação de indicadores em subíndice.....	147
4.4.2	Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacias Hidrográficas.....	149
5	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	151
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	153

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios no mundo trata da gestão dos recursos hídricos, frente à enorme pressão exercida pelo homem para atender as necessidades de manutenção da sua sobrevivência. Assim, essa situação requer toda atenção do setor governamental e da sociedade, em busca de meios para a promoção da sustentabilidade desse recurso natural.

As discussões atuais falam sobre os múltiplos usos da água, que têm requerido retiradas cada vez maiores dos mananciais hídricos, comprometendo a sua disponibilidade em quantidade e qualidade.

É importante ressaltar que a demanda hídrica é influenciada pelo crescimento da população nos últimos séculos e, conseqüentemente, pelo aumento do consumo humano e a decorrente poluição das águas.

Considerando a realidade atual, particularmente, da Região Nordeste do Brasil, constata-se, além da ocorrência de grande quantidade de rios classificados com criticidade quantitativa, devido à baixa disponibilidade hídrica dos corpos d'água, a existência de rios localizados em regiões metropolitanas que apresentam criticidade qualitativa e quantitativa, tendo em vista a alta demanda de água existente e a grande quantidade de carga orgânica lançada aos rios (ANA, 2015).

Essa situação agravou-se nos últimos tempos, uma vez que a região enfrenta situação de seca por anos consecutivos no período de 2010 a 2016. Em Pernambuco, a situação é muito preocupante quanto à disponibilidade de água, pois cerca de 80% da área de sua superfície encontra-se localizada em região de clima semiárido, com alta susceptibilidade à desertificação, e mais 9,44 % em área de clima subúmido seco, o que representa moderada susceptibilidade à desertificação.

Nesse cenário, torna-se cada vez mais importante o estudo da sustentabilidade hidroambiental de bacias hidrográficas, fortalecendo o acompanhamento de indicadores de sustentabilidade hidroambiental ao longo do tempo, visando o alcance de metas para a melhoria da preservação e/ou conservação da qualidade e disponibilidade da água.

Nesse sentido, o presente estudo delimitou uma hipótese e objetivos gerais e específicos voltados à avaliação da sustentabilidade hidroambiental de bacias hidrográficas, adotando a bacia hidrográfica do Capibaribe como estudo de caso.

Ressalta-se que, na avaliação hidroambiental de bacias hidrográficas vem se lançando mão da aplicação de sistemas de indicadores de desempenho, no sentido de apoiar o processo de gestão de recursos hídricos, bem como permitir uma melhor comunicação com a sociedade.

Porém, as iniciativas de estudos de indicadores no âmbito de bacias hidrográficas no Brasil são mais recentes e, na maioria das vezes, ficam restritas ao âmbito mais acadêmico.

Assim, faz-se necessária a ampliação dessas pesquisas, buscando-se avançar na sua aplicação em um número cada vez maior de bacias, bem como na ampla divulgação dos resultados.

Neste contexto, o presente estudo vem ampliar essa discussão, por meio da análise de indicadores e a construção de um Índice de Sustentabilidade Hidroambiental (ISHAB), fazendo valer um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, a Lei Nº 9.433 (BRASIL, 1997), que prevê que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Ainda, acredita-se que a proposta do ISHAB se apresenta como uma ferramenta de apoio à gestão de recursos hídricos, permitindo estudos comparativos com outras bacias hidrográficas de Pernambuco e outras, contribuindo com a delimitação de estratégias de gestão participativa de recursos hídricos.

Assim, considerando-se que é de grande importância fortalecer a política governamental de acompanhamento desses indicadores ao longo do tempo, visando o alcance de metas para a melhoria da preservação e/ou conservação da qualidade e disponibilidade da água, delimitou-se no presente estudo uma hipótese e os objetivos geral e específicos voltados à avaliação da sustentabilidade de bacias hidrográficas.

## **1.1 Hipótese**

A avaliação da sustentabilidade hidroambiental de bacias hidrográficas é possível por meio do desenvolvimento de um índice que agrega indicadores de desempenho aplicados à gestão de recursos hídricos.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Propor um índice para avaliar a sustentabilidade hidroambiental de bacias hidrográficas, como estratégia de gestão participativa de recursos hídricos, tomando como estudo de caso a bacia do rio Capibaribe.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

- Levantar experiências de utilização de indicadores de sustentabilidade aplicados à gestão de recursos hídricos.
- Avaliar o desempenho de indicadores propostos no Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe.
- Propor uma matriz de indicadores para avaliação hidroambiental de bacias hidrográficas.
- Aplicar o Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacias Hidrográficas (ISHAB) na bacia do Capibaribe.

### 1.3 Estrutura da tese

Este documento está organizado em cinco seções, iniciando com esta introdução, que apresenta a contextualização do tema, sua importância, as justificativas para o estudo, a hipótese e, por fim, o objetivo geral e os específicos.

A segunda seção refere-se à fundamentação teórica, discorrendo sobre os seguintes temas: gestão de recursos hídricos (disponibilidade de água, aspectos legais e institucionais), desenvolvimento sustentável e uso de indicadores na gestão de recursos hídricos.

A metodologia é descrita na terceira seção, detalhando os materiais e a descrição dos procedimentos metodológicos adotados, caracterizando a natureza da pesquisa, a abrangência do estudo, os instrumentos de coleta de dados, a amostra do público pesquisado, os critérios de escolha de indicadores, a agregação de indicadores em subíndices e destes em índices, o tratamento estatístico e a análise dos dados.

Na quarta seção os resultados obtidos são apresentados, descrevendo-se as principais experiências de aplicação de indicadores na gestão de recursos hídricos, a avaliação do Plano Hidroambiental do Capibaribe, passando-se à escolha de novos indicadores e finalizando com a proposição de um Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacia Hidrográfica (ISHAB), em forma de texto, tabelas e figuras, bem como com a discussão destes resultados.

As conclusões e proposições da pesquisa são apresentadas na quinta seção, as quais visam contribuir para a delimitação de estratégias de gestão dos recursos hídricos participativa em bacias hidrográficas, apontando também algumas sugestões para os próximos estudos em continuidade a este trabalho. Ainda, na sequência, são listadas as referências que serviram de fundamentação para a elaboração do presente estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para uma melhor compreensão dos temas relevantes ao desenvolvimento da pesquisa, realizou-se uma revisão da literatura em meios impressos e digitais disponíveis.

Inicialmente, abordou-se aspectos relacionados à disponibilidade de recursos hídricos e à gestão de recursos hídricos e na sequência, estudou-se os conceitos de desenvolvimento sustentável com enfoque na sustentabilidade hidroambiental, considerando as experiências de utilização de indicadores e índices para avaliar o desempenho de bacias hidrográficas. Assim, foi possível traçar um panorama internacional, nacional e local sobre o uso de indicadores como ferramenta de apoio à gestão de recursos hídricos.

### 2.1 Gestão de recursos hídricos

O estágio de apropriação dos recursos hídricos no Brasil atingiu um nível em que os conflitos entre os usuários são frequentes, ocorrendo a degradação das águas e ampliando-se os problemas em relação à necessidade de condições qualitativas e quantitativas mais adequadas para o uso requerido (LANNA, 1999).

Nesse contexto, a atuação da gestão dos recursos hídricos assume grande importância, visando a articulação de um conjunto de ações dos diferentes agentes sociais, econômicos ou socioculturais interativos, com o objetivo de compatibilizar o uso, o controle e a proteção desses recursos, e disciplinar as respectivas ações antrópicas, de acordo com a política estabelecida, de modo a se atingir o desenvolvimento sustentável (FREITAS, 2000).

#### 2.1.1 Disponibilidade de recursos hídricos

Em termos de futuro, se prevê um aumento da demanda hídrica mundial no patamar de 55% até 2050, principalmente devido à crescente demanda do setor industrial, dos sistemas de geração de energia termoeleétrica e dos usuários domésticos (UNESCO, 2015).

No Brasil, a Agência Nacional das Águas (ANA, 2015) afirma que existe uma grande oferta de água, em média cerca de 260.000 m<sup>3</sup>/s, dos quais 205.000 m<sup>3</sup>/s estão na bacia do rio Amazonas, cabendo ao restante do território 55.000 m<sup>3</sup>/s de vazão média. Porém, devido à diversidade climática do país, algumas regiões se caracterizam pela escassez hídrica, como é o caso do Semiárido Nordeste.

Vale ressaltar que a demanda consuntiva total estimada para o Brasil é de 2.275,07 m<sup>3</sup>/s (ano base até julho/2014) quando considerada a vazão retirada, e que o setor de irrigação foi responsável pela maior parcela dessa retirada (55% do total), seguido das vazões de retirada para fins de abastecimento humano urbano, industrial, animal e abastecimento humano rural, totalizando uma vazão efetivamente consumida de 1.209,64 m<sup>3</sup>/s. Destaca-se que, quando se considera a vazão utilizada, essa é de 912 m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a 75% da vazão consumida total (ANA, 2015).

Ainda, de acordo com a ANA (2015), é importante observar que, os baixos índices de precipitação e a irregularidade de seu regime na região Nordeste, aliados ao contexto hidrogeológico, contribuem para os reduzidos valores de disponibilidade hídrica notadamente no Semiárido Brasileiro. Esta situação requer maior atenção quanto ao planejamento de ações de prevenção e mitigação dos seus efeitos, visando garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade para atender à população quanto às suas necessidades de água.

Cirilo et al. (2007) afirmam que mais grave ainda do que a quantidade e a concentração das chuvas, é a sua irregularidade de ano para ano na região Semiárida do Nordeste Brasileiro. Essa irregularidade é responsável pelas grandes secas e é aferida pelos climatologistas como desvios pluviométricos, que podem ser positivos, quando ocorre uma quantidade de chuvas acima do normal, ou negativos, quando essa quantidade é inferior ao normal. Como esses desvios ocorrem com frequência, dificultam o planejamento para utilização dos recursos naturais.

Assim, a persistência de eventos extremos de seca vem afetando a região Semiárida do Brasil, com uma área de aproximadamente 969.500 km<sup>2</sup>, cuja extensão abrange oito estados da região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe), além do norte de Minas Gerais, onde estão localizados 1.135 municípios e cerca de 12% da população brasileira. Em 2013, os índices pluviométricos mensais no Semiárido foram inferiores, na maioria dos meses, à média histórica verificada na região (exceto entre os meses de junho a agosto e em outubro e dezembro). Já o ano de 2012, apresentou valores de precipitação menores que 2013 (exceto em fevereiro) e abaixo da média em todos os meses (ANA, 2015).

Segundo Vieira (1996), particularmente em regiões Semiáridas como o Nordeste do Brasil, o gerenciamento racional e otimizado da água passa a ser absolutamente imprescindível, em face das peculiaridades climáticas e ambientais que condicionam, e, por vezes limitam, as atividades humanas e o progresso social.

No contexto estadual, Pernambuco possui 185 municípios e uma população de cerca de 7,05 milhões de habitantes, o que configura um grande desafio para a gestão dos usos múltiplos da água, uma vez que apenas 52 municípios (28% do total) apresentam condições de abastecimento satisfatórias para o atendimento de demandas futuras. Quanto aos demais, existe a necessidade de investimentos em obras de abastecimento de água na ordem de R\$ 2,4 bilhões. Destaca-se, nesse contexto, a importância da Bacia do Rio Capibaribe, a qual abastece 21 cidades, incluindo Caruaru e a Região Metropolitana do Recife (ANA, 2010).

### 2.1.2 A gestão de recursos hídricos, aspectos legais, institucionais e desafios para sua operacionalização

Considerando a região da América Latina e Caribe, as grandes prioridades para a gestão de recursos hídricos são construir a capacidade institucional formal para gerenciar os recursos hídricos e promover a integração sustentável da gestão desses recursos para o desenvolvimento socioeconômico e a redução da pobreza. Outra prioridade é garantir o pleno cumprimento do direito humano à água e ao saneamento no âmbito da agenda de desenvolvimento pós 2015 (UNESCO, 2015).

No Brasil, a gestão dos recursos hídricos se baseia em um arcabouço legal e institucional, estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), definida pela Lei Federal 9.433 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), a qual estabelece a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos e, também, prevê a criação de comitês de bacias hidrográficas.

A implementação da PNRH está relacionada ao Modelo Sistêmico de Integração Participativa (MSIP), que atua por meio de instrumentos normativos e econômicos no gerenciamento estratégico das águas, visando o cumprimento das diretrizes estabelecidas pela negociação social efetiva e prevendo a constituição do Comitê de Bacia Hidrográfica (LANNA, 1999).

De acordo com Machado (2003), a divisão em bacias hidrográficas e a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), visando à descentralização das decisões da gestão, foi proposto pelo modelo francês, que já em 1964, afastou-se da abordagem tradicional da administração territorial.

Para o Fundo Mundial para a Natureza (WWF, 2004), com a aprovação da PNRH em 1997, criou-se uma nova, importante e moderna estrutura para a gestão desses recursos,

incluindo processos participativos e novos instrumentos econômicos que promovem o uso mais eficiente da água, como a cobrança pela sua utilização.

Na implementação da PNRH, é imprescindível lançar mão da aplicação dos instrumentos que a própria lei estabelece, a saber:

- Planos de Recursos Hídricos (PRH), elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País, prevendo cenários de médio e longo prazo.
- Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água.
- Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, para assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.
- Cobrança pelo uso de recursos hídricos, reconhecendo a água como bem econômico e incentivando a racionalização do uso da água.
- Criação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, para a coleta, o tratamento, o armazenamento e a recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Segundo Machado (2003), a implementação da PNRH no Brasil se apoiou na criação do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (SNGRH), conforme está previsto na PNRH (BRASIL, 1997), visando à descentralização das decisões da gestão, de acordo com as premissas do MSIP (Figura 1).

Figura 1- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.



Fonte: Brasil (2017).

Neste contexto, os CBHs têm papel importante como fóruns, cuja atribuição legal é deliberar sobre a gestão da água de forma compartilhada com o poder público. Isso configura poder de Estado: tomar decisões sobre um bem público que devem ser cumpridas. Assim, os comitês passaram a definir as regras a serem seguidas com relação ao uso das águas (ANA, 2011).

Segundo Magalhães Jr. (2007), existem carências quantitativa e qualitativa de informações ambientais, subutilização dos bancos de dados e deficiência de transmissão de conhecimento à sociedade por parte do poder público, além de lacunas de dados de bacia hidrográfica, uma vez que a maior parte dos dados socioeconômicos é gerada em nível municipal, dificultando a operacionalização dos Comitês de Bacia Hidrográfica.

De acordo com o mesmo autor, também há deficiências no nível de capacitação dos CBHs para exercerem sua função no âmbito da gestão municipal, as quais passam pela carência de recursos humanos e financeiros e pela pouca preparação técnica para a execução das novas exigências legais. No âmbito dos CBHs, o quadro pode ser agravado em razão do baixo nível de conhecimento técnico dos usuários da água e da sociedade civil organizada.

Braga (2009) chama a atenção para o que se refere à estruturação de um arcabouço institucional interativo e operativo, considerando oportuno que as múltiplas entidades governamentais e não-governamentais atuassem em rede, mantendo naturalmente as suas peculiaridades.

Braga et al. (2015) também ressalta que o CBH é a base do sistema de gestão de recursos hídricos nos níveis federal e estadual, por isso deve ser entendido em suas funções e valorizado enquanto colegiado gestor para o desenvolvimento hidroambiental da bacia hidrográfica. Analisando o estudo de caso do CBH Capibaribe, em Pernambuco, os autores afirmam que apesar da busca contínua pela sustentabilidade funcional dessa bacia, a manutenção da dinâmica do CBH tem sido um grande desafio, o que ocorre também com outros CBHs em Pernambuco, apontando para algumas causas desse cenário:

- precária estrutura funcional das secretarias executivas;
- dependência de decisões da Secretaria de Infraestrutura, que corresponde à atual Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDEC), e da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC);
- baixa compreensão do papel do CBH por parte dos seus membros;
- descontinuidade na organização interna do CBH e na sua capacidade de respostas;
- frágil relação com o governo, com a mídia e com outras instâncias da sociedade;
- inexistência de orçamento próprio para decisão na alocação de recursos;

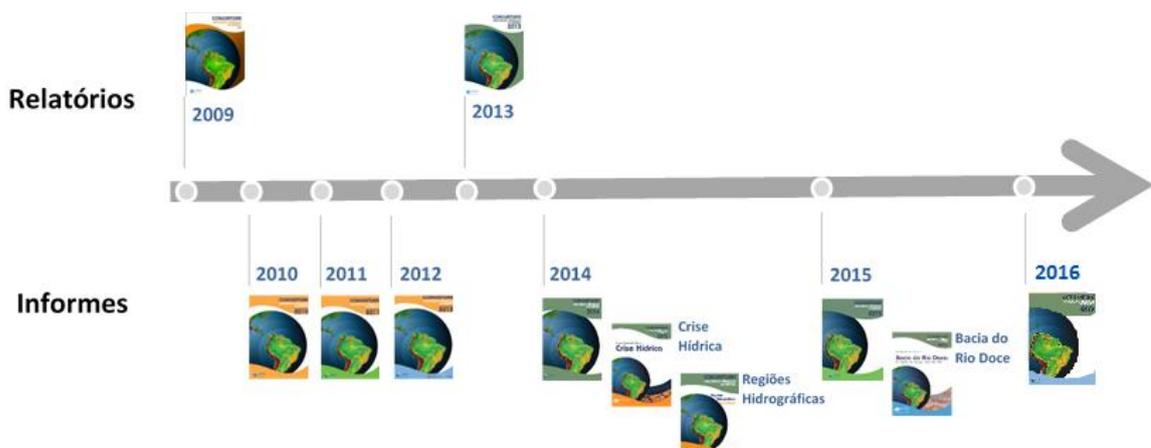
- deficiente discussão e pouca influência nos planos e programas governamentais;
- limitada inserção do CBH no Sistema Estadual de Recursos Hídricos.

Quanto à operacionalização do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), tem-se que é feita pela ANA de forma conjunta com os Estados, contando ainda com a publicação do “Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil”, de forma sistemática e periódica, tendo sido concebido para apoiar a avaliação do grau de implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos e da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como orientar as revisões e atualizações do referido plano (Figura 2).

O acesso às informações do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil pode ser feito por eixos temáticos: divisão hidrográfica; quantidade, qualidade e usos da água; balanços hídricos; eventos hidrológicos críticos; institucional; planejamento; regulação e fiscalização; e programas.

Existe ainda a publicação dos “Informes” que são mais compactos que os Relatórios de Conjuntura e têm como objetivo avaliar as modificações do ano precedente, fornecendo uma visão atualizada, e tem a função de subsidiar a elaboração do Relatório de Conjuntura. No ano de 2015, o Relatório de Conjuntura trouxe o Encarte Especial sobre a Crise Hídrica, com um panorama da seca no Brasil desde 2012.

Figura 2- Linha do tempo das publicações dos Relatórios de Conjuntura e Informes dos Recursos Hídricos no Brasil.



Fonte: ANA (2017).

A gestão de recursos hídricos no nível estadual baseia-se na Lei Estadual Nº 12.984 de 2005, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco (PERH) e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a qual revogou a Lei Nº 11.426 de

1997. A implementação da PERH também se baseia nos instrumentos propostos na PNRH, além de acrescentar mais dois instrumentos operacionais: a fiscalização e o monitoramento (PERNAMBUCO, 2005).

No âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERNAMBUCO, 1998) dividiu-se o Estado em 29 Unidades de Planejamento (UPs), caracterizando, assim, a Divisão Hidrográfica Estadual, composta de:

- 13 Bacias Hidrográficas;
- 06 Grupos de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos (GL1 a GL6);
- 09 Grupos de Bacias de Pequenos Rios Interiores (GI1 a GI9);
- 01 bacia de pequenos rios que compõem a rede de drenagem do arquipélago de Fernando de Noronha.

É importante registrar que existem Planos Hidroambientais (PHAs) elaborados e em fase de implementação nas bacias dos rios Capibaribe e Ipojuca (PERNAMBUCO, 2010), e que estão sendo elaborados os PHAs para as bacias dos rios Pajeú e Una (PERNAMBUCO, 2015).

De acordo com a APAC (2017), para a efetivação da gestão participativa das bacias hidrográficas em Pernambuco, existem instalados sete comitês (Quadro 1).

Quadro 1 - Comitês de bacias hidrográficas instalados em Pernambuco.

<b>Comitê</b>	<b>Data de instalação</b>
Pajeú	13/09/2000
Ipojuca	30/04/2002
Una	25/11/2002
Goiana	02/06/2004
Capibaribe	08/05/2007
Metropolitano Sul/GL2	04/11/2011
Metropolitano Norte	26/09/2013

Fonte: APAC (2016).

Ainda, apoiado no arcabouço institucional existente, o estado de Pernambuco vem desenvolvendo os seguintes planos e projetos de gestão hídrica na bacia do Capibaribe:

- Projeto de Sustentabilidade Hídrica de Pernambuco (PSHPE): voltado ao alcance da segurança hídrica, apoiando a consolidação e o aprimoramento do sistema de gestão e de regulação do uso da água, via ações de desenvolvimento institucional, gestão participativa,

planos e estudos, regulação de uso, monitoramento e revitalização de bacias. O prazo de execução foi de 2010 – 2015 (APAC, 2015).

- Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Capibaribe (PHA Capibaribe): elaborou um diagnóstico em 2010; traçou cenários de médio e de longo prazo (2015 e 2025); e definiu um Plano de Investimentos, fazendo-se necessário o monitoramento sistemático ao longo do tempo (PERNAMBUCO, 2010).

Segundo Vicente (2003), a gestão integrada dos recursos hídricos se constitui em uma das prioridades fundamentais das políticas públicas em todo mundo, em face do crescimento populacional, que leva a uma avassaladora demanda hídrica para os mais variados fins e ao surgimento, cada vez mais intenso, de conflitos locais, nacionais e até internacionais pela disputa das limitadas disponibilidades hídricas.

### 2.1.3 Governança das águas

Nas últimas décadas, a gestão dos recursos hídricos de forma participativa tem levado à discussão de novos conceitos, a exemplo da gestão integrada e governança das águas.

Segundo Pinto-Coelho e Havens (2015), a governança das águas é um sistema político, social, econômico e administrativo, montado para direta ou indiretamente influenciar os usos, o desenvolvimento e a gestão integrada de recursos hídricos, bem como garantir a oferta de serviços e produtos diretamente ligados a esses recursos para a sociedade. Por definição, o sistema de governança das águas não fica isolado de todas as outras esferas administrativas do país onde está sendo implementado.

De acordo com Campos e Fracalanza (2010), o conceito de governança da água está relacionando a um processo em que novos caminhos, teóricos e práticos, são propostos e adotados visando estabelecer uma relação alternativa entre o nível governamental e as demandas sociais e gerir os diferentes interesses existentes.

De acordo com a UNESCO (2015), o avanço em governança dos recursos hídricos exige o envolvimento de uma ampla gama de atores sociais, por meio de estruturas de governança inclusivas que reconheçam a dispersão da tomada de decisão através de vários níveis e entidades.

Para Pinto-Coelho e Havens (2015), os focos centrais da governança das águas são:

- equidade e eficiência no uso dos recursos hídricos, reconhecendo as bacias hidrográficas como unidades centrais da gestão das águas; o sistema deve atuar de forma

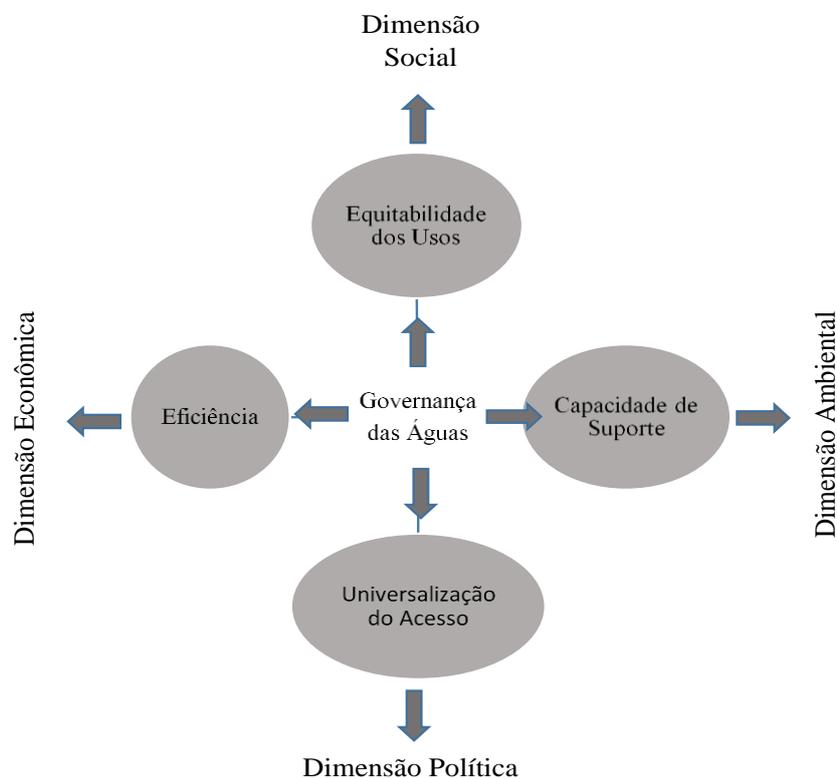
integrada e em harmonia com as atividades econômicas possíveis de serem atendidas dentro das limitações naturais de cada uma dessas bacias hidrográficas.

- atuação do sistema de acordo com políticas públicas muito bem definidas que, por sua vez, devem estar embasadas em instituições cuja conduta esteja ancorada em uma base legal apropriada.

- clara definição dos papéis de cada um dos órgãos ambientais, sem que haja sobreposição de funções, com a garantia plena de participação da sociedade civil e do setor privado e a definição dos papéis de cada um desses segmentos.

Para Pinto-Coelho e Havens (2015), um sistema de governança das águas envolve quatro dimensões, bem como as metas administrativas associadas a cada uma dessas dimensões (Figura 3).

Figura 3- As dimensões da governança ambiental da água



Fonte: Adaptado de Pinto-Coelho e Havens (2015).

Segundo os mesmos autores, para o sistema de governança das águas ser implantado em um dado país ou região, deve-se definir claramente as prioridades e metas a serem alcançadas no curto, médio e longo prazos, a exemplo de: acesso universal ao saneamento, conservação e recuperação dos recursos hídricos, produção de energia, irrigação, aquicultura, entre outras.

Neste sentido, a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) aponta prioridades no processo de governança da água para que as principais metas sociais e ambientais sejam alcançadas mais rapidamente, defendendo o avanço em governança dos recursos hídricos, o qual exige o envolvimento de uma ampla gama de atores sociais, por meio de estruturas de governança inclusivas, que reconheçam a dispersão da tomada de decisão através de vários níveis e entidades.

Para Ferreira et al. (2015), a transparência dos processos de tomada de decisão e a divulgação das ações da administração pública possibilitam a “boa governança”, que depende também da participação dos cidadãos. Trata-se, portanto, de um processo que implica simultaneamente disponibilização contínua de informação e reconhecimento e envolvimento de atores num ciclo de confiança que se autorregenera, mas que pode ser facilmente perturbável.

Segundo Pinto-Coelho e Havens (2015), a governança das águas tem à disposição vários instrumentos para a sua ação executiva, como agir via concessões de serviços de abastecimento e saneamento; coleta de taxas e impostos associados aos usos múltiplos das águas; concessão de linhas de crédito para projetos; e outras iniciativas de interesse ligadas à sustentabilidade dos recursos hídricos. Outro instrumento importante refere-se à criação de fundos setoriais, a exemplo do Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-Hidro), que financiam pesquisas em universidades e institutos de pesquisa, visando desenvolver novas tecnologias ligadas à gestão sustentável dos recursos hídricos.

Seguindo as diretrizes da governança das águas, foi lançado no Brasil, em 2013, o Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Progestão), regulamentado por meio da Resolução ANA Nº 379 (2013).

O Progestão baseia-se no princípio do pagamento por alcance de metas, a partir da adesão voluntária das unidades da Federação. É desenvolvido pela ANA em apoio aos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHs) que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRHs), tendo como objetivos: promover a efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual, e fortalecer o modelo brasileiro de governança das águas, integrado, descentralizado e participativo.

Para o cumprimento de seus objetivos, o Progestão aporta recursos orçamentários da ANA, na forma de transferência pelo alcance de metas acordadas entre a ANA e as entidades estaduais, sendo interveniente o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). A participação no programa é aberta ao Distrito Federal e a todos os Estados interessados em colaborar para o alcance dos objetivos do Pacto Nacional pela Gestão das Águas. A adesão é

voluntária e se dá por meio de edição de Decreto específico do Governador do Estado ou do Distrito Federal, indicando a entidade responsável pela coordenação da implementação do Programa. As metas, concebidas em ciclos quinquenais de proposição e de avaliação, incluem:

- metas de cooperação federativa, definidas pela ANA com base em normativos legais ou de compartilhamento de informações, comuns a todas as unidades da federação;
- metas de gerenciamento de recursos hídricos em âmbito estadual, selecionadas pelos órgãos gestores e aprovadas pelos respectivos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, a partir da tipologia de gestão escolhida.

As metas do Progestão são traduzidas em até 32 variáveis, e se coadunam com a tipologia de gestão (A, B, C ou D) escolhida pelo Estado e refletem aspectos referentes à organização institucional e à implementação dos instrumentos de gestão, dentre outros temas relacionados à governança das águas. Podem ser classificadas em básicas, intermediárias e avançadas, e são divididas em quatro grupos de variáveis: legais, institucionais e de articulação social; de planejamento; de informação e suporte; e, finalmente, operacionais. Essas metas ficam disponíveis por Estado da Federação no site da ANA, podendo ser consultadas por meio do Quadro de Metas de Cooperação Federativa no âmbito do SNGRH.

O WWF-Brasil (2014) lançou a publicação “Governança dos Recursos Hídricos – Proposta de indicadores para acompanhar sua implementação”, realizada em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV) e a Corporação Bancária de Hong Kong e Xangai (HSBC).

Esse estudo analisou a administração das águas no País desde a aprovação da Política Nacional de Recursos Hídricos, em 1997, de acordo com a Lei Nº Federal 9.443, e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), responsável por coordenar a gestão das águas, arbitrar conflitos e promover a cobrança pelo uso da água. O diagnóstico mostrou que, passados mais de 17 anos, ainda são necessárias mudanças para aperfeiçoar a governança.

Neste sentido, foi proposta a criação do “Observatório das águas”, o qual começou a funcionar em julho de 2015, com os objetivos de monitorar, sistematizar, analisar e disseminar projetos e diretrizes que tramitam no Poder Público Federal (Executivo, Legislativo e Judiciário), assim como em Instituições Financeiras e Organismos Multilaterais, cujas decisões possam afetar a qualidade/quantidade de água, a vida das pessoas e até mesmo o desempenho econômico do país (WWF, 2016).

O Observatório das Águas propõe o *Índice de Boa Governança da Água* como ferramenta inédita para fiscalizar a efetiva capacidade de os governos administrarem os recursos hídricos do país, assumindo a tarefa de monitorar uma série de áreas desse setor quanto à

qualidade e à efetividade das leis e da regulação, ou seja, observar se os governos estão de fato atuando como deveriam. O índice aponta, por exemplo, se os governos estão agindo de forma coordenada e se as metas, diretrizes e recomendações do SNGRH estão sendo observadas/cumpridas a contento. Aponta, também, o nível de participação da sociedade civil no processo de governança.

Com base na proposta desse índice, foi realizada uma análise do SNGRH em áreas diversas e gerada uma classificação de acordo com o estágio em que as referidas áreas se encontravam, a saber, básico, intermediário ou avançado.

Em termos de legislação, o índice apontou para um *estágio intermediário*. A análise considerou que a Lei nº 9.433/97 ensejou avanços na direção de uma melhor governança, porquanto define o valor econômico para o recurso natural, garante a descentralização das decisões e assegura a participação da sociedade, além de disponibilizar instrumentos de gestão mais consistentes. Como pontos negativos, coube à análise destacar os fatos de a legislação ainda não reconhecer as especificidades dos biomas brasileiros e de não definir o papel dos municípios no sistema.

Quanto à participação da sociedade na agenda da água, o índice apontou uma atuação em estágio incipiente ou *básico*. A sociedade civil mostra-se, ainda, pouco informada sobre a política do setor, ou seja, não há uma participação qualificada das pessoas, que começa pela própria falta de conhecimento do cidadão acerca de seu papel no sistema, o que poderia advir de ações de capacitação e de conscientização nessa área.

Em suma, em nenhum dos aspectos observados esse “termômetro da governança” apontou um estágio minimamente *avançado* de boa governança dos recursos hídricos. Apreende-se daí que o SNGRH vem demonstrando sua incapacidade de abraçar toda a agenda da água, notadamente o que tange ao controle e à gestão dos eventos críticos, como inundações e estiagem.

Nesse cenário, a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) criou o Parlamento Nacional da Juventude pela Água (PNJA), em 2015, que é uma iniciativa inspirada no Modelo do Parlamento Mundial da Juventude para a Água, visando reunir e promover a participação e o engajamento dos jovens brasileiros na gestão de recursos hídricos, bem como promover o engajamento dos mesmos no VIII Fórum Mundial da Água, em Brasília, no ano de 2018 (ABRH, 2016).

O PNJA é um elo da Rede da Juventude pela Água (REJUA) e será constituído de jovens oriundos de todos os Estados brasileiros e Distrito Federal (02 jovens por Estado, entre 18 e 27 anos). Os membros (Jovens Parlamentares pela Água) selecionados por meio de edital devem

ser facilitadores na criação de parcerias para o desenvolvimento e condução de atividades no âmbito local, regional e nacional, além de atuarem na formação de novas lideranças e em processos de mobilização social e educação científica e ambiental pelas águas (ABRH, 2016).

## 2.2 Indicadores de desenvolvimento sustentável

O surgimento do desenvolvimento sustentável como projeto político e social da humanidade tem promovido a orientação de esforços no sentido de encontrar caminhos para sociedades sustentáveis (SALAS-ZAPATA, RÍOS-OSORIO e CASTILLO, 2011).

Na atualidade, é bastante usado o termo sustentabilidade, e em diversas vezes é aplicado como sinônimo do desenvolvimento sustentável. Assim, vale a pena discorrer sobre o significado desses dois termos.

De acordo com o Relatório Brundtland (*Our Common Future*), que foi publicado em português sob o título “Nosso Futuro Comum”, tem-se que:

“[...]desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras [...] é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades (ONU, 1987, p. 46).”

Segundo Sartori et al. (2014), o campo da sustentabilidade é emergente, caracterizado por uma grande variedade de assuntos, de diversas áreas e com diferentes enquadramentos:

“Caracteriza-se a sustentabilidade como um princípio aplicável à sistemas. Sistemas abertos, para interagir com a sociedade-natureza, envolvendo sistemas, os sistemas sociais (urbanização, mobilidade, comunicação, etc.) e sistemas naturais (solo, atmosfera, sistemas aquáticos e bióticos, etc.), incluindo os fluxos de informações, bens, materiais, resíduos. Isto é, a sustentabilidade envolve uma interação com sistemas dinâmicos que estão em constante mudança e necessitam de medidas pró ativas (SARTORI et al., 2014, p 01-22).”

Para Dovers e Handmer (apud Sartori et al., 2014), sustentabilidade é a capacidade de um sistema humano, natural ou misto de resistir ou se adaptar à mudança endógena ou exógena por tempo indeterminado. Por sua vez, o desenvolvimento sustentável é uma via de mudança intencional e de melhoria que mantém ou aumenta esse atributo do sistema ao responder às necessidades da população presente. Numa primeira visão, o desenvolvimento sustentável é o

caminho para se alcançar a sustentabilidade, isto é, a sustentabilidade é o objetivo final, de longo prazo.

Vale ressaltar que, desde o ano de 1713, já se tem relato da aplicação do conceito de sustentabilidade, a partir dos estudos de von Carlowitz (apud SCHMITHÜSEN e ROJAS-BRIALES, 2012), o qual publicou o livro *Silvicultura Econômica: instruções para o cultivo de árvores selvagens*. Esse autor, não só desenvolveu uma estrutura para a modernização do setor florestal e da madeira, como cunhou o termo "uso sustentável" das florestas. Utilizou os termos "sustentável" e "sustentabilidade" para descrever os objetivos fundamentais na gestão dos recursos florestais.

Por sua vez, Sachs (2008) ressalta que os critérios de sustentabilidade precisam ser satisfeitos em todas as dimensões pertinentes do desenvolvimento. Assim, numa primeira abordagem, indica que se pode apontar a necessidade de se levar em conta, simultaneamente, os seguintes critérios:

- sustentabilidade social e seu corolário – a sustentabilidade cultural.
- sustentabilidade ecológica – preservação do capital da natureza, suplementada pela sustentabilidade ambiental (resiliência dos ecossistemas naturais usados como “esgotos” e territorial; avaliação da distribuição espacial das atividades humanas e das configurações rurais-urbanas).
- sustentabilidade econômica – assumida em seu sentido *lato* de eficiência dos sistemas econômicos (instituições, políticas e regras de funcionamento), no esforço de assegurar, de forma contínua, um progresso socialmente equitativo – quantitativa e qualitativamente.
- sustentabilidade política – oferecendo um quadro de referência geral considerado satisfatório para a governança em nível nacional e internacional.

Dando continuidade às discussões da Conferência Rio + 20 (ONU, 2012), as Nações Unidas e o IBGE lançaram a Plataforma Agenda 2030, para acompanhamento de dados e indicadores listados nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), amparados sobre o tripé do desenvolvimento sustentável, que considera as dimensões social, ambiental e econômica de forma integrada e indivisível ao longo de todas as suas 169 metas. Os 17 ODS são listados a seguir:

- acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;
- acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;
- assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;

- assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas;
- assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;
- assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos;
- promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos;
- construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles;
- Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;
- assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
- tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos;
- conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;
- proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade;
- promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis;
- promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.

A estratégia global para o alcance das metas dos ODS foi definida com base nos componentes dos cinco Ps (Figura 4):

- pessoas: erradicar a pobreza e a fome de todas as maneiras e garantir a dignidade e a igualdade.
- prosperidade: garantir vidas prósperas e plenas, em harmonia com a natureza.
- paz: promover sociedades pacíficas, justas e inclusivas.
- parcerias: implementar a agenda por meio de uma parceria global sólida.
- planeta: proteger os recursos naturais e o clima do nosso planeta para as gerações.

Figura 4- Representação dos cinco Ps da Agenda 2030.



Fonte: ONU, 2012.

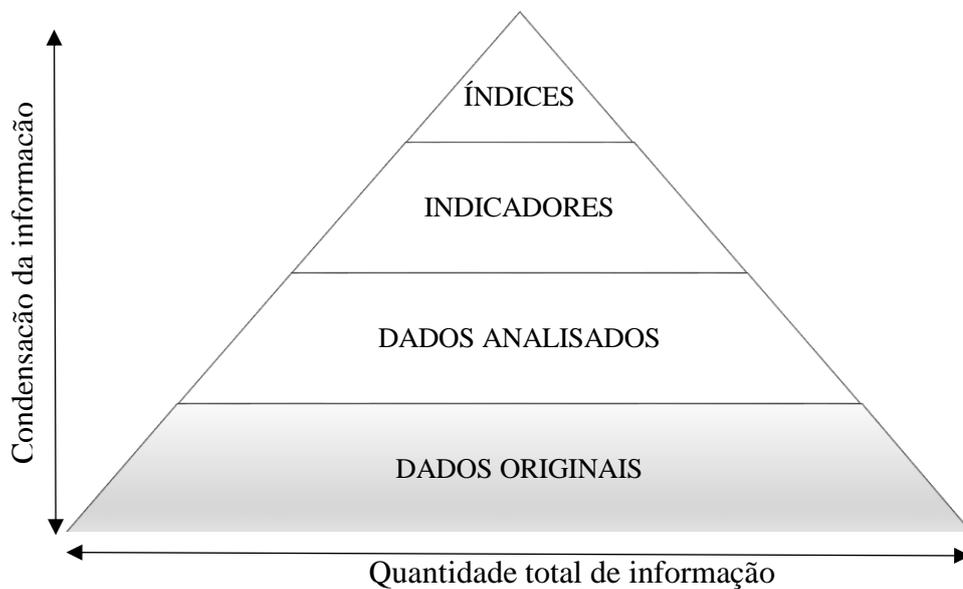
Bell e Morse (apud VIÑAS, 2012), recomendam que, em relação aos indicadores de sustentabilidade, deve-se observar: o uso de um número limitado de indicadores; a abertura e acessibilidade dos métodos e dados utilizados para avaliar o progresso devem ser abertos e acessíveis a todos; a comunicação do progresso a todos de forma efetiva; a garantia de ampla participação; a disponibilização de subsídio deve ser dado subsídio para repetir-se as medições e determinar as tendências e incorporar os resultados da experiência no contexto do desenvolvimento.

Destaca-se que, em 2001, o Brasil foi representado no “Seminário Indicadores de Desenvolvimento Sustentável na América Latina e o Caribe”, realizado pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) em Santiago do Chile, onde os países foram convidados a dar seus pareceres quanto ao desenvolvimento de IDS, a fim de que fossem identificadas as fraquezas metodológicas e as potencialidades das iniciativas levadas a cabo nos âmbitos nacionais. A partir desse panorama inicial, o evento buscou a integração e cooperação técnica entre os países, a fim de proporcionar o pleno desenvolvimento das iniciativas (SOUTO, 2013).

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) criou, em 2002, um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável, como instrumento essencial para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável. Para o IBGE, os indicadores devem ser vistos como um meio para se atingir o desenvolvimento sustentável e não como um fim em si mesmos, porquanto, valem mais pelo que apontam do que pelo seu valor absoluto, e são mais úteis quando analisados em seu conjunto do que individualmente (IBGE, 2015).

Faz-se necessário diferenciar metodologicamente os parâmetros dos indicadores e índices, com base na diferença de seus níveis de condensação/síntese (BRASIL, 2014), como ilustrado na “pirâmide de informação” (Figura 5).

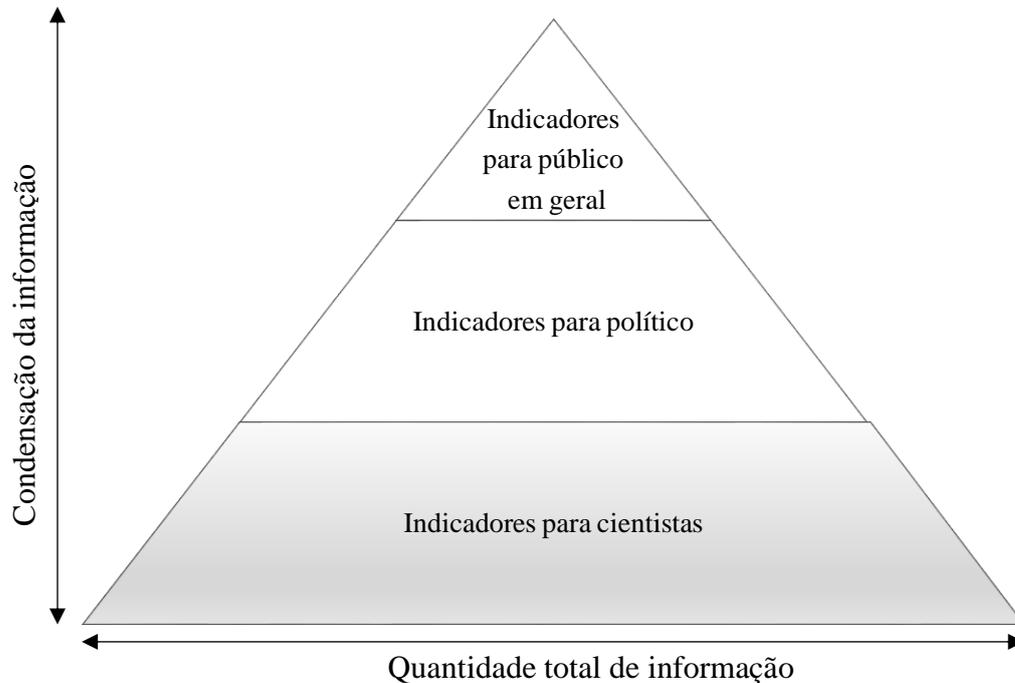
Figura 5- Pirâmide de informação



Fonte: Adaptado de Gouzee et al. (1995) e Braat (1991), apud DGA (2000).

Ainda, de acordo com o DGA (2000), em relação ao público alvo das informações, pode-se também representar a agregação dos indicadores em forma de pirâmide (Figura 6).

Figura 6 – Pirâmide de informação associada ao tipo de utilizador



Fonte: Adaptado de Gouzee et al. (1995) e Braat (1991), apud DGA (2000).

Segundo Bellen (2007), os sistemas de indicadores procuram gerar informações a partir da agregação de dados que descrevem a realidade de um método. O grau de agregação dos dados avaliados pode ser observado pela localização relativa de seus índices, indicadores e dados na pirâmide de informações. Sendo que o topo da pirâmide corresponde ao grau máximo de agregação e a base da pirâmide representa os dados primários desagregados.

Neste ponto, é importante apresentar alguns dos principais conceitos associados à utilização de indicadores e índices de desenvolvimento sustentável, visando esclarecer dúvidas que a aplicação desse tipo de ferramenta pode suscitar, tomando como referência as diretrizes, da Direção Geral do Ambiente de Portugal (DGA, 2000):

- parâmetro: corresponde a uma grandeza que pode ser medida com precisão ou avaliada qualitativamente/quantitativamente, e que se considera relevante para a avaliação dos sistemas ambientais, económicos, sociais e institucionais;
- indicadores: parâmetros selecionados e considerados isoladamente ou combinados entre si, sendo de especial pertinência para refletir determinadas condições dos sistemas em análise (normalmente são utilizados com pré-tratamento, isto é, são efetuados tratamentos aos dados originais, tais como médias aritméticas simples, percentuais, medianas, entre outros).

- índice: corresponde a um nível superior de agregação, pelo qual, após aplicado um método de agregação aos indicadores e/ou aos subíndices, é obtido um valor final; os métodos de agregação podem ser aritméticos ou heurísticos e comparáveis com padrões.
- subíndice: constitui uma forma intermediária de agregação entre indicadores e índices; pode utilizar métodos de agregação tais como os discriminados para os índices.

Os indicadores e índices podem servir a inúmeros fins, como, por exemplo, para: atribuir recursos, oferecendo suporte para tomadas de decisões; alocar recursos naturais e determinar prioridades; classificar locais, permitindo a comparação de condições nesses locais; cumprir as normas legais; sintetizar a informação sobre o nível de cumprimento das normas ou critérios legais; análise de tendências; informação ao público; e, finalmente, para fins de investigação científica (DGA, 2000).

É importante distinguir os indicadores temáticos (conjunto de indicadores focados sobre um determinado tema, realidade social, ou área de atuação do poder público) dos indicadores de desempenho de programas, os quais, por sua vez, visam a análise contextualizada e comparativa dos registros e estatísticas, no tempo e no espaço, com relação às metas previamente fixadas por ações/projetos (BRASIL, 2012).

Segundo Souto (2013), o tipo de arquitetura da informação refere-se à organização dos indicadores no conjunto, de acordo com as categorias: “hierarquizada”, “segundo dimensões da sustentabilidade”, “segundo temas” e “segundo metas e objetivos”. Sendo que, algumas iniciativas apresentaram tipos mistos de arquitetura (Quadro 2).

Quadro 2 – Comparação entre indicadores quanto à arquitetura da informação

Iniciativas	Tipos de arquitetura			Segundo metas e objetivos
	Hierarquizada	Segundo dimensões da sustentabilidade	Segundo temas	
SayDS (Argentina)		X		
IBGE (Brasil)		X		
Statistics Canada			X	
INE (Espanha)	X			X
INEGI (México)		X		X
APA (Portugal)		X	X	
DEFRA (Reino Unido)			X	

Fonte: Souto (2013).

Pode-se reconhecer que a utilização de indicadores e índices nas mais diversas áreas setoriais tem estado, desde sempre, rodeada de alguma controvérsia nos fóruns técnico-científicos, em face das simplificações que são efetuadas na aplicação dessas metodologias, e

buscou identificar e apresentar as vantagens e as limitações da aplicação desses métodos (Quadro 3). Além disso, as eventuais perdas de informação têm constituído um entrave à adoção de forma generalizada e consensual dos sistemas de indicadores e índices (DGA, 2000).

Quadro 3 - Vantagens e limitações dos indicadores e índices de desenvolvimento sustentável.

<b>Vantagens</b>	<b>Limitações</b>
Avaliação dos níveis de desenvolvimento sustentável. Capacidade de sintetizar a informação de carácter técnico/científico; Identificação das variáveis-chave do sistema; Facilidade de transmitir a informação; Bom instrumento de apoio à decisão e aos processos de gestão ambiental; Sublinhar a existência de tendências; Possibilidade de comparação com padrões e/ou metas pré-definidas.	Inexistência de informação base; Dificuldades na definição de expressões matemáticas que melhor traduzam os parâmetros selecionados; Perda de informação nos processos de agregação dos dados; Diferentes critérios na definição dos limites de variação do índice em relação às imposições estabelecidas; Ausência de critérios robustos para seleção de alguns indicadores; Dificuldades na aplicação em determinadas áreas como o ordenamento do território e a paisagem.

Fonte: DGA (2000).

Segundo o Painel Nacional de Indicadores Ambientais (PNIA) elaborado pelo MMA (2012), deve-se considerar a seguinte classificação dos indicadores:

- indicadores de primeira geração: são aqueles que organizam e apresentam informações de baixa complexidade (taxa de desmatamento, emissão de gases de efeito estufa, acesso a serviços de coleta de resíduos sólidos, etc.).
- indicadores de segunda geração: são ditos compostos, pois contemplam as quatro dimensões (ambiental, social, econômica e institucional) do desenvolvimento sustentável.
- indicadores de terceira geração: são aqueles vinculantes, sinérgicos ou transversais, nos quais as variáveis selecionadas devem possuir correlação clara com as demais.

O processo de seleção dos indicadores deve refletir o significado dos dados na forma original, satisfazendo, por um lado, a conveniência da escolha e, por outro, a precisão e relevância dos resultados. Alguns dos critérios que podem presidir tais processos de seleção, são: existência de dados base; possibilidade de intercalibração; possibilidade de comparação com critérios legais ou outros padrões/metastas existentes; facilidade e rapidez de determinação e interpretação; grau de importância e de validação científica; sensibilidade do público-alvo; custo de implementação; possibilidade de ser rapidamente atualizado. No entanto, a maioria dos indicadores não preenche todos os critérios desejáveis, pelo que deverá haver um

compromisso de otimização entre os critérios possíveis de garantir e aqueles que são tidos como os mais relevantes para cada caso (DGA, 2000).

Quanto à seleção do sistema de indicadores, Guimarães (2008) recomenda que algumas premissas sejam consideradas:

- redução do número de indicadores ao mínimo possível sem prejuízo da análise de sustentabilidade.
- seleção priorizando, sempre que possível, a obtenção dos indicadores por meio de estatísticas oficiais, ou seja, de dados já disponíveis.
- exploração da dimensão ambiental com um maior número de indicadores com a finalidade de se detalhar um pouco mais os problemas decorrentes dos processos antrópicos;
- apresentação de indicadores para a unidade territorial de município, e de outros cuja abrangência se dá a nível de bacia.
- necessidade de computar indicadores ainda que não estejam expressamente inter-relacionados, pela alta complexidade dessas relações.

No Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SID), proposto pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2000), existem quatro grandes grupos de aplicações de indicadores:

- Grupo 1 - avaliação do funcionamento dos sistemas ambientais;
- Grupo 2 - integração das preocupações ambientais nas políticas setoriais;
- Grupo 3 - contabilidade ambiental;
- Grupo 4 - avaliação do estado do ambiente.

Ainda, de acordo com Tunstall (1994) (apud Bellen., 2007), as principais funções dos indicadores são:

- avaliação de condições e tendências;
- comparação entre lugares e situações;
- avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos;
- prover informações de advertência;
- antecipar futuras condições e tendências.

Neste contexto, Bellen (2007) afirma que os sistemas de indicadores de sustentabilidade são relevantes para o processo de gestão na medida em que estão aptos a retratar a realidade cientificamente e a orientar na formulação de políticas.

### 2.2.1 Panorama Internacional do Uso de Indicadores

O uso de indicadores foi lançado por volta de 1947, quando a medição do Produto Interno Bruto (PIB) associada a dados demográficos passou a ser adotada como indicador de desenvolvimento (BRASIL, 2012).

Porém, segundo Leonard (2011), esse indicador não considera a distribuição desigual e injusta da riqueza, nem examina quão saudáveis e satisfeitas estão as pessoas. Por isso que o PIB de um País pode seguir subindo a ótimos 2% a 3% ao ano, e a renda dos trabalhadores ficar estagnada. Além disso, os verdadeiros custos ecológicos e sociais do crescimento não são incluídos no PIB.

Vale lembrar que, os aspectos das questões ambientais relacionadas com o desenvolvimento só começaram a surgir a partir da Conferência de Estocolmo, em 1972, que pela primeira vez se chamou a atenção do mundo para essa relação, com tentativas de definição e classificação de variáveis a serem consideradas nas estatísticas econômicas e ambientais (BRASIL, 2012).

Braga et al. (2004) afirmam que, nos anos 1990, com o patente reconhecimento do caráter restritivo do PIB, surgiu o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) como uma ferramenta para mensurar o desenvolvimento humano, sintetizando quatro aspectos: expectativa de vida, taxa de alfabetização, escolaridade e PIB per capita.

Para o PNUD (2016), o IDH deve ser o critério mais importante para avaliar o estágio de desenvolvimento de um país. O conceito de desenvolvimento humano nasceu definido como um processo de ampliação das escolhas das pessoas para que elas tenham capacidades e oportunidades para serem aquilo que desejam ser. É uma mudança de perspectiva: com o desenvolvimento humano, o foco é transferido do crescimento econômico, ou da renda, para o ser humano.

Nessa perspectiva, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida resumida do progresso a longo prazo nas três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. Criado por Mahbub ul Haq, com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, o IDH pretende ser uma medida geral e sintética que, apesar de ampliar a perspectiva sobre o desenvolvimento humano, não abrange nem esgota todos os aspectos de desenvolvimento.

Assim, destaca-se que o uso de indicadores comuns em nível internacional, começou-se nos finais dos anos 1980, de acordo com o MMA (2012), com a publicação do Relatório da Comissão Brundtland (1987), que consagrou o conceito de desenvolvimento sustentável.

Entretanto, a maioria dos especialistas concorda que o impulso para a disseminação da sistematização dos indicadores ambientais deu-se na Conferência Rio-92, que consolidou o conceito de desenvolvimento sustentável e lançou o desafio da construção de instrumentos inovadores e adequados para a sua mensuração em escala internacional (Quadro 4).

Quadro 4- Panorama internacional do uso de indicadores de desenvolvimento sustentável  
(continua)

Ano	País/Instituição	Descrição
1987	NOVA YORK	Publicação do Relatório da Comissão Brundtland, que consagrou o conceito de desenvolvimento sustentável.
1989	CANADÁ	Criou sistema de Indicadores ambientais organizados em 7 temas chaves.
1991	HOLANDA	Criou sistema de Indicadores ambientais.
1990	GENEBRA	A Conferência dos Estatísticos Europeus estabeleceu novas referências conceituais e metodológicas que passaram a constituir os indicadores ambientais.
1993	OCDE	Estabeleceu um conjunto de indicadores ambientais estruturado em 14 temáticas básicas e adotou o marco ordenador ou estrutura de classificação PER (Pressão-Estado-Resposta), visando permitir abordar as questões ambientais de forma integrada as políticas setoriais.
Final da década de 1990	UK, Espanha, Portugal, Nova Zelândia, Estados Unidos e mais de 80 países membros da OCDE	A política de publicação periódica de relatórios sobre o estado e/ou qualidade dos países estruturados com base em sistemas de indicadores ambientais, incentivada pela OCDE, passou a ser adotada por diversos países, podendo ser igualmente constatada na maior parte dos países latino-americanos.
1992	ONU/Conferência Rio-92	Criação da Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CDS), com a missão de aumentar o foco da comunidade internacional no desenvolvimento sustentável e monitorar os progressos nessa direção. Impulsionou a construção de instrumentos de mensuração incorporando as dimensões econômica, social, ambiental e institucional do desenvolvimento, com destaque para os sistemas de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.
1993	Genebra/PNUMA	Organizou um encontro sobre Indicadores Ambientais e de Desenvolvimento Sustentável.
1996	ONU/CDS	Iniciou projeto para a construção de um painel de IDS a partir das recomendações do capítulo 40 da Agenda 21 Global. Foram definidos 134 indicadores no chamado Livro Azul, com vistas a acompanhar o desenvolvimento da abordagem de sustentabilidade preconizada na Agenda 21.
1997	Genebra/PNUMA	Iniciou a estratégia de publicação do relatório periódico Panorama Ambiental Global (Global Environment Outlook – GEO), o qual analisa as principais tendências e problemas da área ambiental, recorrendo, inclusive, ao uso de indicadores nas suas análises.

Quadro 4- Panorama internacional do uso de indicadores de desenvolvimento sustentável  
(continuação)

Ano	País/Instituição	Descrição
2000	Nações Unidas/ Cúpula do Milênio/PNUD	Lançou os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), dotados de metas e de indicadores destinados a avaliar o seu cumprimento.
2001	MERCOSUL	Criação de um Sistema de Informação Ambiental do Mercosul (SIAM), com um Portal Ambiental comum aos países do Mercosul.
2002	Delf, Holanda	Lançamento do conceito de Pegada Hídrica (PH) para medir a apropriação humana da água doce no globo na reunião de peritos sobre comércio internacional de água virtual <sup>1</sup> .
2002 a 2015	Brasil IBGE	Consolidação de um painel de indicadores focados no desenvolvimento sustentável por iniciativa do IBGE: Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS).
2003	Iniciativa Latino- Americana e Caribenha para o Desenvolvimento Sustentável - ILAC (PNUMA/GTIA)	Deu início ao processo de construção de um conjunto de indicadores, organizados com base no marco Pressão, Estado Resposta (PER) desenvolvido pela OCDE, recomendando 33 indicadores ambientais consensuados entre os seus membros, organizados em 6 grandes temáticas.
2005 a 2011	ILAC (PNUMA/GTIA)	Publicação dos primeiros relatórios ambientais nacionais por dezenas de países (24 representados no GTIA), inclusive o Brasil.
2007	Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS)	Versão do Livro Azul, com a adoção de 96 indicadores de desenvolvimento sustentável (IDS).

Fonte: Adaptado do BRASIL (2016).

<sup>1</sup>água virtual - é a medida da água contida num produto, ou seja, numa mercadoria, bem ou serviço, em relação ao volume de água doce utilizada nas diversas fases de sua cadeia produtiva (HOEKSTRA & CHAPAGIN (2012).

Dentre as diversas experiências consultadas do uso de indicadores de desenvolvimento sustentável, pode-se destacar o trabalho desenvolvido pelo DGA (2000), em Portugal, cujas características gerais foram especificadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Características de indicadores nas dimensões ambiental, social, econômica e institucional.

Indicadores	Descrição
<b>Ambientais</b>	<p>Estado ecológico em rios e/ou reservatórios;            Qualidade do solo;            Área construída em áreas protegidas e/ou sensíveis;            População em áreas protegidas;            Superfície de áreas protegidas abrangidas por projetos que mereceram parecer favorável em avaliação de impactos ambientais;            Área florestal autóctone em áreas protegidas;            Espécies exóticas invasoras;            Área de folhosas sujeita a apoios comunitários;            Sustentabilidade da produção de material florestal;            Estado da floresta;            Acompanhamento ambiental de projetos florestais;            Normas nacionais relativas à segurança biotecnológica;            Despesa pública e privada em investigação biotecnológica e número de notificações apresentadas para fins de Pesquisa e Desenvolvimento (P&amp;D).</p>
<b>Econômicos</b>	<p>Participação no Produto Interno Bruto (PIB) dos setores primário, secundário e terciário;            Investimento em bens públicos;            Reservas minerais confirmadas;            Acompanhamento ambiental de projetos agrícolas e pecuários; Associações de desenvolvimento rural;            Produtos certificados ou com denominação de origem;            Raças autóctones;            Modos de transporte usados pelos turistas;            Empreendimentos de turismo sustentável;            Instrumentos econômicos e financeiros para o ambiente.</p>
<b>Social</b>	<p>Remunerações médias do trabalho feminino e masculino;            Índice de desigualdade dos rendimentos (índice de gini);            População que vive abaixo da linha de pobreza;            Pessoas que vivem em habitações consideradas impróprias;            Preço das habitações; despesa dos agregados familiares com as principais rubricas;            Despesa pública com a cultura;            Perdas humanas e materiais devidas a desastres naturais;            Espaços verdes em núcleos urbanos;            Casos de conflitos de consumo.</p>
<b>Institucionais</b>	<p>Integração do conceito de desenvolvimento sustentável;            Investigadores envolvidos em atividades de investigação e desenvolvimento (P&amp;D);            Publicações de documentos sobre ambiente;            Representação dos grupos alvo da Agenda 21 no Conselho Nacional para o Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CNADS);            Empregos gerados pelas Organizações Não Governamentais de Ambiente e Regimes contratuais em matéria de ambiente.</p>

Fonte: DGA (2000).

Bellen (2007) destaca como Metodologias de Avaliação de Sustentabilidade mais importantes, de acordo com consulta a especialistas, os seguintes sistemas: Pegada Ecológica

(*Ecological Footprint*), Painel de sustentabilidade (*Dashboard of Sustainability*) e Barômetro da Sustentabilidade (*Barometer of Sustainability*).

Dentre essas, a Pegada Ecológica é uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais. Expressa em hectares globais (gha), permite comparar diferentes padrões de consumo e verificar se estão dentro da capacidade ecológica do planeta. Um hectare global significa um hectare de produtividade média mundial para terras e águas produtivas em um ano (WWF-Brasil, 2016). A Pegada Ecológica é calculada para os países por meio da estimativa dos seguintes componentes:

- carbono: representa a extensão de áreas florestais capaz de sequestrar emissões de CO<sub>2</sub> derivadas da queima de combustíveis fósseis, excluindo-se a parcela absorvida pelos oceanos que provoca a acidificação.
- áreas de cultivo: extensão de áreas de cultivo usadas para a produção de alimentos e fibras para consumo humano, bem como para a produção de ração para o gado, oleaginosas e borracha.
- pastagem: representa a extensão de áreas de pastagem utilizadas para a criação de gado de corte e leiteiro e para a produção de couro e produtos de lã.
- floresta: representa a extensão de áreas florestais necessárias para o fornecimento de produtos madeireiros, celulose e lenha.
- áreas construídas: representa a extensão de áreas cobertas por infraestrutura humana, inclusive transportes, habitação, estruturas industriais e reservatórios para a geração de energia hidrelétrica.
- estoques pesqueiros: calculado a partir da estimativa de produção primária necessária para sustentar os peixes e mariscos capturados, com base em dados de captura relativos a espécies marinhas e de água doce.

De acordo com o WWF-Brasil (2016), em geral, países industrializados usam mais espaços do que sociedades menos industrializadas. Isto ocorre porque, ao explorarem recursos de todas as partes do mundo, afetam locais cada vez mais distantes, causando impactos por conta da geração de resíduos. Como a produção de bens e consumo tem aumentado significativamente, o espaço físico terrestre disponível já não é suficiente para sustentar o elevado padrão atual. Em 2011, a média mundial da Pegada Ecológica era de 2,7 hectares globais por pessoa, enquanto a biocapacidade disponível para cada ser humano é de apenas 1,8 hectare global. Assim, para assegurar a existência das condições favoráveis à vida, é preciso viver de acordo com a “capacidade” do planeta.

## 2.2.2 Panorama Nacional do Uso de Indicadores

Segundo o IBGE (2015), a conquista do desenvolvimento sustentável, atualmente, é uma aspiração de abrangência global, toma feições concretas em cada país, de acordo com suas peculiaridades e responde aos problemas e oportunidades de cada nação. A escolha dos indicadores de desenvolvimento sustentável reflete as situações e especificidades de cada país, apontando, ao mesmo tempo, para a necessidade de produção regular de estatísticas sobre os temas abordados.

Destaca-se, no Brasil, o desenvolvimento dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) pelo IBGE (2004, 2008, 2012 e 2015). A última versão do IDS, em 2015, é composta por um conjunto de 63 indicadores estruturados de acordo com as dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social, ambiental e institucional.

No sistema de indicadores do IDS (IBGE, 2015), tem-se que 30% dos indicadores representam a dimensão ambiental, e, ainda, pode-se relacionar alguns indicadores ambientais nas demais dimensões (Quadro 6).

Quadro 6- Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), de acordo com suas dimensões. (continua)

<b>Dimensão</b>	<b>Tema</b>	<b>Indicador</b>
Ambiental	1- Atmosfera	Emissões de origem antrópica dos gases associados ao efeito Estufa. Consumo industrial de substâncias destruidoras da camada de ozônio. Concentração de poluentes no ar em áreas urbanas.
	2- Terra	Uso de fertilizantes. Uso de agrotóxicos. Terras em uso agrossilvipastoril. Queimadas e incêndios florestais. Desflorestamento da Amazônia Legal. Desflorestamento nos biomas extra-amazônicos.
	3- Água Doce	Qualidade de águas interiores.
	4- Oceanos, Mares e Áreas Costeiras	Balneabilidade. População residente em áreas costeira.
	5- Biodiversidade	Espécies extintas e ameaçadas de extinção. Áreas protegidas. Espécies invasoras.

Quadro 6- Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), de acordo com suas dimensões. (continuação)

Dimensão	Tema	Indicador
	6- Saneamento	Acesso a sistema de abastecimento de água. Acesso a esgotamento sanitário. Acesso a serviço de coleta de lixo doméstico. Tratamento de esgoto.
Social	7- População	Taxa de crescimento da população. Taxa de fecundidade total. Razão de dependência.
	8- Trabalho e Rendimento	Índice de Gini da distribuição do rendimento. Taxa de desocupação. Rendimento domiciliar <i>per capita</i> . Rendimento médio mensal. Mulheres em trabalhos formais.
Social	9- Saúde	Esperança de vida ao nascer. Prevalência de desnutrição total. Imunização contra doenças infecciosas infantis. Oferta de serviços básicos de saúde. Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado. Taxa de incidência de AIDS.
	10- Educação	Taxa de frequência escolar. Taxa de alfabetização. Taxa de escolaridade da população adulta.
	11- Habitação	Adequação de moradia.
	12- Segurança	Coeficiente de mortalidade por acidentes de transporte.
Econômica	13- Quadro Econômico	Produto Interno Bruto <i>per capita</i> . Taxa de investimento. Balança comercial. Grau de endividamento. Consumo de energia <i>per capita</i> . Intensidade energética. Participação de fontes renováveis na oferta de energia. Consumo mineral <i>per capita</i> . Vida útil das reservas de petróleo e gás natural. Reciclagem. Rejeitos Radioativos.
Institucional	14- Quadro Institucional	Ratificação de acordos globais. Legislação Ambiental. Conselhos Municipais de Meio Ambiente. Comitês de Bacias Hidrográficas. Organizações da sociedade civil.
	15- Capacidade Institucional	Gastos com Pesquisa e Desenvolvimento - P&D. Fundo Municipal de Meio Ambiente. Acesso aos serviços de telefonia. Acesso à Internet. Agenda 21 Local. Patrimônio Cultural. Articulações interinstitucionais dos municípios.

Fonte: IBGE (2015).

Nessa última versão do Relatório de IDS, o IBGE (2015) ressalta que o desenvolvimento sustentável prossegue demandando informação, de modo a preencher as lacunas existentes e a incorporar novas questões que vão sendo debatidas em âmbito internacional. Isso se reflete em todas as edições já publicadas, com a introdução de novos indicadores não presentes em edições anteriores ou de novas abordagens para indicadores já existentes, que vão se adaptando a necessidades contemporâneas.

Na mesma linha, também é importante considerar a criação do Painel Nacional de Indicadores Ambientais (PNIA) elaborado pelo Brasil (2012), o qual propõem 55 indicadores relacionados aos seguintes temas: Atmosfera e Mudança do Clima (AMC); Biodiversidade e Florestas (BFL); Governança, Riscos e Prevenção (GRP); Produção e Consumo Sustentáveis (PCS); Qualidade Ambiental (QUA); Recursos Hídricos (RHI); e Terra e Solos (TSO).

Um exemplo da aplicação desses indicadores é o Programa Cidades Sustentáveis, que envolve cerca de 350 cidades brasileiras comprometidas com seus propósitos e metas, e trabalha com uma proposta de 24 indicadores básicos da área ambiental, estruturados em cinco eixos temáticos, destinados a auxiliar o diagnóstico da sustentabilidade das áreas urbanas (Brasil, 2012).

No nível estadual, o Brasil (2010) identificou poucas iniciativas de desenvolvimento e uso de indicadores ambientais para subsidiar ou avaliar as políticas públicas (MA, MG e SP). Outros estados indicaram o uso de indicadores em políticas setoriais, a exemplo de Pernambuco no Gerenciamento Costeiro (9 indicadores); o Rio de Janeiro, com o Relatório de Indicadores Ambientais da Cidade do Rio de Janeiro, que define cerca de 20 indicadores para “pesquisa em desenvolvimento”; e o caso do Paraná, com o uso de 7 indicadores para o monitoramento sistemático da “qualidade do ar”.

Em 2012, ocorreu a iniciativa de algumas instituições (PNUD Brasil, Ipea e a Fundação João Pinheiro) que propuseram calcular o IDH Municipal (IDHM) dos 5.565 municípios brasileiros, a partir da adaptação da metodologia do IDH Global, incluindo os três componentes: IDHM Longevidade, IDHM Educação e IDHM Renda (Quadro 7).

E assim, a proposta do IDHM surgiu para reforçar o contraponto ao PIB, popularizando o conceito de desenvolvimento centrado nas pessoas, e não a visão de que desenvolvimento se limita a crescimento econômico.

Quadro 7 - Diferenças entre a concepção do IDH e o IDHM.

	Longevidade	Educação		Renda
		População Adulta	População Jovem	
IDHM Brasil	Esperança de vida ao nascer	18+ com fundamental completo	5-6 na escola 11-13 nos anos finais do fundamental 15-17 com fundamental completo 18-20 com médio completo	Renda mensal per capita (em R\$ ago/2010)
IDH Global	Esperança de vida ao nascer	Média de anos de estudo de 25+	Anos Esperados de Estudos	Renda Média Nacional per capita (US\$ ppp2005)

Fonte: BRASIL (2013).

Ainda, entende-se que, o cálculo do IDHM também permite fazer uma comparação entre municípios, ao sintetizar uma realidade complexa em um único número, ao longo do tempo, estimulando formuladores e implementadores de políticas públicas no nível municipal a priorizar a melhoria da vida das pessoas em suas ações e decisões.

É importante atentar que, de acordo com informações do próprio Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal Brasil, o IDHM não é suficiente para medir o nível de desenvolvimento humano de um território, uma vez que, o esmo pode oferecer uma visão sintética sobre algumas das questões-chave do desenvolvimento humano no município: a saúde (condições para as pessoas viverem uma vida longa e saudável), a educação (acesso a conhecimento) e a renda (condições de manter um padrão de vida digno). Porém, como qualquer índice, o IDHM não é capaz de abarcar toda a realidade socioeconômica dos territórios (BRASIL, 2013).

Nesse contexto, considera-se importante combinar o IDHM com outros indicadores, como o trabalho, habitação e vulnerabilidade social, para uma visão mais holística e completa sobre as condições de vida em um dado município, além de outros aspectos importantes para o desenvolvimento humano que são difíceis de serem mensurados, como a participação social e o empoderamento, sendo ainda é um desafio criar índices que possam mensurar toda a sua complexidade (BRASIL, 2013).

### 2.2.3 Uso de Indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos

A sustentabilidade dos recursos hídricos deve ocorrer por meio de sistemas de planejamento e gerenciamento para contribuir plenamente com os objetivos da sociedade, na atualidade e no futuro, mantendo ao mesmo tempo suas características ambientais e hidrológicas (LOUCKS e GLADWELL, 1999).

Segundo o GWP-TAC (2000), a sustentabilidade dos recursos hídricos é um processo que promove o desenvolvimento e a gestão coordenada da água, da terra e dos recursos conexos, com o fim de maximizar o bem-estar social de uma maneira equitativa, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais para a geração atual e as futuras gerações.

Ao longo do tempo, foram sendo desenvolvidos sistemas de indicadores de sustentabilidade visando apoiar a gestão dos recursos hídricos. Para Magalhães Jr. (2007), a integração de indicadores individuais pode fornecer índices sintéticos que reflitam as pressões das atividades humanas sobre as águas e meios aquáticos, além do estado da água e dos meios aquáticos, e o desempenho das políticas públicas, como indicadores de resposta em cada município, por exemplo.

O mesmo autor afirma que, de uma maneira geral, a construção de um índice integrado envolve algumas etapas, a saber, a identificação dos fatores constituintes; a ponderação sobre esses fatores; a padronização das unidades de medidas; a aplicação de técnicas de avaliação dos fatores (funções de escala, curvas funcionais, etc.); e, finalmente, a agregação, que responde pela elaboração de índice a partir de adição, multiplicação e/ou uso de funções.

Leal e Peixe (2010) defendem que os indicadores ambientais podem permitir um grau maior de objetividade e uma sistematização da informação, e, por facilitarem o monitoramento e a avaliação periódica, têm adquirido crescente expressão, sendo particularmente interessantes para situações que se processam com um cronograma de implantação de médio prazo, como é o caso dos planos de recursos hídricos, uma vez que a comparação entre diferentes períodos é mais simples e efetiva.

Segundo Cândido e Lira (2013), os indicadores de sustentabilidade hidroambiental aparecem como ferramentas capazes de subsidiar o monitoramento da operacionalização do desenvolvimento sustentável hídrico, tendo como função principal a revelação de informações sobre o estado das diversas dimensões (ambientais, econômicas, socioeconômicas, culturais, institucionais, etc.).

No cenário internacional, pode-se destacar o trabalho de Sullivan (2002), com a criação do Indicador de Pobreza Hídrica (IPH). A proposta do IPH é proporcionar um melhor

entendimento entre a disponibilidade física da água e o nível de conforto de determinado grupo populacional; servir de mecanismo para a priorização das necessidades hídricas; monitorar o progresso no setor hídrico; e, por fim, auxiliar no aperfeiçoamento da situação de escassez ou de deficiência de capacidade adaptativa.

Neste sentido, o IPH faz parte dos indicadores do Modelo de Sistema de Valoração de Desertificação, no qual se propõe desenhar um sistema integrado de indicadores biofísicos e antrópicos, incorporando valores culturais ao método tradicional, como: fatores físicos e socioeconômicos associados à escassez de água; relação entre gerenciamento dos recursos hídricos e pobreza em comunidades, vilas, distritos, regiões e nações; e o método interdisciplinar (Quadro 8).

Quadro 8- Estrutura dos elementos do Indicador de Pobreza Hídrica (IPH).

Componentes	Descrição	Subcomponentes
1) Recurso	Disponibilidade de água.	Água superficial ( <i>external inflows</i> ). Água subterrânea ( <i>internal freshwater flows</i> ). Acesso da população.
2) Acesso	Necessidades básicas de consumo de água, saneamento e água para irrigação.	População com acesso à água segura (%). População com acesso a saneamento (%). Grau de acesso a irrigação x estimativa de necessidade de irrigação.
3) Capacidade	Varáveis socioeconômicas que causam impacto no acesso à água e de sua qualidade.	PIB per capita. Mortalidade de crianças abaixo de 5 anos. Educação: taxa de matrícula. Índice de Gini (taxa distribuição de renda).
4) Uso	Principais usos consuntivos.	Consumo doméstico per capita (L/dia). Consumo doméstico per capita (L/dia). Consumo industrial per capita (m <sup>3</sup> /hab/ano), como parte do PIB. Consumo da agrícola per capita (m <sup>3</sup> /hab/ano), como parte do PIB.
5) Ambiente	Refletir a provisão de água e sua governança.	Qualidade: OD, P, Turbidez, CE. Pressão hídrica: poluição da água: consumo de fertilizante/há; uso de pesticida/há, carga orgânica industrial, % de territórios do país sobre severa pressão hídrica. Capacidade de regulação e governança ambiental: Marcos regulatórios ambientais, programas ambientais, inovadores, % de área territorial protegida, número de diretrizes setoriais de Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Capacidade de informação: base de dados de avaliação do desenvolvimento sustentável a nível nacional, estratégias e planos de ação e % de <i>Environmental Sustainability Index</i> (ESI), varáveis que faltam para aquisição pelos órgãos públicos. Biodiversidade, com base nas espécies ameaçadas.

Fonte: Sullivan (2002).

Abraham et al. (2005 e 2006) desenvolveram estudos para a aplicação do IPH, fazendo as devidas adaptações metodológicas em um estudo de caso no Departamento de Lavalle, em Mendoza, na Argentina, para o cálculo do IPH e sua adaptação às condições da América Latina.

Vanle et al. (2015) destacam, entre os métodos de indicadores aplicados à gestão de recursos hídricos internacionalmente, a proposta de Chaves e Alipaz (2007), que criaram o Índice de Sustentabilidade de Bacia Hidrográfica (*Watershed Sustainability Index*, WSI), considerando a gestão da água como um processo dinâmico, assumindo que a sustentabilidade da água de uma bacia é função de quatro indicadores: hidrologia (*Hidrology*, H), ambiente (*Environment*, E), vida (*Life*, L) e política (*Policy*, P). Os indicadores recebem pesos e são organizados em uma matriz de acordo com a estrutura do modelo Pressão-Estado-Resposta, para obtenção do WSI. Numericamente, o WSI é obtido pela equação:

$$WSI = (H+E+L+P) / 4 \quad (1)$$

Em que: WSI (0-1) = watershed sustainability index

H (0-1) é o indicador hidrológico.

E (0-1) é o indicador ambiental.

L (0-1) é o indicador de qualidade de vida.

P (0-1) é o indicador político.

Com vistas a apoiar o processo de gestão de recursos hídricos no Brasil, Magalhães Jr. et al. (2003) apresentaram um conjunto de indicadores, escolhidos por meio da técnica de Painel Delphi aplicado a especialistas de todo Brasil, utilizando-se dois eixos de indicadores e índices na gestão das águas: os de qualidade e os de disponibilidade hídrica (Quadro 9).

Quadro 9- Indicadores/índices ambientais utilizados na gestão das águas.

Indicadores Ambientais/índices	Percentuais de aprovação por especialistas do Brasil
Densidade populacional (total, urbana, rural)	97
Índice de Cobertura vegetal (%)	100
Taxa de conformidade da água (OD) (% amostras)	93
Índice de tratamento de esgotos coletados (%)	87
Índice de captação de água para abastecimento urbano (m <sup>3</sup> /hab)	87
Índice de atendimento urbano de coleta de esgoto (% pop)	87
Índice de urbanização	83
Índice de população não atendida por coleta de lixo (%)	86
Índice de consumo per capita de água (m <sup>3</sup> /hab)	81
Índice de captação de água para irrigação (m <sup>3</sup> /hab)	88
Índice de abastecimento urbano de água via rede (% pop)	83

Fonte: Magalhães Jr. et al. (2003).

É importante ressaltar que a maioria dos indicadores atuam no âmbito mais local da bacia e do município, o que explica o fato de alguns autores considerarem o município como a unidade mais operacional de gestão e de monitoramento de dados ambientais no Brasil (BRAGA et al. 2004 e MAGALHÃES Jr. et al., 2003).

Magalhães Jr (2007) também desenvolveu estudos sobre a utilização de indicadores ambientais e de recursos hídricos, discutindo a realidade e as perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa, destacando-se a “Viabilidade e pertinência da utilização de indicadores na gestão participativa da água no Brasil: o estudo de caso da bacia do rio Maranhão/MG”. Neste estudo de caso, o autor aplicou nove indicadores, com dados levantados no nível municipal. Os dados foram então classificados de acordo com suas classes de desempenho dos indicadores de pressão/impacto. Na sequência, foram classificados os desempenhos dos indicadores de resposta utilizados: índice de população com instalações adequadas de água, índice de população com instalações adequadas de esgotos, e índice de atendimento de coleta de lixo. O cruzamento das informações da matriz pressões/impactos e da matriz impactos/respostas permitiu a classificação dos municípios em alto, médio ou baixo.

Pompermayer et al. (2007) propuseram o uso de 20 indicadores de sustentabilidade ambiental associado à técnica de análise multicritério, como instrumento de auxílio à gestão de recursos hídricos para as Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, em São Paulo. Os indicadores foram selecionados a partir da estrutura conceitual de Pressão-Estado-Resposta, nas seguintes categorias: coleta, transporte e tratamento de esgoto; racionalização do uso da água; controle de fontes poluidoras; reflorestamento e reconstituição da vegetação ciliar e de áreas degradadas; produção e distribuição de água potável para abastecimento urbano; e educação ambiental em relação ao uso de recursos hídricos.

Carvalho et al. (2011) validaram o uso de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas, a partir do estudo de caso na sub-bacia do alto curso do rio Paraíba - PB. Essa proposta, composta por 51 indicadores, teve como objetivo verificar o nível de sustentabilidade hidroambiental de 17 municípios localizados na sub-bacia, analisados segundo 7 (sete) dimensões (desenvolvimento humano; econômica; abastecimento humano; desempenho do sistema; pressões da irrigação, pecuária, abastecimento rural, aquicultura e lazer). Os resultados obtidos demonstraram a necessidade de definir programas de gestão hídrica capazes de reverter o cenário de instabilidade levantado.

Vieira e Studart (2009) consideram que o desenvolvimento de um índice de sustentabilidade hidroambiental corresponde a uma análise multidisciplinar, que trata de vários aspectos de inter-relacionamento entre parâmetros hídricos e ambientais, tendo como base

alguns critérios importantes como: disponibilidade hídrica, qualidade e uso da água, acesso à mesma e impacto no meio ambiente, considerando o modelo estrutural baseado na abordagem Pressão-Estado-Resposta. O modelo proposto por Vieira e Studart (2009) definiu quatro índices, os quais foram compostos por indicadores específicos aplicados aos municípios (Quadro 10).

Quadro 10 – Composição dos índices de sustentabilidade hidroambiental para uma área representativa de Ambientes Serranos no Semiárido do Estado, APA do Maciço Baturité, CE

<b>Índices</b>	<b>Indicadores</b>
Índice Hídrico (IH)	Índice de aridez. Déficit de Evapotranspiração Potencial Relativo. Déficit Hídrico. Coeficiente de Escoamento Superficial. Vazão Específica. Demanda Hídrica. Disponibilidade de Água per capita. Índice de Utilização de Disponibilidade.
Índice Físico (IF)	Taxa de Erosão. Índice de Distribuição de Chuvas. Declividade. Taxa de Uso e Ocupação do Solo.
Índice Biótico (IB)	Índice de Áreas Cultivadas. Índice de Cobertura Vegetal. Índice de Áreas Nativas. Índice de APPs.
Índice Antrópico (IA)	Densidade Populacional Total. Índice de Urbanização. Taxa de Crescimento Anual da População. Taxa de Mortalidade Infantil. Longevidade. PIB per Capita. Taxa de Alfabetização. Porcentagem de Bolsas Família. Taxa de Abastecimento de Água Tratada. Taxa de Lixo Coletado. Taxa de Esgotamento Sanitário. Taxa de Energia Elétrica.

Fonte: Vieira e Studart (2009).

Guimarães (2008) desenvolveu uma proposta de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas, envolvendo quatro dimensões agrupadas em 14 temas, os quais se relacionam com 40 (quarenta) indicadores específicos, utilizando a média aritmética como método de agregação (Quadro 11).

Quadro 11 – Indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas.

<b>Dimensões</b>	<b>Temas</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Social</b>	População	Taxa de crescimento da população. Taxa de mortalidade infantil.
	Renda	Índice de Gini da distribuição do rendimento. Rendimento familiar per capita até 1 salário mínimo. Taxa de desemprego.
	Saúde	Esperança de vida ao nascer.
	Educação	Taxa de alfabetização. Escolaridade.
<b>Ambiental</b>	Solo	Área urbanizada. Área degradada.
	Biodiversidade	Área de florestas. Áreas protegidas.
	Saneamento	Domicílios com acesso ao serviço de coleta de lixo doméstico. Domicílios com acesso ao sistema de abastecimento de água. Domicílios com acesso ao sistema de esgotamento sanitário.
	Água	Disponibilidade hídrica da bacia. Intensidade de uso da água no comércio. Intensidade de uso da água na indústria.
	Poluição	Qualidade do ar (concentração de SO <sub>2</sub> , Pm10). Coliformes fecais nos corpos hídricos. Tratamento de esgoto. Quantidade de resíduo reciclado. Quantidade de resíduo destinado a aterros sanitários.
	Gestão Ambiental	A bacia tem plano de bacia? A bacia tem sistema de outorga? A bacia tem sistema de cobrança? A bacia tem enquadramento de rios?
<b>Econômico</b>	Energia	Participação de fontes renováveis na produção de energia.
	Produtividade	Consumo de energia per capita. PIB comércio/PIB município. PIB indústria/PIB município. PIB agropecuário/PIB município. Intensidade energética no setor comercial. Intensidade energética no setor industrial. Intensidade energética no setor rural.
<b>Institucional</b>	Política ambiental	Prefeitura recebeu recursos financeiros específicos para o meio ambiente?
	Gestão RH	A bacia tem comitê? A bacia tem órgão gestor? Município participa de comitê de bacia hidrográfica?

Fonte: Guimarães (2008).

Campos et al. (2014) apresentaram uma metodologia para análise da sustentabilidade hídrica de bacias hidrográficas, com base em três indicadores: Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda; Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos; e Indicador de Eficiência e Uso da Água, bem como seus respectivos índices (Quadro 12).

Quadro 12– Indicadores e descrição dos respectivos índices. (continua)

<b>Indicador</b>	<b>Índice</b>	<b>Descrição</b>
<b>IPDD</b> (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda)	Abastecimento da Demanda Atual (IADA)	Relação entre a disponibilidade (garantia de 90%) e a demanda atual.
	Abastecimento da Demanda Futura (IADF)	Relação entre a disponibilidade (garantia de 90%) e a demanda futura.
	Abastecimento da Demanda Controlada (IADC)	Relação entre a disponibilidade (garantia de 90%) e a demanda atual, reduzida em 20%.
	Ativação das Potencialidades (IAP)	Relação entre a disponibilidade (garantia de 90%) e a potencialidade.
	Utilização das Potencialidades (IUP)	Relação entre a demanda atual e a potencialidade.
	Utilização das Disponibilidades (IUP)	Relação entre a demanda atual e disponibilidade (garantia de 90%).
<b>IGRH</b> (Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos)	Comitês de Bacia Hidrográfica (ICBH)	Existência e nível de atuação do comitê.
	Outorga (IO)	Nível de implantação da outorga.
	Cobrança (IC)	Nível de implantação da cobrança.
<b>IEUA</b> (Indicador de Eficiência e Uso da Água)	Domicílios atendidos por poços (IDAP)	Percentual de domicílios atendidos por poços em relação ao número total de domicílios.
	Domicílios atendidos por Sistema de Abastecimento de Água (IDASA)	Percentual de domicílios atendidos por sistema de abastecimento em relação ao número total de domicílios.
	Ligações de Esgoto (ILE) <sup>2</sup>	Percentual de domicílios atendidos por rede de esgotos ou fossa séptica em relação ao número total de domicílios.

Quadro 12– Indicadores e descrição dos respectivos índices. (continuação)

<b>Indicador</b>	<b>Índice</b>	<b>Descrição</b>
	Tratamento de Esgoto (ITE) <sup>2</sup>	Percentual de domicílios atendidos por tratamento de esgotos em relação ao número total de domicílios
	Tratamento de Resíduos Sólidos (ITRS) <sup>2</sup>	Percentual de domicílios com lixo coletado em relação ao número total de domicílios.
	Perdas de Água na Rede (IPAR)	Média percentual das perdas físicas (vazamentos) e faturadas (ligações clandestinas).

Fonte: Campos, Ribeiro e Vieira (2014).

Para realização desse estudo, os autores selecionaram a bacia hidrográfica do rio Taperoá, situada na porção Semiárida do estado da Paraíba, aplicando os indicadores em nível municipal. Foram estabelecidas escalas parciais de desempenho para os índices e também uma escala global através do agrupamento dos índices constitutivos de cada indicador.

Mais recentemente, Pinto-Coelho e Havens (2015) propuseram o Índice de Transparência na Gestão da Água (INTRAG), no contexto da governança das águas. O INTRAG é composto por 80 indicadores, agrupados em 6 dimensões e 12 subdimensões, em uma abordagem pluridimensional e abrangente, incluindo uma informação mais centrada nos organismos de gestão dos recursos, nas relações com o público e partes interessadas; transparência nos processos de planejamento; transparência na gestão dos recursos hídricos e usos da água; transparência econômica e financeira; transparência nos contratos e licitações.

Vale ressaltar que, na visão de Maranhão (2007), as experiências do uso de sistemas de indicadores na gestão de recursos hídricos também são uma contribuição concreta à democracia, na medida em que permitem o acesso à informação, conferem transparência à gestão e, com isso, abrem a gestão dos recursos hídricos à sociedade, como previsto na Lei Nº 9.433 de 1997.

Em Pernambuco, pode-se registrar a utilização de indicadores de sustentabilidade a partir da elaboração dos Planos Hidroambientais das Bacias Hidrográficas do Capibaribe e do Ipojuca em 2010 (PERNAMBUCO, 2010).

Esses planos foram trabalhados na perspectiva de diferentes cenários, adotando-se o ano de 2010 como Cenário Atual, o ano de 2015 como Cenário de Médio Prazo e o ano de 2025 como Cenário de Longo Prazo. Dessa forma, esses Planos Hidroambientais adotaram 6 (seis) indicadores de gestão de recursos hídricos, considerando diferentes dimensões (Quadro 13).

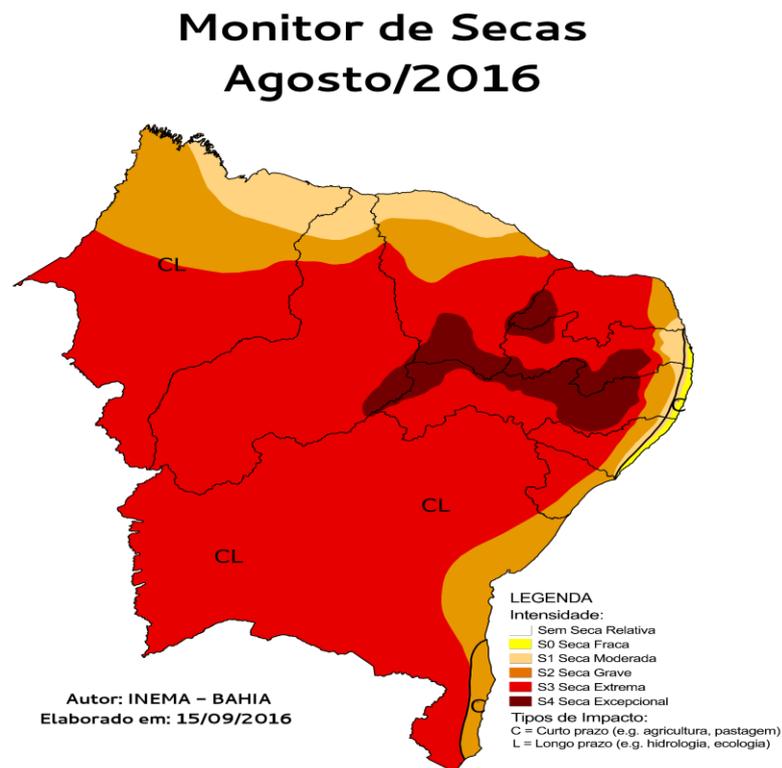
Quadro 13 – Indicadores de gestão de recursos hídricos utilizados no Plano Hidroambiental do Rio Capibaribe.

Abordagem	Indicadores	Significado para cenários
Hídrica	Balanço hídrico.	Disponibilidade de Água x déficit hídrico.
Ambiental	Expansão agrícola.	Redução de Áreas protegidas.
Ambiental	Qualidade de Água.	Poluição da Água.
Econômica	PIB.	Crescimento da demanda produtiva.
Social	Dinâmica Microrregional Demográfica DMD.	Demanda por abastecimento de água.
Social	Índice FIRJAN de desenvolvimento.	Qualidade de vida.

Fonte: PERNAMBUCO (2010).

Cabe registrar, ainda, a participação de Pernambuco e dos demais Estados da região Nordeste no Programa Monitor de Secas, criado pela ANA em 2014. Esse programa utiliza o indicador de evolução da seca, com a função de avaliar o avanço da escassez hídrica na região, que implica diretamente na disponibilidade hídrica para atender as necessidades das populações (Figura 7).

Figura 7 – Comportamento do indicador de avanço da seca no Nordeste.



Fonte: ANA (2016).

No âmbito municipal, tem-se a experiência da capital Recife, que lançou o Programa Pegada Hídrica (PH) a partir de junho de 2016. Esse indicador consiste no levantamento do volume de água que é aproveitado da chuva (PH verde), da parte contaminada (PH cinza) e daquela que evapora e não retorna à bacia hidrográfica (PH azul). Assim, será pesquisado o uso direto e indireto da água doce disponível; a capacidade de a bacia assimilar a poluição gerada ou não; a quantidade de esgoto tratado; entre outros indicadores. Isso permitirá identificar se o consumo é maior do que a capacidade do sistema hídrico (FOLHA DE PERNAMBUCO, 2016).

Este programa segue a mesma linha do estudo que calcula e mapeia a PH da humanidade em alta resolução espacial (HOEKSTRA e MEKONNEN, 2011), estimando a PH de cada nação e do setor econômico. A PH global, no período de 1996 a 2005, foi de 9.087 Gm<sup>3</sup>/ano (74% verde, 11% azul, e 15% cinza). Pelos cálculos, a produção agrícola contribui 92% para a pegada total.

#### 2.2.4 – Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe

De acordo com relatos de alguns autores, o Rio Capibaribe tem grande importância histórica e social no desenvolvimento de Pernambuco e da Região Nordeste, tendo sido particularmente importante na época colonial, quando o Capibaribe servia como elo entre a cultura da cana-de-açúcar desenvolvida na Zona-da-Mata pernambucana e os currais do Agreste e do Sertão no século XVI (MACHADO, 2017).

Segundo a mesma autora, há registros históricos de que o rio era apreciado para banhos públicos e veraneio, que acontecia em locais atualmente denominados de Várzea, Poço da Panela, Ponte de Uchoa e Monteiro. Também se registravam ao longo do rio canoieiros que transportavam pessoas, objetos e mercadorias. E ainda, ao longo do século XX, o rio foi adquirindo outras feições, atreladas ao crescimento e desenvolvimento das cidades e dos modos de vida urbanos.

Ao longo do tempo, os usos múltiplos da água do Capibaribe têm causado sérios impactos ambientais, como: poluição das águas em decorrência do lançamento de esgotos domésticos e industriais sem tratamento adequado, acúmulo de resíduos sólidos, ocupação desordenada de suas margens por meio da devastação das matas ciliares e de manguezais, causando o assoreamento dos cursos d'água.

Diante desse cenário, algumas ações foram desenvolvidas visando contribuir para o resgate da importância e para a conservação e recuperação do rio Capibaribe, a exemplo da elaboração do PHA Capibaribe (PERNAMBUCO, 2010), o qual se refere a um planejamento

de médio e longo prazo, que pretende gerar informações a respeito da bacia, fazendo-se necessário o monitoramento sistemático ao longo do tempo, fazendo-se necessário o monitoramento sistemático ao longo do tempo.

O documento do PHA Capibaribe é composto de:

- Diagnóstico:

Volume I (Recursos Naturais).

Volume II (O Ambiente Natural), e

Volume III (Socioeconomia); Cenários Tendencial, Cenário Sustentável e Recomendações para um Cenário Sustentável;

- Planos de Investimentos:

Eixo I: Socioambiental; Eixo II: Infraestrutura Hídrica; Eixo III: Gestão de Recursos Hídricos; Distribuição dos Custos por Investimentos por Eixos Temáticos; e Cronograma de Implantação dos Planos de Investimentos.

Para acompanhar os cenários previstos no PHA Capibaribe, foram definidas variáveis (indicadores) que refletissem de alguma forma as temáticas ambiental, econômica e social:

- dimensão ambiental: expansão agrícola e qualidade da água.

- dimensão econômica: Produto Interno Bruto.

- dimensão social: Dinâmica Microrregional Demográfica e Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Natureza da pesquisa

A presente pesquisa é de natureza aplicada, uma vez que, de acordo com Santos e Candeloro (2006), associa um referencial teórico ao trabalho de campo de coleta de dados, visando o levantamento necessário ao enfrentamento do problema de pesquisa.

Neste sentido, adotou-se como estudo de caso a bacia hidrográfica do rio Capibaribe, em Pernambuco, buscando aprofundar o conhecimento da sua gestão de recursos hídricos. A escolha dessa bacia está relacionada a sua importância para o abastecimento de água da Região Metropolitana do Recife (RMR), além do papel no desenvolvimento econômico dos municípios inseridos na sua área.

Some-se a esses aspectos, o fato da bacia possuir um Plano Hidroambiental (PHA) elaborado em 2010, pela então Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco (SRH-PE), dando mais subsídios para a análise de desempenho hidroambiental.

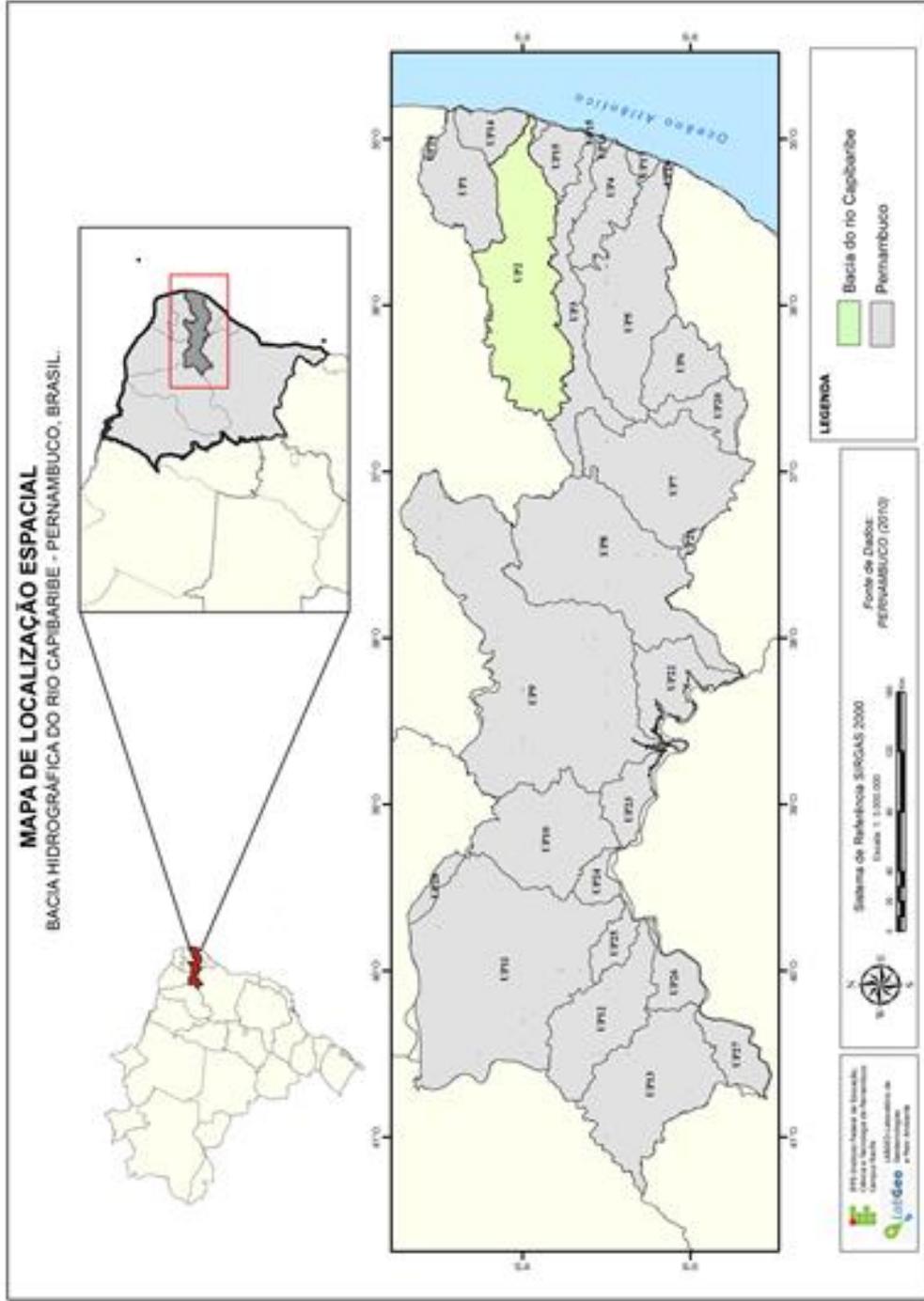
No que diz respeito ao método científico, a pesquisa se caracterizou como descritivo-exploratório. Sendo que, do ponto de vista descritivo, buscou-se descrever as características envolvidas na gestão de recursos hídricos voltadas para a sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas.

Ainda, escolheu-se uma abordagem teórico metodológica mista, que trabalha aspectos quantitativos e qualitativos, com base nas premissas de Santos e Candeloro (2006), os quais definiram a abordagem qualitativa como o levantamento de dados subjetivos, por meio da identificação de níveis de consciência da população estudada sobre informações pertinentes ao universo investigado, a partir de depoimento dos entrevistados, entrevista semiestruturada, estudo de caso, e grupos focais. Já a abordagem quantitativa, foi definida como o tratamento estatístico dos dados, através de tabulação com uso do Programa Excel.

### 3.2 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Capibaribe está localizada na porção Nordeste do estado de Pernambuco, entre 07° 41' 20" e 08° 19' 30" de latitude Sul, e 34° 51' 00" e 36° 41' 58" de longitude Oeste. Possui uma área de 7.451,93 km<sup>2</sup>, que representa 7,58% do território de Pernambuco (Figura 8).

Figura 8 – Localização da área objeto de estudo.



Fonte: LabGeo a partir de dados de PERNAMBUCO (2010).

Dentre as vinte e nove Unidades de Planejamento Hídrico (UPH) existentes em Pernambuco, a bacia hidrográfica do Rio Capibaribe, corresponde à Unidade de Planejamento Hídrico UP2.

O seu curso principal percorre cerca de 270 km até a sua foz na cidade de Recife, e é intermitente no seu alto e médio cursos, somente depois da cidade de Limoeiro, no seu baixo curso, é que se torna perene, passando por 42 municípios, dos quais 15 estão totalmente inseridos na bacia e 26 possuem sua sede na bacia (Quadro 14).

Quadro 14 – Municípios que integram a bacia do Capibaribe.

Município	Área na bacia (%)	Município	Área na bacia (%)	Município	Área na bacia (%)
Belo Jardim	5,50	Gravatá	3,22	Salgadinho	1,12
Bezerros	2,97	Jataúba*	9,57	Sanharó	0,08
Bom Jardim	0,73	João Alfredo	0,72	Santa Cruz do Capibaribe*	4,55
Brejo da Madre de Deus*	10,19	Lagoa do Carro	0,52	Santa Maria do Cambucá*	1,18
Camaragibe*	0,46	Lagoa de Itaenga*	0,76	São Caetano	0,17
Carpina*	4,02	Limoeiro	1,85	São Lourenço da Mata*	2,82
Caruaru	7,13	Moreno	0,21	Surubim*	3,44
Casinhas*	1,41	Passira*	4,57	Tacaimbó	0,35
Chã de Alegria*	0,66	Paudalho*	3,57	Taquaritinga do Norte*	5,96
Chã Grande	0,18	Pesqueira	0,05	Toritama*	0,41
Cumaru*	3,99	Poção	0,23	Tracunhaém*	0,14
Feira Nova*	1,42	Pombos*	2,04	Vertente do Lério*	0,94
Frei Miguelinho*	2,93	Recife*	0,92	Vertentes*	2,62
Glória do Goitá*	3,11	Riacho da Alma*	4,11	Vitória de Santo Antão*	2,71

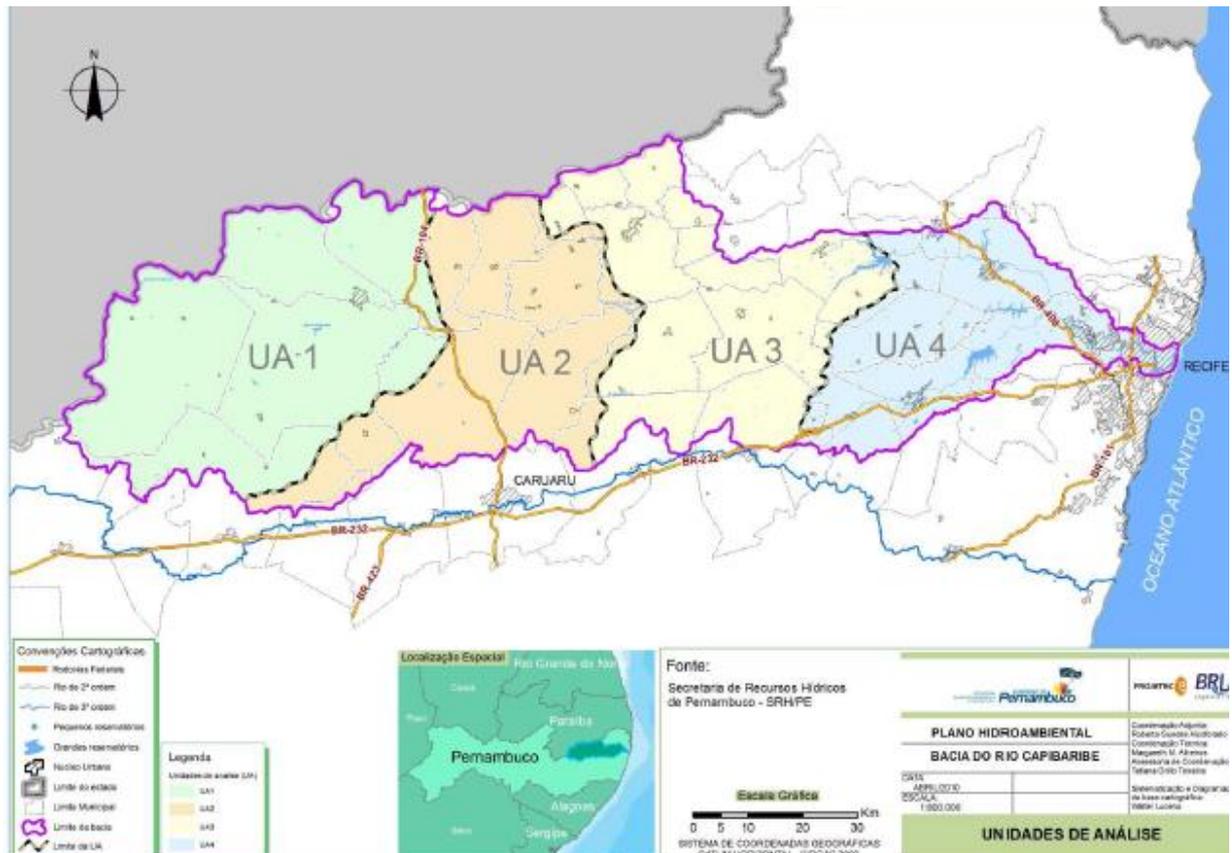
\*Município com sede urbana na bacia

Fonte: PERNAMBUCO (2010).

Sua rede hídrica tem como constituintes principais, pela margem direita, o Riacho Aldeia Velha, Riacho Tabocas, Riacho Carapotós, Rio Cachoeira, Riacho das Éguas, Riacho Cassatuba, Riacho Grota do Fernando, Rio Cotunguba, Riacho Goitá, Rio Tapacurá e muitos outros de menor porte e, pela margem esquerda, o Riacho Jundiá, Riacho do Pará, Riacho Tapera, Riacho do Arroz, Riacho da Topada, Riacho Caiá, Rio Camaragibe ou Bezouro, além de outros rios e riachos de pequeno porte (PERNAMBUCO, 2010).

Em 2002, estabeleceu-se a divisão da bacia do Capibaribe em quatro unidades de análise (UA) hídrica, no âmbito do Plano Diretor, elaborado em 2002 (Figura 9).

Figura 9 – Unidades de análise na bacia do Capibaribe.



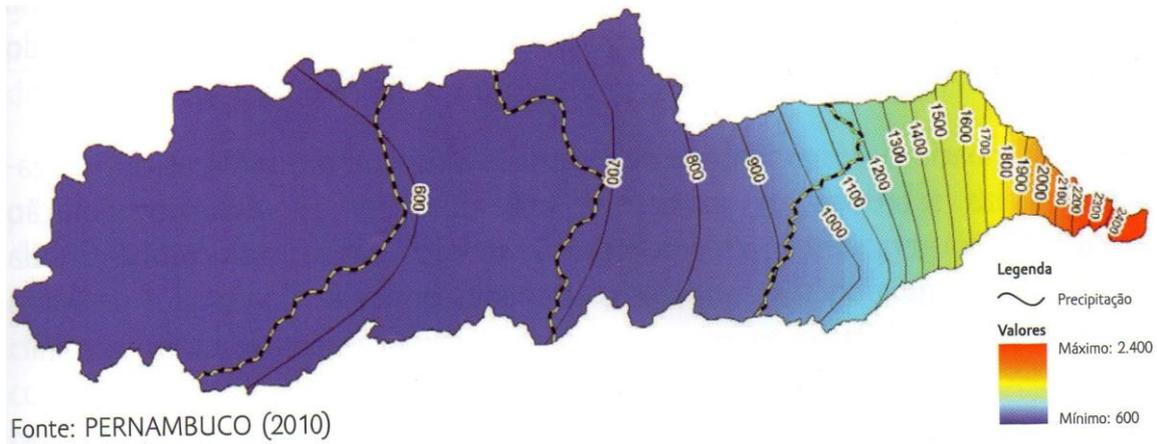
Fonte: Pernambuco (2010).

A tipologia climática na bacia recebe influência de dois sistemas meteorológicos de circulação atmosférica que produzem chuvas: zona de convergência intertropical (ZCIT) e as ondas de leste (SECTMA, 1998).

Conforme a classificação climática de Thornthwaite, o clima se apresenta diversificado na bacia, sendo do tipo úmido B2s em Recife e São Lourenço da Mata; sub úmido C2s entre os municípios de Glória do Goitá e Paudalho; seco sub úmido C1s em Carpina, e semiárido Dd a partir do município de Limoeiro até os limites do Alto Capibaribe (Reis e Lima, 1970).

As precipitações a qual a bacia do rio Capibaribe está submetida apresentam alta variabilidade, com valores entre 600 e 2400 mm ao ano, com um total anual médio de 1.133,59 mm, com um período crítico entre os meses de setembro a março (Figura 10).

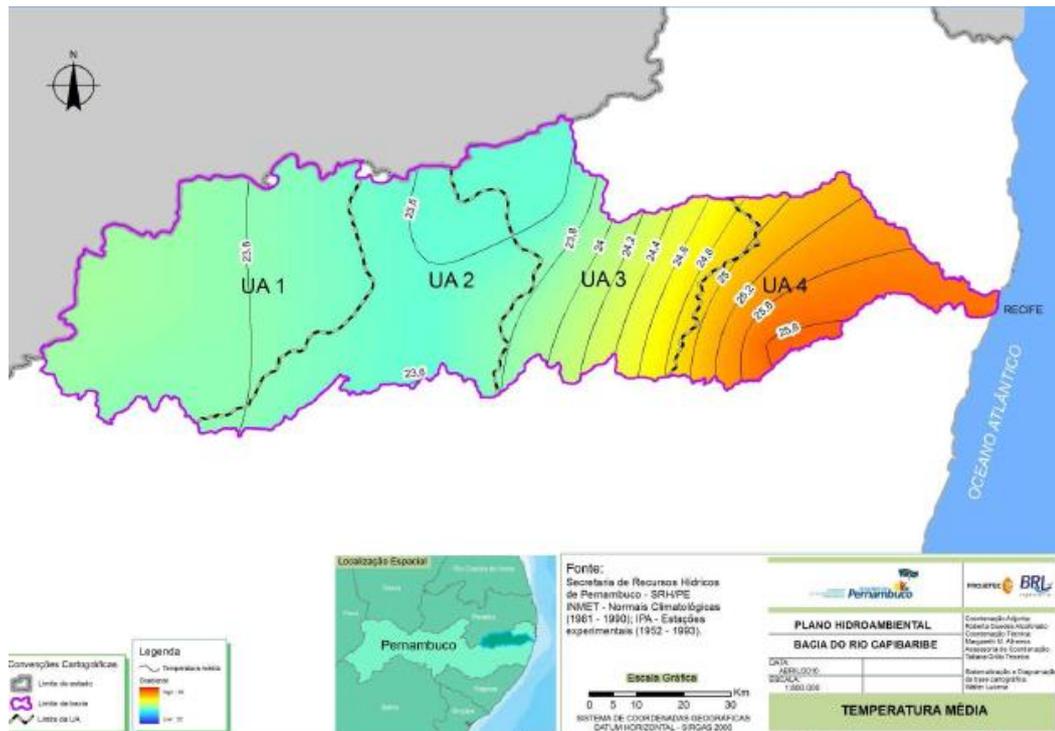
Figura 10 – Isoietas anuais médias (mm) na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: Pernambuco (2010).

A temperatura anual mínima varia de 16,90°C e 23,27°C. A temperatura média anual oscila entre 20,46°C e 26,14°C, e a temperatura máxima fica entre 25,50°C e 29,92°C (Figura 11).

Figura 11 – Isotermas anuais médias (°C) na bacia hidrográfica do Capibaribe.

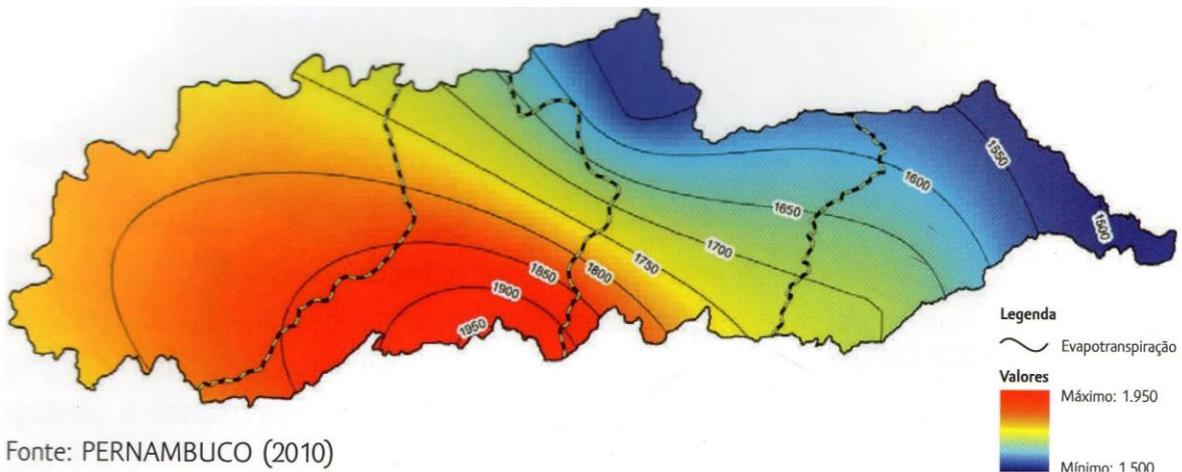


Fonte: Pernambuco (2010).

No decorrer do ano, as temperaturas na região apresentam um comportamento mensal médio semelhante, no qual é possível distinguir-se dois períodos: um aproximado entre os meses de abril e setembro, no qual são observadas as menores mensais médias térmicas, e o de outubro a março, no qual essas médias térmicas elevam-se, atingindo uma amplitude entre os menores e maiores valores observados em torno dos 7,5°C para as temperaturas mínimas, dos 7,00°C para as médias e dos 6,60°C para as temperaturas máximas (PERNAMBUCO, 2010).

De acordo com o mesmo autor, a variação evaporimétrica ao longo do ano apresenta dois períodos distintos, nos quais os valores mensais médios dos meses de abril a setembro compõem valores inferiores àqueles do período subsequente, ou seja, outubro de um ano a março do ano seguinte. Isso se deve às influências dos fenômenos da Zona de Convergência Intertropical e das Ondas de Perturbações do Leste que são os principais condicionantes das ocorrências chuvosas na região, provocando a diminuição da intensidade da evaporação, com o aumento da umidade relativa do ar, dentre outros fatores climáticos. Assim, a evapotranspiração potencial varia de 1700 a 1850mm na UA1, no sentido de Norte para Sul. A UA2 apresenta uma variação de 1600 a 1900mm, no mesmo sentido de crescimento. Na UA3 observa-se uma diminuição da evapotranspiração na medida que se aproxima do reservatório Carpina, atingindo um valor em torno de 1580mm. Finalmente, dentro da UA4 tem-se valores ca. de 1700mm na região sudeste, com uma diminuição em direção ao litoral, onde o valor cai para 1500mm (Figura 12).

Figura 12 – Isolinhas anuais médias de evapotranspiração potencial (mm) de Hargreaves na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: PERNAMBUCO (2010)

Fonte: Pernambuco (2010).

Essa característica de ocorrência de baixas precipitações e altas evapotranspiração em algumas regiões da bacia, leva à preocupação em relação ao fator de estresse hídrico na bacia, o qual se reflete no avanço da seca na região.

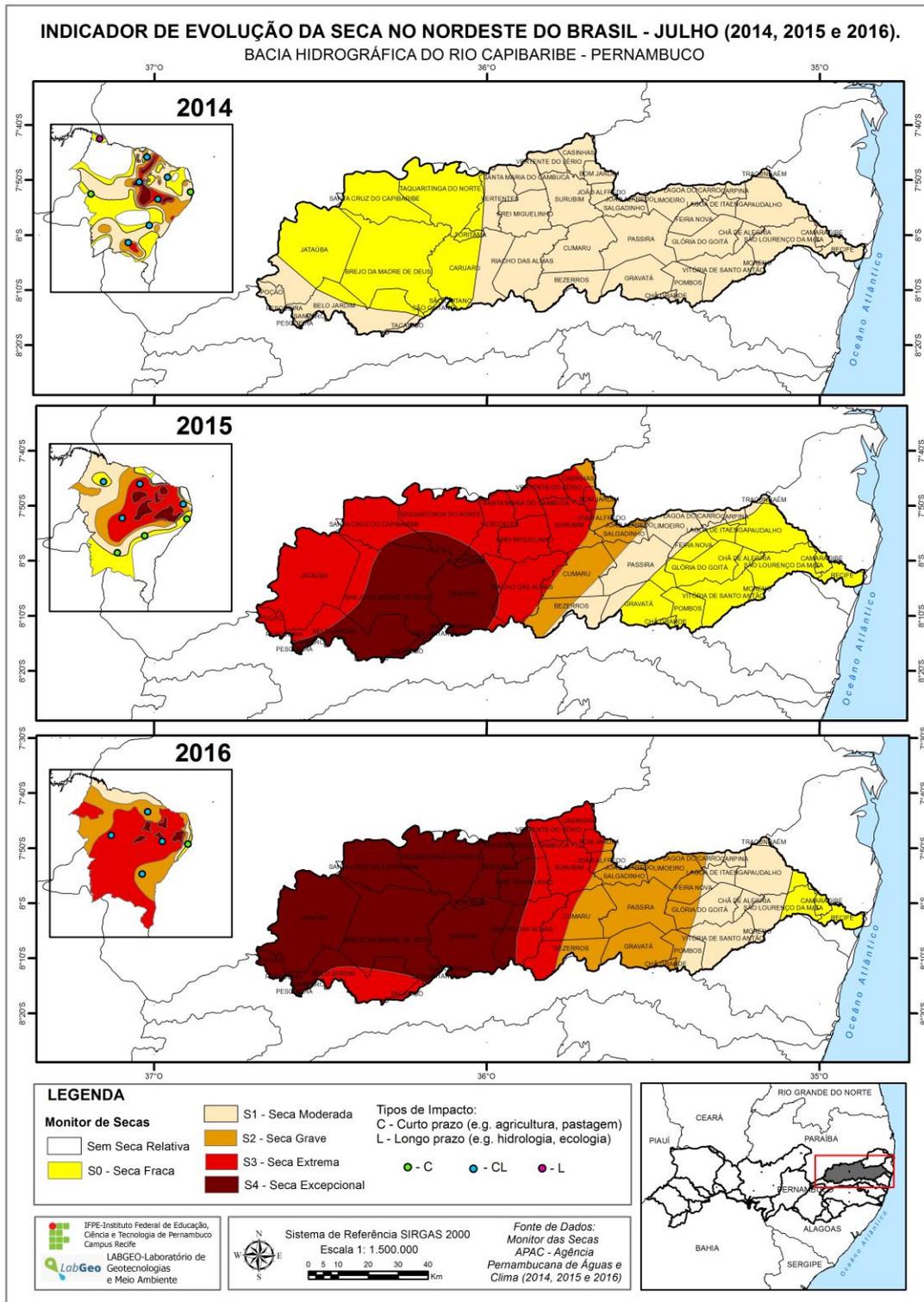
Neste contexto, a ANA vem acompanhando o indicador de evolução da seca, desde o ano de 2014, o qual tem sua importância para avaliar o avanço da escassez hídrica na região Nordeste, aspecto este que implica diretamente na disponibilidade hídrica para atender as necessidades das populações e disponibilizar informações para uma gestão hídrica mais integrada com a realidade regional, por meio do Programa Monitor das Secas (ANA, 2016).

De acordo com esse mesmo programa, a mudança mais significativa ficou com a expansão da área com seca excepcional (S4) nas mesorregiões do Sertão e Agreste. Mesmo assim, o predomínio continuou sendo de seca com intensidade extrema (S3) no Estado. Já as áreas com secas fraca (S0), moderada (S1) e grave (S2) na faixa das mesorregiões da Zona da Mata e Região Metropolitana do Recife tiveram poucas mudanças expressivas.

O programa também apontou que, os impactos da seca permaneceram de curto e longo prazo - CL em todo Sertão e Agreste, mas também tiveram um pequeno avanço pela Zona da Mata. Apenas numa estreita faixa ao longo do litoral pernambucano, abrangendo a mesorregião Metropolitana do Recife e parte da Zona da Mata, os impactos permaneceram de curto prazo – C (Figura13 e 14).

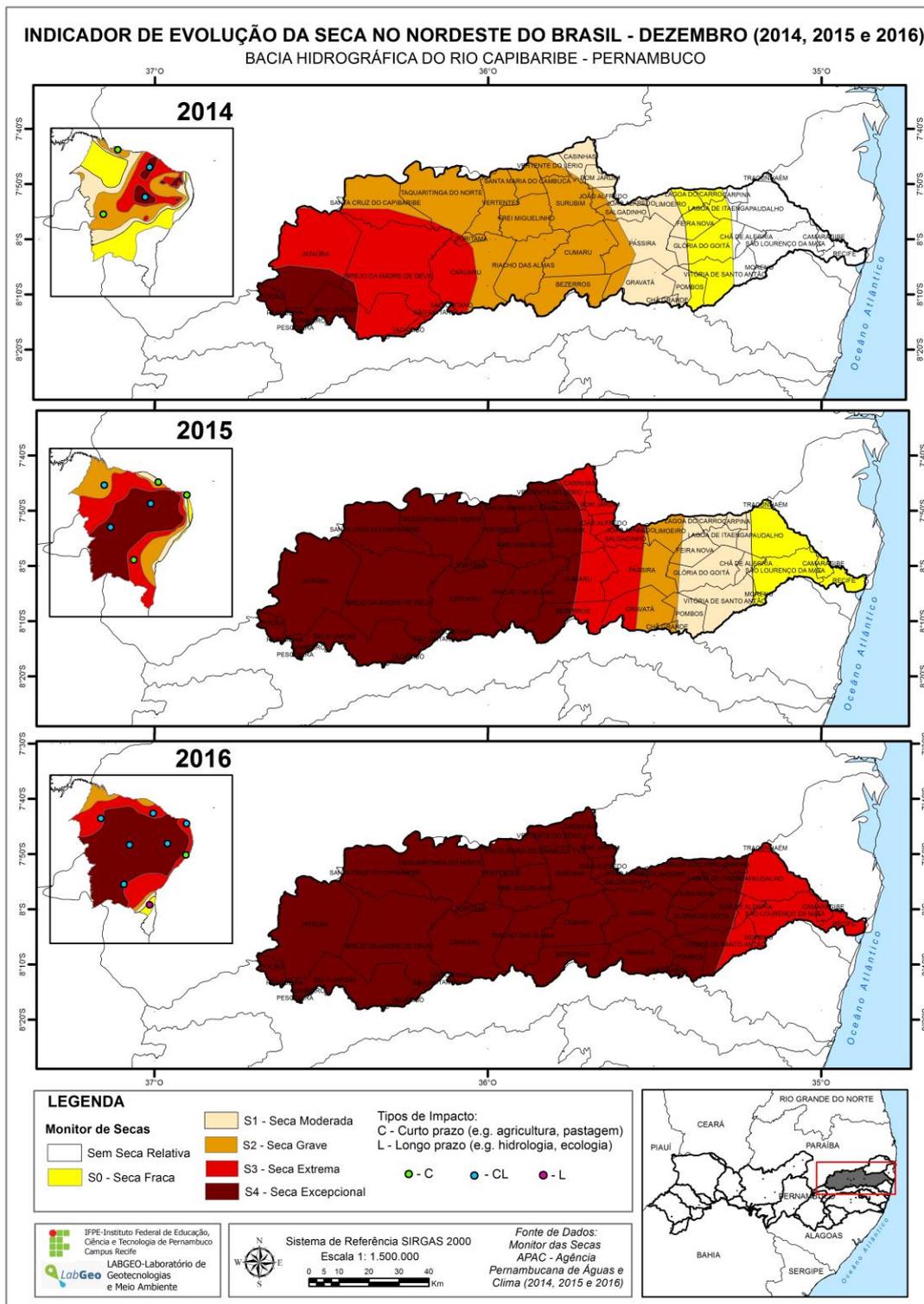
Esse cenário de seca prolongada vem causando graves danos para as comunidades atingidas, comprometendo o abastecimento público da população e o desenvolvimento das atividades econômicas.

Figura 13 – Indicador de evolução da seca nos municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe, para o período chuvoso, de 2014 a 2016.



Fonte: LabGeo a partir de dados de APAC (2016).

Figura 14 – Indicador de evolução da seca nos municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe, para o período seco, de 2014 a 2016.



Fonte: LabGeo a partir de dados de APAC (2016).



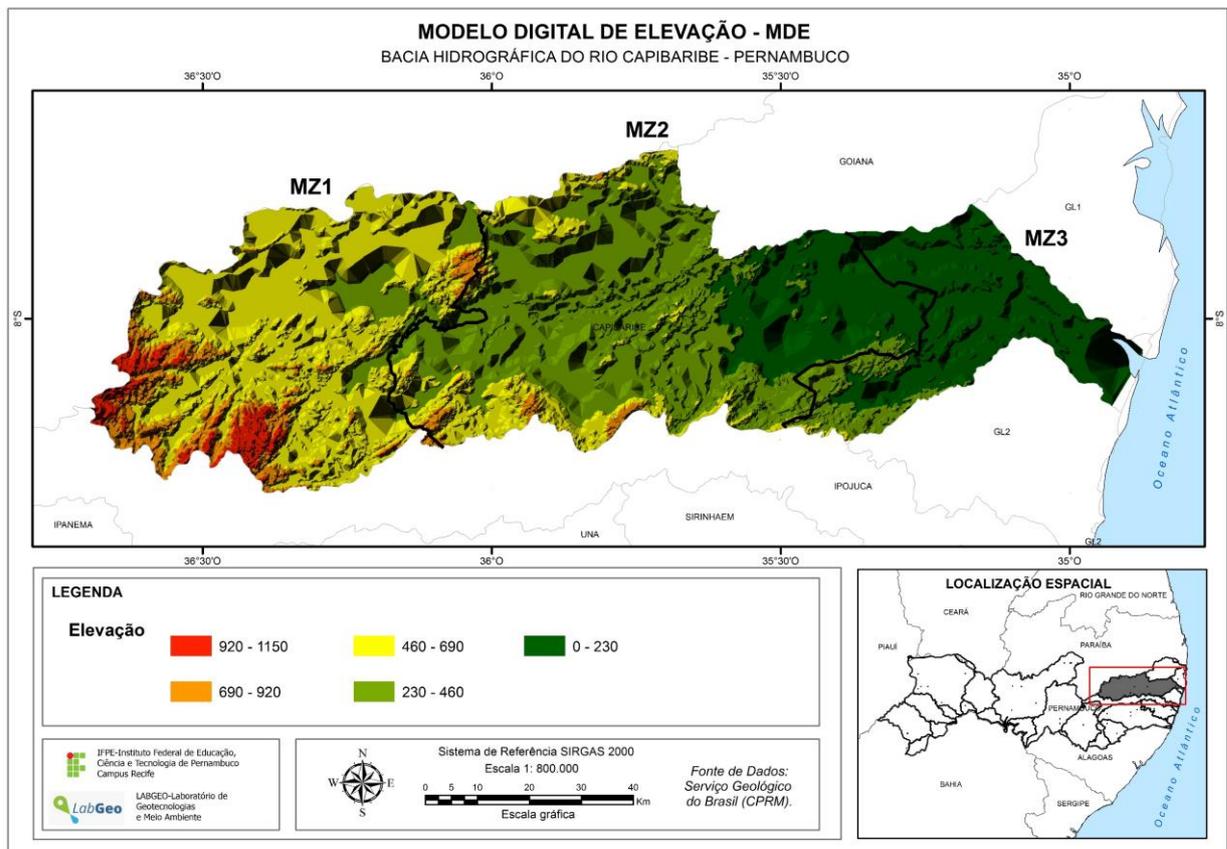
recursos hídricos nessas condições de não perenidade dos cursos de água deve ser realizado por meio da regularização de vazões, com reservatórios construídos em locais que minimizem a evaporação.

Com relação às características físicas, a bacia do rio Capibaribe reflete aspectos de sua abrangência em parte das regiões de desenvolvimento do Agreste Central, Agreste Setentrional, Mata Sul, Mata Norte e Litoral de Pernambuco.

Assim, a bacia possui uma pluralidade de formação de solos, onde estão presente o clima, a geologia, o relevo, o tempo e os seres vivos, predominando: Latossolos, Argilossolos, Luvisolos, Planossolos e Neossolos (CPRM, 2011).

O relevo da bacia apresenta altitudes que atingem cerca de 920m a 1150m no Alto Capibaribe, reduzindo a elevação para cerca de 230m na zona da Mata e chegando ao nível do mar na costa do litoral (Figura 16).

Figura 16 – Relevo da bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: LabGeo a partir de dados da CPRM (2016).

Segundo Lira, Pimentel e Santos (2013), parte do solo da bacia está composta por remanescentes de Caatinga, Mata Atlântica e ecossistemas de Manguezais e outra porção é reservada principalmente para o cultivo de cana de açúcar e policultura, como também ocupação urbana e industrial (Figura 17).

Figura 17 – Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: Pernambuco (2010).

A participação das classes de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Capibaribe em função do modo de ocupação da terra, podem ser observadas no Quadro 15.

Quadro 15 – Participação das classes de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Capibaribe

Classes	Classes do Manual	Classes de uso e ocupação do solo	Área (km <sup>2</sup> )	%
1	Áreas de vegetação natural	Vegetação arbórea	1.033,32	13,22
		Vegetação arbustiva arbórea densa	86,12	1,13
		Vegetação arbustiva arbórea aberta	1.478,70	19,48
		Vegetação arbustiva	1.706,25	22,48
		Não mapeável	-	-
2	Áreas antrópicas agrícolas	Campos Antrópicos	2.585,01	34,35
		Cana-de-açúcar	337,45	4,45
3	Áreas antrópicas não agrícolas	Áreas urbanas	237,95	3,14
4	Água (Corpos d'Água Continentais)	Reservatórios e rios	34,28	0,45

Fonte: PERNAMBUCO (2010).

Os principais conflitos pelo uso da água na bacia foram verificados no açude Carpina, sendo utilizado para controle de cheias, para abastecimento público e pesca. Também há registros de conflitos no município de Vitória de Santo Antão, em épocas de escassez, quando as captações dos irrigantes do riacho Natuba interferem em captação situada a jusante para o abastecimento público (PERNAMBUCO, 2010).

O Quadro 16 apresenta a capacidade de armazenamento dos principais reservatórios existentes na bacia hidrográfica do rio Capibaribe, cuja finalidade é atender as demandas, decorrentes dos múltiplos usos da água.

Quadro 16 – Principais reservatórios na bacia hidrográfica do rio Capibaribe.

RESERVATÓRIO	CAPACIDADE (m <sup>3</sup> )	MUNICÍPIO
Carpina	270.000.000	Lagoa do Itaenga/Lagoa do Carro
Cursai	13.000.000	Paudalho
Engenho Gercino Pontes (Tabocas)	13.600.000	Caruaru/Brejo da Madre de Deus
Goitá	52.000.000	Paudalho/São Lourenço da Mata
Jucazinho	327.035.818	Cumaru/Surubim
Machado	6.800.000	Brejo da Madre de Deus
Mateus Vieira	2.752.000	Taquaritinga do Norte
Matriz da Luz	1.250.000	Camaragibe
Oitis	3.020.159	Brejo da Madre de Deus
Poço Fundo	27.750.000	Brejo da Madre de Deus/Santa Cruz do Capibaribe
Sítio Piaça	1.167.924	Belo jardim
Tapacurá	94.200.000	São Lourenço da Mata
Várzea do Uma	11.568.010	São Lourenço da Mata

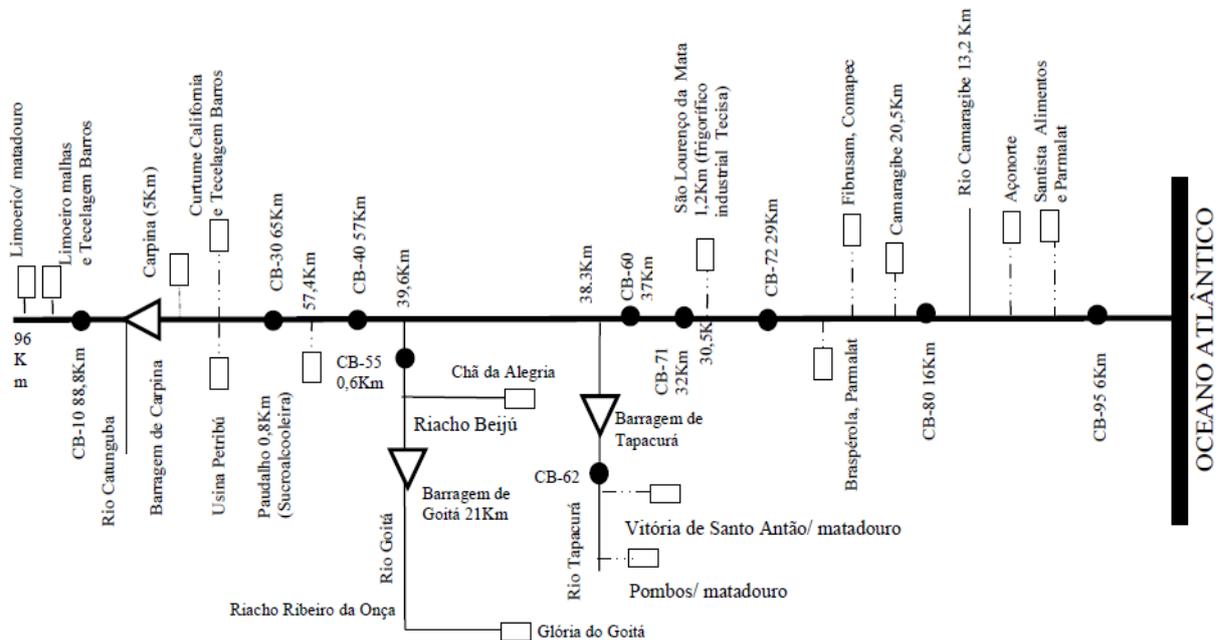
Fonte: APAC (2016).

O elevado nível de ocupação na bacia responde por problemas ambientais negativos decorrentes do uso intensivo dos solos, apontando-se o setor industrial, em especial o polo de confecções no Alto Capibaribe demandando fornecimento de água e com fortes impactos ambientais pelos efluentes dos processos de lavagem e destonagem de tecidos.

Além de uma cadeia produtiva sucroalcooleira, situada no trecho médio da bacia, gerando elevados volumes de efluentes, que apresentam como consequência a contaminação dos mananciais hídricos (Figura 18).

Figura 18 – Diagrama unifilar, com localização das principais fontes poluidoras na bacia do Capibaribe.

### Diagrama unifilar



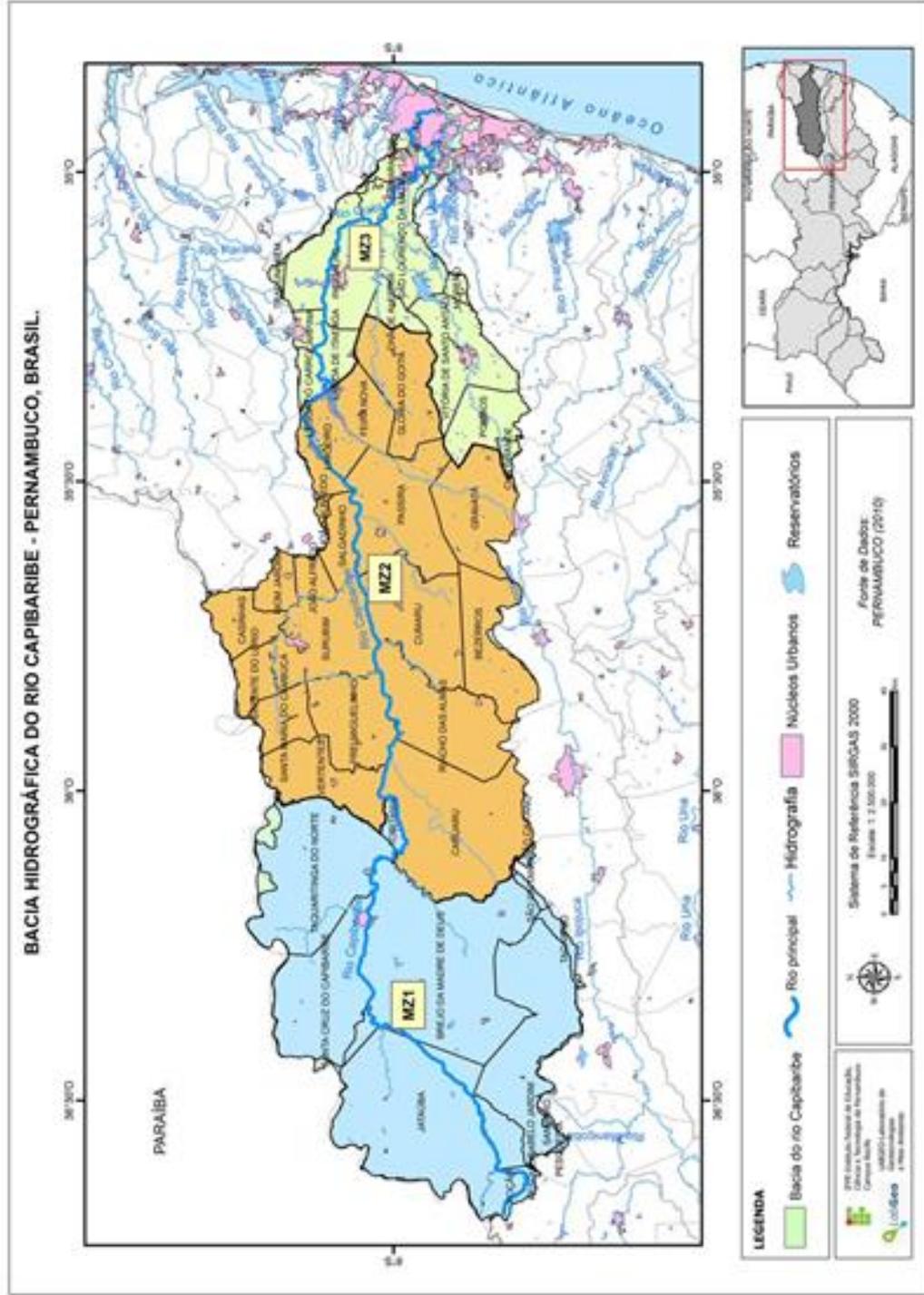
Fonte: CPRH (2010).

A partir da elaboração do PHA Capibaribe (2010), foi feita uma nova divisão da bacia do Capibaribe, de acordo com as semelhanças das suas características de disponibilidade hídrica, em três macrozonas, no âmbito do PHA Capibaribe:

- Alto Capibaribe (Macrozona 1 - MZ1), a montante da cidade de Toritama;
- Médio (Macrozona 2 - MZ2), entre as cidades de Toritama e Limoeiro; e
- Baixo Capibaribe (Macrozona - MZ3), situado entre Limoeiro e a cidade de Recife.

Esta divisão hídrica da bacia do Capibaribe foi adotada como unidades de análise no presente estudo (Figura 19).

Figura 19- Divisão de macrozonas na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: LabGeo a partir de PERNAMBUCO (2010).

No Quadro 17 são relacionados os municípios da bacia do Capibaribe de acordo com as respectivas macrozonas a que pertencem.

Quadro 17 – Municípios inseridos na bacia do Capibaribe de acordo com as macrozonas.

<b>Macrozonas</b>	<b>Município</b>
MZ 1	Belo Jardim
	Brejo da Madre de Deus
	Jataúba
	Pesqueira
	Poção
	Sanharó
	Santa Cruz do Capibaribe
	São Caitano
	Tacaimbó
	Taquaritinga do Norte
	Toritama
MZ 2	Bezerros
	Bom Jardim
	Caruaru
	Casinhas
	Cumarú
	Feira Nova
	Frei Miguelinho
	Glória do Goitá
	Gravatá
	João Alfredo
	Limoeiro
	Passira
	Riacho das Almas
	Salgadinho
	Santa Maria do Cambucá
	Surubim
	Vertente do Lério
Vertentes	
MZ 3	Camaragibe
	Carpina
	Chã de Alegria
	Chã Grande
	Lagoa do Carro
	Lagoa de Itaenga
	Moreno
	Paudalho
	Pombos
	Recife
	São Lourenço da Mata
	Tracunhaém
	Vitória de Santo Antão

Fonte: PERNAMBUCO (2010).

Os conflitos pelo uso da água e os impactos ambientais relativos as atividades ao longo de toda a bacia exigem especial atenção, requerendo uma gestão de recursos hídricos que pense a melhor forma de compatibilizar as demandas atuais e futuras de água para atender aos municípios, visando garantir uma boa qualidade de vida da população da bacia.

### **3.3 Procedimentos metodológicos**

Os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, consistiram em quatro principais etapas de investigação, as quais serão descritas a seguir.

Na primeira etapa procedeu-se o levantamento de dados secundários, composto pelo levantamento bibliográfico para estabelecer um panorama teórico que serviu de base para o entendimento dos conceitos básicos relacionados ao tema da pesquisa, para o delineamento metodológico e a análise e discussão dos resultados. Nessa etapa também realizou-se o levantamento de dados com consulta em fonte de dados oficiais.

A segunda etapa foi responsável pela construção da matriz de indicadores, a partir de consulta a comunidade, utilizando como estratégias: oficinas, entrevistas e formulário eletrônico. Também houve a participação em reuniões do CBH Capibaribe para contextualizar o processo de gestão participativa de recursos hídricos.

Passando-se a terceira etapa, procedeu-se a agregação de indicadores para proposição do Índice de Sustentabilidade Hidroambiental (ISHAB) em bacias hidrográficas.

#### **3.3.1 Levantamento de experiências de utilização de indicadores de desenvolvimento sustentável aplicados a gestão de recursos hídricos**

Esta etapa da pesquisa teve como base uma consulta na literatura disponível, o que levou ao levantamento das experiências de utilização de indicadores de desenvolvimento sustentável aplicados a gestão de recursos hídricos, em uma abordagem a nível global, nacional, regional e local, conforme relato detalhado na sessão 2 e o resumo das principais experiências identificadas na sessão 4 deste documento.

### 3.3.2 Avaliação do desempenho de indicadores propostos no Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe

Como primeiro exercício de avaliação hidroambiental na bacia do Capibaribe, optou-se pela avaliação de desempenho dos indicadores propostos no PHA Capibaribe, de acordo com os três cenários de análise: cenário atual (2010), cenário médio prazo (2015) e cenário a longo prazo (2025). Sendo que, o período de análise no presente estudo se referiu aos anos de 2010 e 2013, considerando 2013 como médio prazo, uma vez que, as fontes de dados oficiais ainda não apresentavam informações consolidadas para o ano de 2015 para todas as variáveis estudadas.

Neste sentido, realizou-se a pesquisa em banco de dados oficiais, com base em informações censitárias municipais, uma vez que é nessa escala que se encontra maior disponibilidade de dados ao longo do tempo (Quadro 18).

Quadro 18 – Indicadores no âmbito do Plano Hidroambiental do Capibaribe.

<b>Dimensão</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte de dados</b>
<b>Ambiental</b>	1-Expansão agrícola	Taxa de crescimento de área plantada na região, levando em consideração a maior disponibilidade de água e a degradação e redução da área de cobertura vegetal natural.	IBGE, BDE – PE (2010 e 2013)
	2- Qualidade da água	Estado de poluição das águas superficiais.	CPRH (2010 e 2013)
<b>Social</b>	3- Dinâmica Microrregional Demográfica (DMD)	Projeção do crescimento populacional para a região. Define a demanda por abastecimento de água, e dá uma melhor percepção dos desafios sociais, os quais são ampliados juntamente com o crescimento da população.	IBGE (2010 e 2013)
	4- Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)	O indicador possibilita o acompanhamento do desenvolvimento socioeconômico anual, com igual ponderação, das três principais áreas de desenvolvimento humano: Emprego e renda, Educação e Saúde	FIRJAN (2010 e 2013)
<b>Econômica</b>	5- Produto Interno Bruto (PIB)	Define o potencial de crescimento da demanda por abastecimento de água para uso produtivo, como define a capacidade de geração de negócios e portanto, oportunidades de criação de emprego e renda, fundamentais para o desenvolvimento da região.	IBGE (2010 e 2013)

Fonte: Elaborado pela autora (2016), a partir de dados do PHA Capibaribe (PERNAMBUCO, 2010), Base de Dados do Estado de Pernambuco (BDE – PE), Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) e Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN).

Ressalta-se que, a avaliação de desempenho do PHA para o período de 2010 e 2013 pode ser corroborada com a ideia de Guimarães (2008), a qual afirma que a avaliação da sustentabilidade nas diferentes dimensões social, econômica e ambiental deverá se dar ao longo do tempo, com a participação da sociedade civil na definição das metas propostas pelo gerenciamento do sistema político.

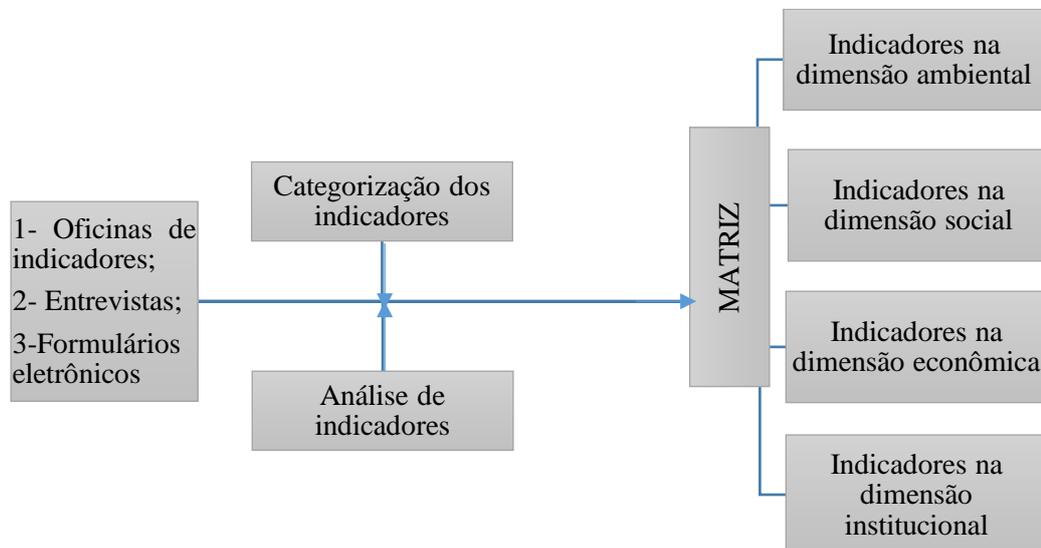
Visando uma melhor contextualização das informações levantadas para o período de estudo na bacia, lançou-se mão das anotações e observações realizadas durante reuniões do CBH Capibaribe, no período de 2010 a 2016, como membro titular deste organismo.

### 3.3.3 Definição de matriz de indicadores para avaliação da sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas

A construção da matriz de indicadores ocorreu a partir da consulta ao público alvo da bacia do Capibaribe, com posterior categorização e análise de dados (Figura 20).

O instrumento elaborado para levantamento da opinião dos atores locais foi o mesmo para as diferentes formas de abordagem, constando de uma matriz com indicação das dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, social, econômica e institucional, sendo solicitado que os participantes listassem os indicadores que achavam relevantes para a avaliação da sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas.

Figura 20 – Etapas desenvolvidas na definição de matriz de indicadores para avaliação da sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas.

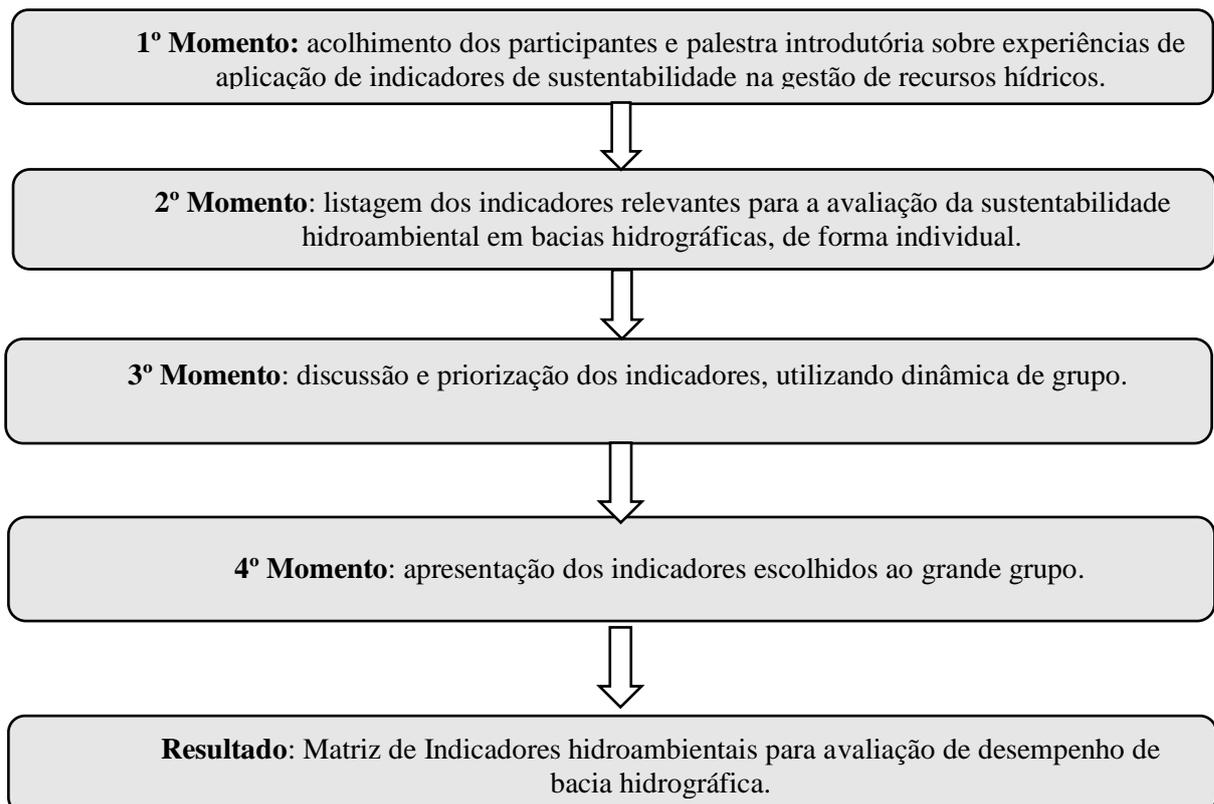


### 3.3.3.1 Dinâmica das oficinas de indicadores

Como material introdutório durante a realização das oficinas, foi apresentada uma série de slides com conceitos sobre indicadores, índices e experiências de uso de indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos, citando os seguintes autores: Magalhães Jr. et al. (2003), Sachs (2007), Bellen (2007), PERNAMBUCO (2010), IBGE (2015), ANA (2016), entre outros.

Para realização da dinâmica das oficinas, contou-se com uma equipe que trabalhou nas diferentes fases de planejamento, divulgação, realização e sistematização de dados, formada pela própria pesquisadora, além dos seguintes atores: três estudantes de Programa de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do IFPE; dois Tecnólogos em Gestão Ambiental voluntários; técnicos da APAC, pertencentes a Gerência de Apoio aos Organismos de Bacias Hidrográficas (GAOB), responsáveis pelo apoio logístico; membros da Diretoria do CBH Capibaribe; e técnicos de instituições estaduais e municipais que disponibilizaram os espaços físicos (Figura 21).

Figura 21 – Dinâmica das Oficinas de indicadores de sustentabilidade hidroambiental na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: A autora (2016).

As oficinas foram realizadas nas regiões do Alto, Médio e Baixo Capibaribe. Sendo que, inicialmente, foram voltadas ao público de membros do CBH Capibaribe, o qual é composto pelo número de 35 membros eleitos (nove membros da sociedade civil, 15 membros do poder público e 11 membros dos usuários de recursos hídricos (Quadro 19).

Registra-se que, a partir de divulgação das oficinas, outras pessoas, além de membros do CBH Capibaribe, também compareceram aos eventos, sendo as mesmas acolhidas na dinâmica de trabalho.

Quadro 19 – Participação das Oficinas de Indicadores Hidroambientais na bacia do Capibaribe.

<b>Data</b>	<b>Local</b>	<b>Participantes</b>	<b>Segmento/entidades</b>
			<b>MEMBROS DO CBH</b>
I OFICINA 12/07/2016	Recife SEMAS	3	- Entidade Civil: Associação Fazenda Fieza de Educação Ambiental, UFRPE, Associação Terra Lumens.
		5	- Poder Público: IBAMA, SMAS- Prefeitura de Recife (2), SEMAS, Prefeitura Municipal de Vertentes.
		0	- Usuário de Recursos Hídricos.
			<b>PÚBLICO EM GERAL</b>
		24	- APAC (técnicos da GAOB/outros setores), IFPE, SEMAS, UFPE, PRORURAL, SEAF/SARA, FUNDAJ, SECID/CRH-PE, APEVISA.
		TOTAL: 32	
			<b>MEMBROS DO CBH</b>
II OFICINA 09/08/2016	Santa Cruz Capibaribe SEDUC	1	- Entidade Civil: UFPRE.
		1	- Poder Público: Prefeitura Municipal de Recife
		0	- Segmento Usuário de Recursos Hídricos
			<b>PÚBLICO EM GERAL</b>
		23	- Associação Fazenda Fieza de Educação Ambiental, CMDRS, UNIFAVIP - Ipojuca, SEDUC/Coord. Da Mulher/Secretaria Agricultura/Santa Cruz Capibaribe, SERTA, ANE, Escola Municipal Vereador C. Ramos de Lima, SEE/UFCG, CMORS/CONDEMA/Brejo da Madre de Deus, APEVISA/SES, APAC, IPA, IFPE, Prefeitura de Poção, Sementeira Jequitibá, Associação de Poção.
		TOTAL: 25	
			<b>MEMBROS DO CBH</b>
III OFICINA 19/09/2016	Auditório/Pá- tio da Feira Paudalho	1	- Segmento Entidade Civil: UFPRE.
		1	- Segmento do Poder Público: Prefeitura de Paudalho.
		0	- Segmento Usuário de Recursos Hídricos.
			<b>PÚBLICO EM GERAL</b>
		11	- SEDEAMA/SEDUC/Coord. Mulher/Prefeitura Municipal de Paudalho (5), CPRH/NMTA, UNCUIYO-AR, UPE (estudantes), APAC, COMPESA.
		TOTAL: 13	
TOTAL GERAL DE PARTICIPANTES: 70			

Fonte: A autora (2016).

### 3.3.3.2 Realização de entrevistas

Foram realizadas entrevistas com alguns membros do CBH Capibaribe, gestores e especialistas em gestão de recursos hídricos, apresentado o mesmo material introdutório utilizado durante as oficinas, explanando sobre conceitos gerais de indicadores, índices e experiências de uso de indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos, citando os seguintes autores: Magalhães Jr. et. al. (2003), Sachs (2007), Bellen (2007), PERNAMBUCO (2010), IBGE (2015), ANA (2016), entre outros.

### 3.3.3.3 Envio de formulário eletrônico

Na tentativa de abranger um maior número de participantes na pesquisa, foi elaborado formulário eletrônico com matriz para escolha de indicadores e enviado para um grupo de gestores de recursos hídricos locais, em número de 10 participantes pertencentes ao quadro da APAC.

Nessa ocasião, também foi enviada junto com o formulário eletrônico um arquivo contendo a apresentação de material introdutório, o qual foi utilizado durante as oficinas, explanando sobre conceitos gerais de indicadores, índices e experiências de uso de indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos.

### 3.3.3.4 Categorização dos indicadores

Após o levantamento de indicadores prioritários por meio das oficinas, entrevistas e formulários eletrônicos, foi feita a análise dos dados obtidos, visando a categorização dos indicadores de acordo com o referencial teórico adotado na pesquisa, quanto as dimensões (ambiental, social, econômica e institucional) e respectivos temas propostos no sistema de IDS (IBGE, 2015).

Na definição de matriz de indicadores para avaliar as condições de sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas, se considerou os seguintes aspectos:

- relevância dos indicadores: frequência com que foram citados nas oficinas pelos atores locais da bacia estudada.

- disponibilidade: cobertura e atualidade dos dados, permitindo comparações temporais.

Também, foram observados os critérios apontados por Bellen (2009) para a definição de indicadores de sustentabilidade, que indica alguns passos a serem observados:

- a dimensão ou escopo: ambiental, econômica, cultural, social, institucional;
- o campo de aplicação ou esfera: global, regional, local;
- os dados que a ferramenta utiliza: qualitativos e/ou quantitativos, além de apresentar o seu nível de agregação, indicadores ou índices;
- a participação dos diferentes atores sociais na elaboração do sistema: *top-down* (especialista e pesquisador) ou *bottom-up* (público-alvo);
- a interface: facilidade em se interpretarem os dados para as tomadas de decisão.

Ainda, considerou-se as informações levantadas em reuniões no âmbito do Intercâmbio na UNCUYO, Argentina, realizada com Grupo de Pesquisa do Centro Científico Tecnológico/Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (CONICET/IADISA), no contexto do Projeto Vulnerability to Climate Extremes in the Américas (VACEA). O sistema de indicadores desenvolvido neste projeto incorpora elementos sociais locais, ao conjunto de indicadores relacionados aos recursos naturais e dados censitários mais conhecidos.

Na sequência foi feita uma análise dos indicadores identificados no presente estudo, tendo como suporte as experiências já desenvolvidas para aplicação de indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos, buscando identificar semelhanças e divergências.

Vale ressaltar que de acordo com Carvalho (2009), a análise ambiental tem assinalado para frequente dificuldade, uma vez que as problemáticas pesquisadas e suas variáveis são múltiplas e multifacetadas, tornando-se necessário inovar tanto no que se refere à forma de atuar como ao método adotado, presumindo e agregando pensamentos e práticas metodológicas multidisciplinares e interdisciplinares.

Estas considerações se aplicam as características do presente estudo, uma vez que se adotou uma investigação de indicadores de sustentabilidade em quatro dimensões (ambiental, social, econômica e institucional), o que só foi possível por meio da integração de diferentes áreas de conhecimento.

Destaca-se que, após a coleta e tabulação dos dados dos indicadores por município, procedeu-se a elaboração de mapas temáticos abrangendo as informações levantadas no acompanhamento do PHA Capibaribe e também, para demais indicadores escolhidos posteriormente, a partir dos resultados das oficinas, entrevistas e formulário eletrônico.

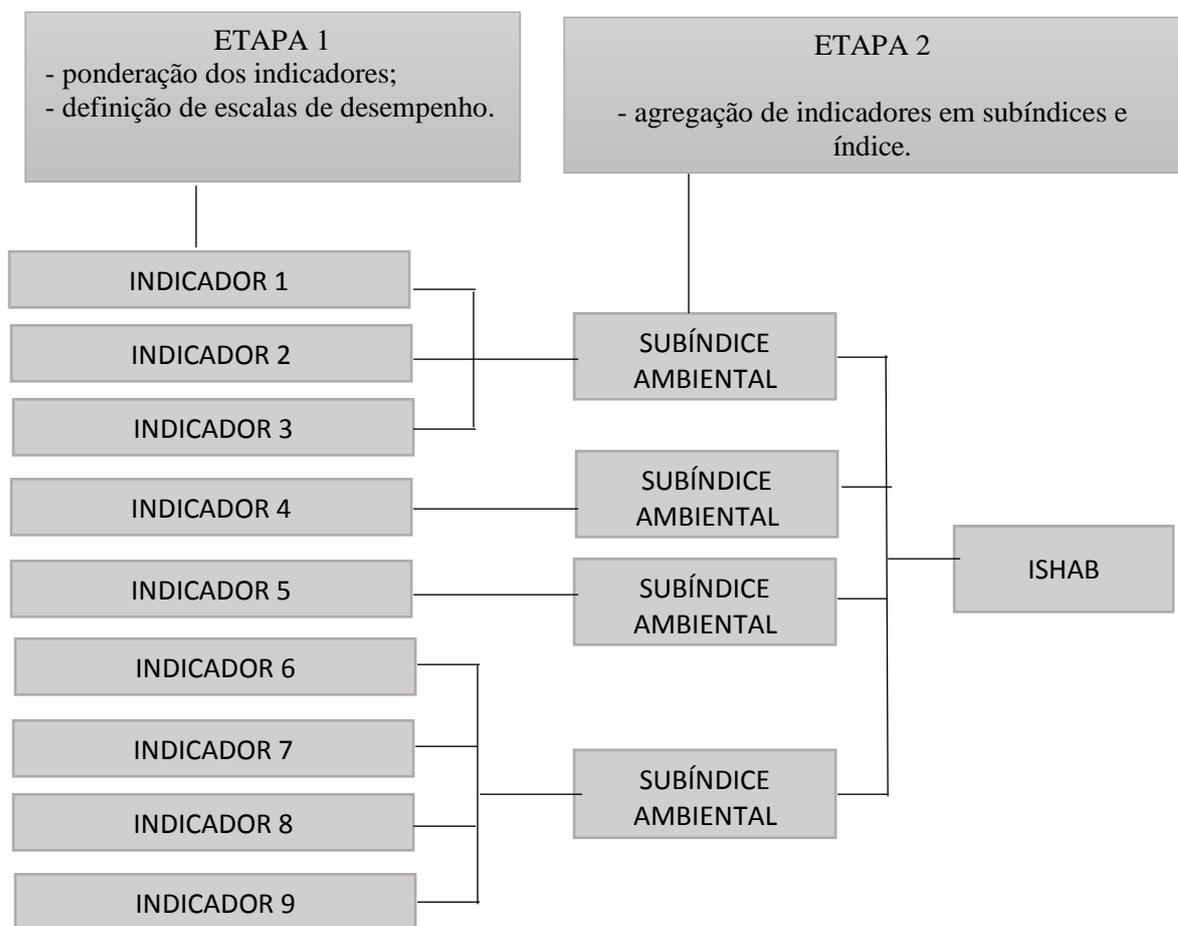
Neste sentido, utilizou-se ferramenta de Sistema de Informação Geográfica (SIG), visando uma melhor visualização espacial das informações a nível dos municípios inseridos na bacia, facilitando também, a análise comparativa para os marcos temporais de 2010 e 2013.

Os mapas foram elaborados por equipe do Laboratório de Tecnologias e Meio Ambiente (LabGeo) do IFPE, utilizando o software ArcGIS desktop – aplicativo ArcMAP versão 10.4 da empresa Americana *Esri (Environmental Systems Research Institute)*, licenciado pelo IFPE - Campus Recife.

### 3.3.4 Proposição de Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacias Hidrográficas (ISHAB)

A construção do ISHAB para avaliação da sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas tomou como ponto de partida a matriz de indicadores definida em etapa anterior, desenvolvendo-se duas etapas subsequentes, conforme esquema apresentado na Figura 22.

Figura 22 – Etapas de construção do ISHAB.



Fonte: A autora (2016).

### 3.3.4.1 - Ponderação dos indicadores para avaliação hidroambiental em bacias hidrográficas

A partir da análise estatística dos valores obtidos para os indicadores na escala municipal, se identificou a necessidade de se atribuir pesos de acordo com a área que o município ocupa na respectiva macrozona onde se insere e também, a nível de bacia.

Isso se deu, uma vez que, observou-se que para um mesmo indicador ocorria grande variação no valor da área dos 42 municípios inseridos na bacia (0,4% a 100%).

Neste sentido, desenvolveu-se, no presente estudo, os critérios para o cálculo da contribuição do indicador na macrozona (CIM) e da contribuição do indicador na bacia (CIB), conforme as expressões 1, 2, 3 e 4:

- Cálculo do CIM:

$$CIM(\%) = \left[ \frac{(IN)(W1)}{\sum_{i=1}^n (IN)(W1)} \right] \times 100 \quad (1)$$

Em que: CIM (%) = contribuição do indicador na macrozona

IN = valor do indicador.

W1 = peso em relação a área do município na macrozona.

n = número de municípios na macrozona.

- Cálculo do W1:

$$W1 = \frac{\text{área do município na macrozona}}{\sum_{i=1}^n \text{área municípios na macrozona}} \quad (2)$$

- Cálculo do CIB:

$$CIB(\%) = \left[ \frac{(IN)(W2)}{\sum_{i=1}^n (IN)(W2)} \right] \times 100 \quad (3)$$

Em que: CIB (%) = contribuição do indicador na bacia

IN = valor do indicador.

W2 = peso em relação a área do município na bacia.

n = número de municípios na bacia.

- Cálculo do W2:

$$W2 = \frac{\text{área do município na bacia}}{\sum_{i=1}^n \text{área municípios na bacia}} \quad (4)$$

Após o cálculo da CIM e CIB para cada indicador, foi possível uma análise mais detalhada da influência dos indicadores, de forma a retratar a realidade do seu desempenho na macrozona e/ou bacia hidrográfica.

Também foi utilizado outro critério de análise, em função do município possuir sede ou não na bacia, pois isto implicaria diretamente no desempenho dos indicadores, uma vez que, a concentração de população exerce maior pressão por serviços de infraestrutura sanitária básica.

Destaca-se que os indicadores de saneamento básico se relacionam diretamente com o indicador social de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e assim, determinante na promoção da qualidade de vida da população.

Por outro lado, nas áreas mais urbanizadas dos municípios se encontra uma maior oferta de empregos, o que proporciona uma maior renda da população e maior PIB per capita. Ressalta-se assim, a alta correlação entre os indicadores nas diferentes dimensões, o que exige uma análise integrada dos mesmos para uma melhor avaliação da sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas.

#### 3.3.4.2 Agregação dos indicadores em subíndices

Na sequência, foi feita a agregação dos indicadores em subíndices, visando analisar o desempenho desses de acordo com cada dimensão do desenvolvimento sustentável (ambiental, social, econômica e institucional).

Destaca-se que essa agregação é importante, no sentido de permitir o estudo e divulgação de resultados parciais, por dimensões da sustentabilidade, haja vista que, o levantamento de dados das variáveis adotadas como indicadores, nem sempre apresentam a mesma velocidade de obtenção de dados, em função da sua disponibilidade ao longo do tempo.

A agregação dos indicadores em subíndices se deu por meio do cálculo da média aritmética dos valores atribuídos aos indicadores, de acordo com as dimensões específicas (Equação 5):

$$\text{SUB(dimensão) (\%)} = \frac{\text{IN1} + \text{IN2} + \dots + \text{INn}}{n} \quad (5)$$

Em que: SUB(dimensão) (%) = subíndice para cada dimensão de sustentabilidade.

IN = valor do indicador

n = número de indicadores para cada dimensão de sustentabilidade.

### 3.3.4.3 Agregação dos subíndices para obtenção do ISHAB

Na construção do ISHAB definiu-se quatro modelos de agregação dos subíndices, visando simulações que permitissem variadas análises de ponderações de acordo com as diferentes dimensões de sustentabilidade (expressões 6 a 9):

$$\text{- Modelo 1: ISHAB1} = (\text{SUB1} + \text{SUB2} + \text{SUB} + \text{SUBn}) * 0,25 \quad (6)$$

$$\text{- Modelo 2: ISHAB2} = \text{SUB1} * 0,40 + \text{SUB2} * 0,20 + \text{SUB3} * 0,20 + \text{SUBn} * 0,20 \quad (7)$$

$$\text{- Modelo 3: ISHAB3: } \text{SUB1} * 0,40 + \text{SUB2} * 0,30 + \text{SUB3} * 0,15 + \text{SUBn} * 0,15 \quad (8)$$

$$\text{- Modelo 4: } \text{SUB1} * 0,50 + \text{SUB2} * 0,30 + \text{SUB3} * 0,10 + \text{SUBn} * 0,10 \quad (9)$$

Importante registrar que, os modelos acima foram estabelecidos conforme o número de dimensões de sustentabilidade adotados no presente estudo, que foi de quatro (ambiental, social, econômica e institucional). Sendo que, no caso da aplicação do método para uma menor ou maior quantidade de dimensões, será necessária uma adequação dos pesos.

### 3.3.4.4 - Definição de escalas de desempenho

Foram definidas escalas parciais de desempenho baseada na convenção estabelecida para avaliação do IDHM, na qual um critério define o posicionamento de cada indicador em 5 (cinco) graus.

Para os indicadores ambientais, social e econômico se utilizou uma escala, cujos valores variam de 0% a 100%, sendo quanto mais próximo de 100 %, melhor o desempenho (Quadro 20).

Quadro 20 – Escala parcial para classificação de indicadores quantitativos.

<b>Grau</b>	<b>Descrição</b>	<b>Escala IN (%)</b>
Muito Alto	O indicador representa uma situação ótima de desempenho	$IN \geq 80$
Alto	O indicador representa uma situação boa de desempenho	$70 \leq IN \leq 79,99$
Médio	O indicador representa uma situação regular de desempenho	$60 \leq IN \leq 69,99$
Baixo	O indicador representa uma situação deficiente de desempenho	$50 \leq IN \leq 59,99$
Muito Baixo	O indicador representa uma situação indesejável de desempenho	$IN \leq 49,99$

Indicador = IN. Fonte: A autora (2016).

Na sequência, elaborou-se a escala global para a avaliação dos subíndices, obtidos pela soma dos indicadores de cada dimensão, cujos valores variam de 0 a 100 % (Quadro 21).

Quadro 21 – Escala global para os subíndices ambientais, sociais e econômicos.

<b>Grau</b>	<b>Descrição</b>	<b>Escala SUB (%)</b>
Muito Alto	O subíndice representa uma situação ótima de desempenho	$IN \geq 80$
Alto	O subíndice representa uma situação boa de desempenho	$70 \leq IN \leq 79,99$
Médio	O subíndice representa uma situação regular de desempenho	$60 \leq IN \leq 69,90$
Baixo	O subíndice representa uma situação baixa de desempenho	$50 \leq IN \leq 59,99$
Muito Baixo	O subíndice representa uma situação deficiente de desempenho	$IN \leq 49,99$

Indicador = IN. Fonte: A autora (2016).

Em relação aos indicadores institucionais, os mesmos estão relacionados a implementação de instrumentos da PNRH, e a escala de desempenho parcial foi estabelecida a partir da definição de possíveis estágios da sua implementação na bacia.

Nesta etapa de procedimento metodológico, tomou-se como referência o sistema de avaliação de Campos et al. (2014), o qual dentre as experiências levantadas de aplicação de indicadores de sustentabilidade a gestão de recursos hídricos, foi a que abordou essa dimensão, (Quadro 22). Registra-se que foram feitas algumas adaptações, no sentido de abranger um número maior de indicadores.

Quadro 22 – Escala parcial para classificação de indicadores institucionais.

<b>Grau</b>	<b>Descrição</b>	<b>Escala IN (%)</b>
	<b>Comitê de Bacia Hidrográfica</b>	
Muito Alto	Comitê atuando há mais de 5 anos, com boa articulação para a solução de problemas na bacia	$IN \geq 80$
Alto	Comitê atuando até 5 anos e boa articulação para a solução de problemas na bacia	$70 \leq IN \leq 79,99$
Médio	Comitê atuando até 5 anos e baixa articulação para a solução de problemas na bacia	$60 \leq IN \leq 69,99$
Baixo	Comitê proposto em lei, em processo de instalação	$50 \leq IN \leq 59,99$
Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de implantação de comitê na bacia	$IN \leq 49,99$
	<b>Outorga</b>	
Muito Alto	Outorga implantada há mais de 5 anos, e alta redução do consumo de água	$IN \geq 80$
Alto	Outorga implantada há mais de 5 anos, e média redução do consumo de água	$70 \leq IN \leq 79,99$
Médio	Outorga implantada até 5 anos, e baixa redução do consumo de água	$60 \leq IN \leq 69,99$
Baixo	Outorga em estudo ou proposta em lei, em processo de implantação	$50 \leq IN \leq 59,99$
Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de implantação da cobrança na bacia	$IN \leq 49,99$
	<b>Cobrança</b>	
Muito Alto	Cobrança implantada há mais de 5 anos, boa arrecadação e alto grau de desenvolvimento da bacia	$IN \geq 80$
Alto	Cobrança implantada há até 5 anos, média arrecadação e médio grau de desenvolvimento da bacia	$70 \leq IN \leq 79,99$
Médio	Cobrança implantada há até 5 anos, baixa arrecadação e baixo grau de desenvolvimento da bacia	$60 \leq IN \leq 69,99$
Baixo	Cobrança em estudo ou proposta em lei, em processo de implantação	$50 \leq IN \leq 59,99$
Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de implantação da cobrança na bacia	$IN \leq 49,99$
	<b>Enquadramento</b>	
Muito Alto	Enquadramento implantado há mais de 5 anos, boa eficiência na fiscalização	$IN \geq 80$
Alto	Enquadramento implantado há até 5 anos, média eficiência na fiscalização	$70 \leq IN \leq 79,99$
Médio	Enquadramento implantado há até 5 anos, baixa eficiência na fiscalização	$60 \leq IN \leq 69,99$
Baixo	Enquadramento em estudo ou proposto em lei, em processo de implantação	$50 \leq IN \leq 59,99$
Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de implantação na bacia	$IN \leq 49,99$

Indicador = IN. Fonte: A autora (2016).

Para obtenção do subíndice na dimensão institucional foi elaborada uma escala global, envolvendo a integração do desempenho dos indicadores (Quadro 23).

Quadro 23 – Escala global para o subíndice de indicadores institucionais.

<b>Grau</b>	<b>União dos Indicadores</b>	<b>Escala SUB (%)</b>
Muito Alto	Comitê, outorga, cobrança e enquadramento implantados há mais de 5 anos, em pleno funcionamento na bacia, gerando alta redução da demanda de água.	$IN \geq 80$
Alto	Comitê, outorga, cobrança e enquadramento (um, ou mais, dos quatro) atuando há alguns anos, com médio funcionamento na bacia, gerando baixa redução da demanda de água.	$70 \leq IN \leq 79,99$
Médio	Comitê, outorga, cobrança e enquadramento (um, ou mais, dos quatro) atuando há alguns anos, porém com problemas no funcionamento	$60 \leq IN \leq 69,99$
Baixo	Comitê, outorga, cobrança e enquadramento (um, ou mais, dos três) propostos em lei, em processo de instalação.	$50 \leq IN \leq 59,99$
Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de aplicação de (um, ou mais, dos quatro) comitê, outorga, cobrança e enquadramento na bacia.	$IN \leq 49,99$

Indicador = IN. Fonte: A autora (2016).

Para a avaliação de desempenho do ISHAB foi elaborada uma escala de classificação, na qual o resultado do índice assume um posicionamento, cujos valores variam de 0 a 100%, sendo quanto mais próximo de 100 %, melhor será o desempenho (Quadro 24).

Quadro 24 – Escala para classificação do ISHAB.

<b>Grau</b>	<b>Descrição</b>	<b>ESCALA ISHAB (%)</b>
Muito Alto	O índice representa uma situação ótima de desempenho	$IN \geq 80$
Alto	O índice representa uma situação boa de desempenho	$70 \leq IN \leq 79,99$
Médio	O índice representa uma situação regular de desempenho	$60 \leq IN \leq 69,99$
Baixo	O índice representa uma situação baixa de desempenho	$50 \leq IN \leq 59,99$
Muito Baixo	O índice representa uma situação deficiente de desempenho	$IN \leq 49,99$

Indicador = IN. Fonte: A autora (2016).

Na sequência, procedeu-se a aplicação do ISHAB na bacia do Capibaribe, como forma de testar a viabilidade da proposta desse índice para bacias hidrográficas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos no desenvolvimento do presente estudo permitiram retratar o panorama da utilização de indicadores de sustentabilidade aplicados a gestão de recursos hídricos nas últimas décadas, destacando-se algumas experiências no âmbito de bacias hidrográficas.

A contextualização da aplicação de indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos foi feita na bacia hidrográfica do Capibaribe, seja por meio do estudo de desempenho dos indicadores propostos no PHA Capibaribe, ou por meio da realização de oficinas junto aos atores locais para identificação de indicadores.

Os resultados obtidos nessas primeiras etapas da pesquisa deram apoio à construção da proposta de Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacia Hidrográfica (ISHAB), conforme descrição a seguir.

### **4.1 Experiências de aplicação dos indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos**

Os estudos consultados sobre a aplicação de indicadores de sustentabilidade na gestão de recursos hídricos foram realizados com base em escala espacial ampla, podendo ser aplicados para diferentes realidades e espaços, como o país, estado, município ou bacia hidrográfica.

Dentre os sistemas de avaliação de sustentabilidade levantados, existe uma grande variação quanto as dimensões abordadas, priorizando-se na maioria das vezes, a utilização de indicadores na dimensão ambiental. Também, observou-se dentre as experiências registradas, uma grande amplitude de valores em relação ao número de indicadores utilizados, com variação de cinco até 80 indicadores e dos métodos de agregação desses para definição de um índice (Quadro 25).

Ainda, observa-se que alguns dos sistemas de indicadores foram aplicados ao estudo da gestão de recursos hídricos em uma abrangência mais ampla (país, estado, município), surgindo mais recentemente no cenário nacional algumas experiências de aplicação a nível de bacia hidrográfica.

Quadro 25 – Comparação entre a estrutura de organização de indicadores de sustentabilidade aplicados a gestão de recursos hídricos (continua)

Sistemas de indicadores	Fonte	Tipo de arquitetura				Quantidade de indicadores	Método de construção de índices	
		Hierarquizada	Segundo dimensões da sustentabilidade	Segundo temas	Segundo metas e objetivos		Média aritmética	Média ponderada
Indicador de Pobreza Hídrica (IPH)	Sullivan (2002)			X	X	18		X
Indicadores ambientais utilizados na gestão das águas	Magalhães Jr. et al. (2003)			X		11	-	-
Indicadores ambientais aplicados a gestão de recursos hídricos. Estrutura Pressão-Impacto-Resposta	Magalhães Jr. (2007)				X	9		X
Watershed Sustainability Index (WSI). Estrutura Pressão-Estado-Resposta.	Chaves and Alipaz (2007)			X	X	5		X
Indicadores de sustentabilidade ambiental. Estrutura Pressão-Estado-Resposta	Pompermayer et al. (2007)				X	20		X

Quadro 25 – Estruturas de organização de indicadores de sustentabilidade aplicados a gestão de recursos hídricos (continuação)

Sistemas de indicadores	Fonte	Tipo de arquitetura				Quantidade indicadores	Método de construção de índices	
		Hierarquizada	Segundo dimensões sustentabilidade	Segundo temas	Segundo metas e objetivos		Média aritmética	Média ponderada
Indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas	Guimarães (2008)		X	X		40	X	
Índice de sustentabilidade hidroambiental. Estrutura Pressão-Estado-Resposta	Vieira e Studart (2009)			X		28		X
Indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas	Carvalho et al. (2011)			X		51	X	
Indicadores: Potencialidade, Disponibilidade e Demanda; Indicador de Desempenho (IPDD), Gerenciamento de Recursos Hídricos (IGRH); e Indicador de Eficiência e Uso da Água (IEUA)	Campos et al. (2014)			X	X	15	X	
Índice de Transparência na Gestão da Água (INTRAG)	Pinto-Coelho e Havens (2015)		X			80		

Fonte: A autora, 2016.

Dentre essas experiências, destaca-se o estudo desenvolvido por Guimarães (2008) com proposta de “Indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas”, no qual a autora utilizou as dimensões do desenvolvimento sustentável (ambiental, social, econômica e institucional) conforme o sistema de IDS do IBGE (2015), em concordância com o método adotado no presente estudo.

Ainda, ressalta-se a experiência de Campos et al. (2014), os quais desenvolveram os Indicadores: Potencialidade, Disponibilidade e Demanda; Indicador de Desempenho (IPDD), Gerenciamento de Recursos Hídricos (IGRH); e Indicador de Eficiência e Uso da Água (IEUA), contemplando indicadores na dimensão institucional (atuação do CBH, desempenho da outorga e cobrança) para a bacia hidrográfica, servindo de subsídio na definição de indicadores institucionais no presente estudo.

O que se destaca no caso desses dois trabalhos em relação aos demais estudos consultados, se refere a incorporação de indicadores da dimensão institucional, como parte importante da avaliação da sustentabilidade em bacias hidrográficas.

## **4.2 Desempenho de indicadores propostos no plano hidroambiental da bacia hidrográfica do rio capibaribe**

A avaliação do desempenho dos indicadores propostos no PHA Capibaribe foi realizada para os marcos temporais de 2010 e 2013, de acordo com as dimensões propostas: ambiental, econômica e social. Neste sentido, acompanhou-se o desempenho de cinco indicadores: expansão agrícola, qualidade da água, PIB per capita, dinâmica microrregional demográfica e Índice FIRJAN.

Registra-se que o estudo do outro indicador proposto no PHA Capibaribe, referente à disponibilidade da água na bacia, na dimensão hídrica, também é importante, apontando-se para a necessidade dessa investigação em estudos futuros, uma vez que demanda mais tempo para a sua análise.

### 4.2.1 Indicadores da Dimensão Ambiental

#### ***Expansão Agrícola***

De acordo com a análise do indicador de Expansão Agrícola na bacia do Capibaribe, constatou-se que, para o período de anos de 2010 e 2013, do total de 42 municípios, apenas

cinco tiveram crescimento na área plantada: Bom Jardim, Chã Grande, Paudalho, Poção e Taquaritinga do Norte, em um total de 3076 ha, representando apenas 3,89 % do total de área plantada na bacia no período estudado.

Enquanto que, 36 municípios tiveram diminuição na área plantada, na ordem de 82.604 ha (51,11%), sendo que considerando a lavoura temporária, essa perda foi de 78.066 (51,71%) e na lavoura permanente a perda foi de 4.538 (42,63%), como pode ser observado na Tabela 1 e Figura 23.

Ainda, registra-se que Recife não influencia nesse indicador, uma vez que a área plantada na capital é zero.

Vale ressaltar que, este cenário de queda na área plantada (ha) nos municípios da bacia do Capibaribe deve representar um reflexo da escassez hídrica existente na região, ao longo dos últimos anos, em especial na MZ 2, em especial pelo colapso da Barragem de Jucazinho no atendimento dos seguintes municípios: Bezerros, Casinhas, Caruaru, Cumaru, Frei Miguelinho, Gravatá, Passira, Riacho das Almas, Salgadinho, Santa Cruz do Capibaribe, Santa Maria do Cambucá, Surubim, Toritama, Vertente do Lério e Vertentes. Esses municípios são apresentados na Tabela 1 com as maiores perdas de área plantada.

Também, é importante registrar que cenário esse cenário de queda na área plantada (ha) nos municípios da bacia do Capibaribe, acompanhou uma tendência a nível nacional, uma vez que, de acordo com relatório do IBGE (2013), das 64 culturas investigadas, 33 apresentaram redução da produção em relação a 2012, destacando-se a mandioca, por ser cultura que tradicionalmente compõe a alimentação dos brasileiros, tendo sido bastante prejudicada pelas estiagens em 2012 e 2013, com redução de 6,8% na produção, fazendo o valor da produção subir 28,5%, frente às informações de 2012.

Outra análise a ser feita em relação ao uso desse indicador, se refere ao aspecto de que de acordo com o conceito desse indicador apresentado no PHA Capibaribe, pode-se afirmar que não houve significativa redução de áreas protegidas na bacia. No entanto, merece uma maior discussão, pois entende-se que, seria possível que o acréscimo de área plantada em alguns municípios citados anteriormente, pode ter se dado em áreas que, não necessariamente seriam áreas protegidas anteriormente, requerendo uma maior investigação dos dados.

Tabela 1 – Área plantada (ha) nos municípios da bacia do Capibaribe, em 2010 e 2013 (continua)

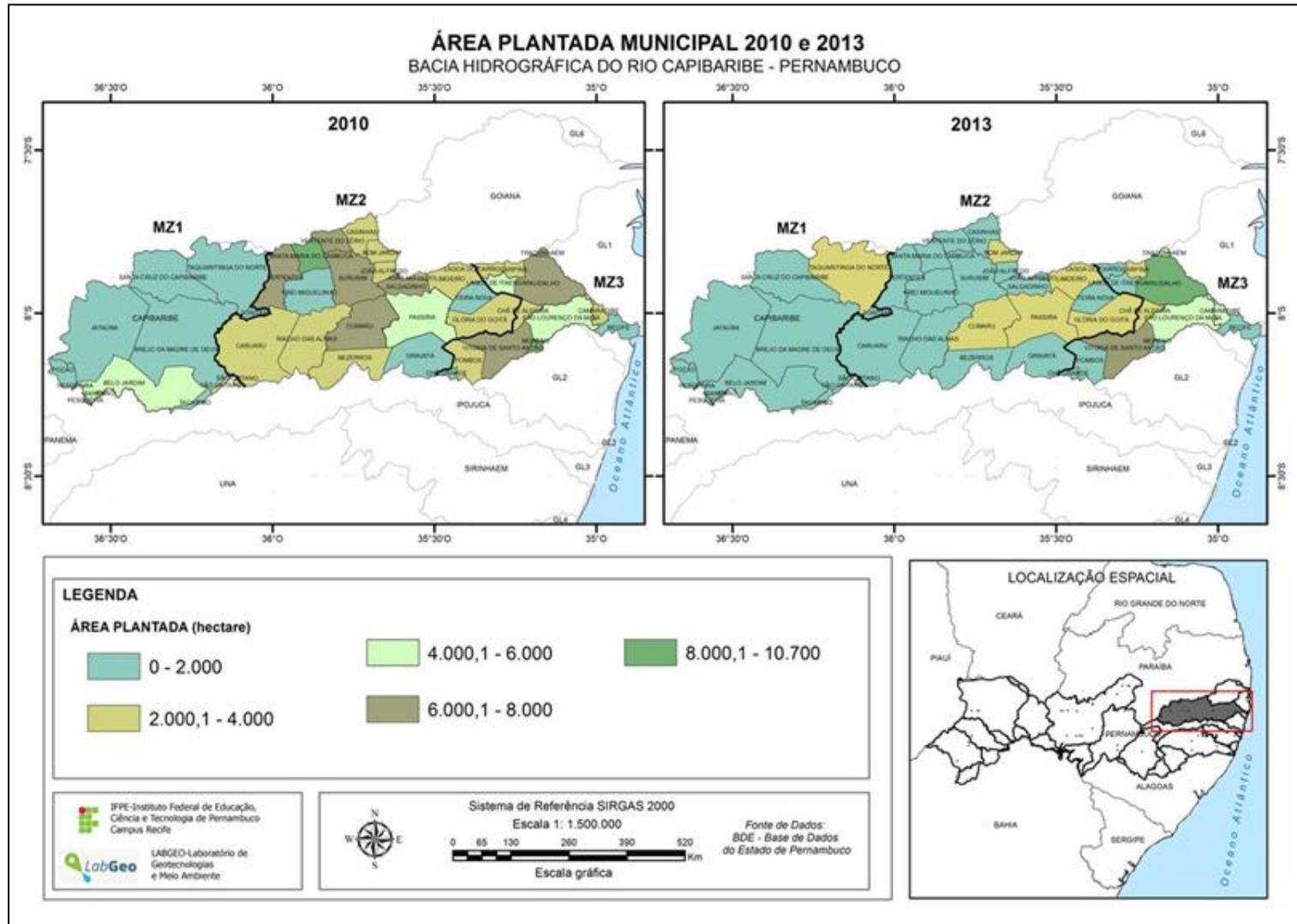
Macrozona	Município	2010			2013			Diferença Total área plantada 2013 - 2010 ha
		Lavoura temporária ha	Lavoura permanente ha	Total área plantada ha	Lavoura temporária ha	Lavoura permanente ha	Total área plantada ha	
MZ 1 11 Municípios	Belo Jardim	4090	417	4507	1720	0	1720	-2787
	Brejo da Madre de Deus	1743	104	1847	538	76	614	-1233
	Jataúba	1031	8	1039	500	6	506	-533
	Pesqueira	7220	115	7335	4120	0	4120	-3215
	Poção	1250	100	1350	1450	0	1450	100
	Sanharó	2600	100	2700	555	0	555	-2145
	Santa Cruz do Capibaribe	810	88	898	260	3	263	-635
	São Caetano	2461	96	2557	766	80	846	-1711
	Tacaimbó	1690	100	1790	1760	5	1765	-25
	Taquaritinga do Norte	1565	86	1651	756	1863	2619	968
	Toritama	603	86	689	90	0	90	-599
TOTAL MZ 1		25063	1300	26363	12515	2033	14548	-11815
MZ 2 18 Municípios	Bezerros	2335	55	2390	720	720	1440	-950
	Bom Jardim	1225	789	2014	1640	792	2432	418
	Caruaru	3155	104	3259	1536	117	1653	-1606
	Casinhas	3950	16	3966	196	6	202	-3764
	Cumaru	6830	13	6843	2920	5	2925	-3918
	Feira Nova	1115	21	1136	200	0	200	-936
	Frei Miguelinho	1108	9	1117	537	0	537	-580
	Glória do Goitá	2990	835	3825	2300	0	2300	-1525
	Gravatá	1290	183	1473	620	130	750	-723
	João Alfredo	2415	20	2435	1459	25	1484	-951
	Limoeiro	1907	914	2821	1276	906	2182	-639
	Passira	4690	1041	5731	3435	22	3457	-2274
	Riacho das Almas	2096	86	2182	634	53	687	-1495
	Salgadinho	6775	1004	7779	423	0	423	-7356
	Santa Maria do Cambucá	7975	1006	8981	833	0	833	-8148
	Surubim	7196	104	7300	703	0	703	-6597
	Vertente do Lério	6850	1004	7854	665	0	665	-7189
	Vertentes	6831	104	6935	731	100	831	-6104
TOTAL MZ 2		70733	7308	78041	20828	2876	23704	-54337

(continuação)

Macrozona	Município	2010			2013			Diferença Total área plantada 2013 - 2010 ha
		Lavoura temporária ha	Lavoura permanente ha	Total área plantada ha	Lavoura temporária ha	Lavoura permanente ha	Total área plantada ha	
MZ 3 13 Municípios	Camaraigibe	3060	560	3620	4500	320	4820	1200
	Carpina	3477	22	3499	2500	0	2500	-999
	Chã de Alegria	3694	74	3768	3200	0	3200	-568
	Chã Grande	313	47	360	390	50	440	80
	Lagoa do Carro	2044	37	2081	1000	0	1000	-1081
	Lagoa de Itaenga	4920	41	4961	2000	0	2000	-2961
	Moreno	10124	538	10662	1100	477	1577	-9085
	Paudalho	6534	56	6590	8100	0	8100	1510
	Pombos	2700	228	2928	1550	50	1600	-1328
	Recife	0	0	0	0	0	0	0
	São Lourenço da Mata	4870	136	5006	4000	230	4230	-776
Tracunhaém	7105	39	7144	4800	0	4800	-2344	
Vitória de Santo Antão	6330	258	6588	6418	70	6488	-100	
TOTAL MZ 3		55171	2036	57207	39558	1197	40755	-16452
TOTAL NA BACIA		150967	10644	161611	72901	6106	79007	-82604

Fonte: A autora, a partir de dados do IBGE (2010 e 2013).

Figura 23 – Indicador de expansão agrícola na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: LabGeo a partir de dados do IBGE (2010 e 2013).

### ***Qualidade da água***

A análise dos resultados de parâmetros físicos, químicos e biológicos nas estações de monitoramento da qualidade da água da CPRH, para os anos de 2010 e 2013, mostrou que os problemas de poluição hídrica persistem ao longo do tempo.

Isto ocorreu, devido aos parâmetros oxigênio dissolvido, fósforo e coliformes termotolerantes não atenderam aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução N° 357 (CONAMA, 2005), para a classe 2 de água doce, na maioria das estações.

Ressalta-se que, essa situação é um reflexo da falta de implementação de programas de esgotamento sanitário para tratar os efluentes lançados na bacia, principalmente domésticos, industriais e agropecuários existentes, acarretando inúmeros prejuízos para a conservação dos componentes da flora e fauna em alguns trechos (Figura 24), causando risco de doenças de veiculação hídrica para as populações.

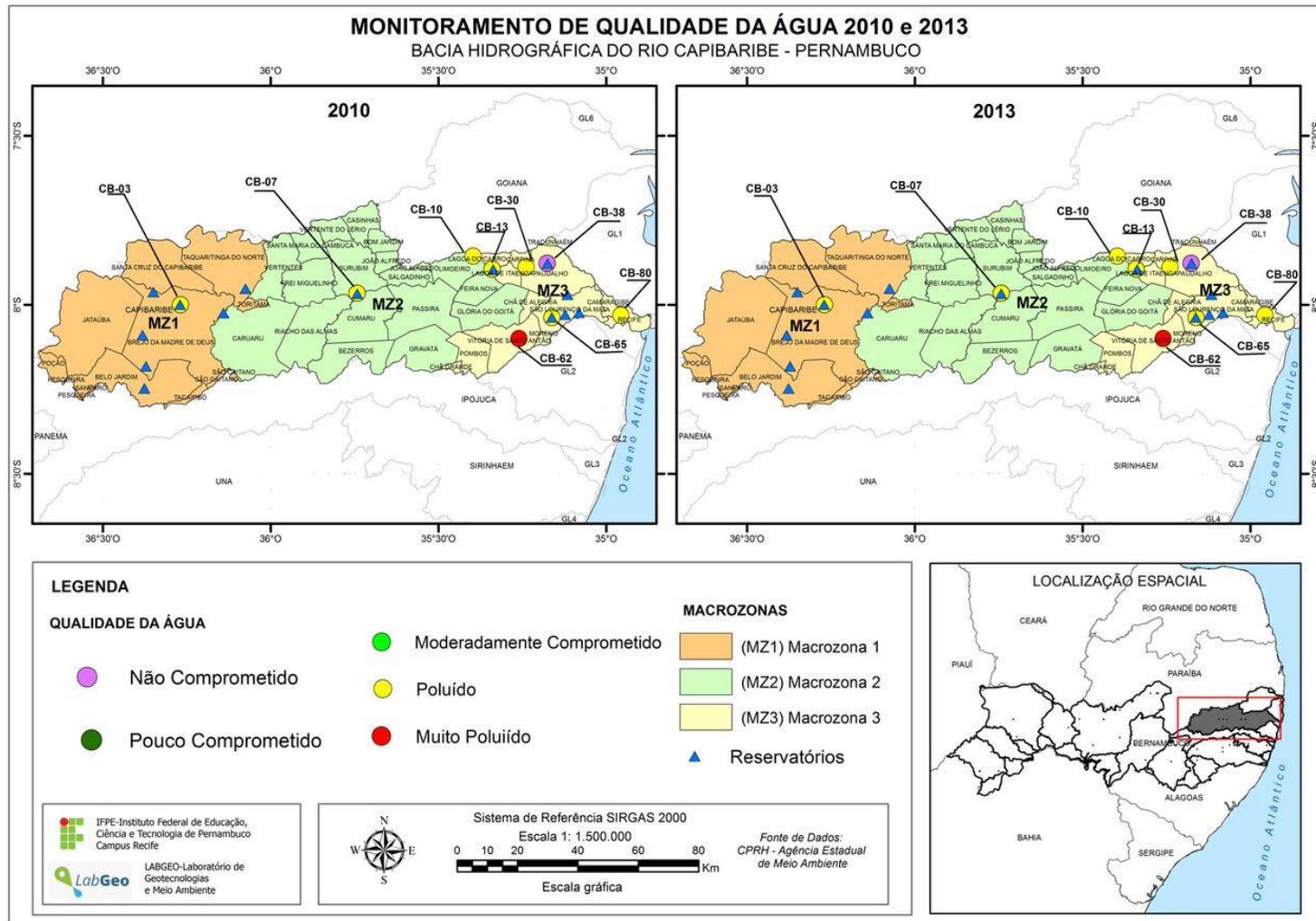
Figura 24- Ocorrência de baronesas (*Eichhornia crassipes*) no Capibaribe, em trecho do rio no município de Paudalho, em 19/09/2016.



Fonte: A autora (2016).

Dessa forma, o desempenho do indicador de Qualidade da água (QA) proposto no PHA Capibaribe registrou que das nove estações de coleta de água monitoradas pela CPRH, para o período de 2010 e 2013, apenas uma delas apresentou classificação de água “não comprometida”, nas demais estações a água encontrava-se “poluída”, não se observando assim, melhorias na qualidade de água no período estudado (Figura 25).

Figura 25 – Qualidade de água na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: LabGeo a partir de dados da CPRH (2010 e 2013).

#### 4.2.2 Indicador Social

##### *Dinâmica Microrregional Demográfica*

A avaliação da Dinâmica Microrregional Demográfica (DMD) revelou o crescimento da população para a grande maioria dos 42 municípios inseridos na bacia do Capibaribe, entre os anos de 2010 e 2013, no montante de 160987 habitantes, correspondente a um aumento de 4,45 % para o período.

Apenas os municípios de Cumaru e Vertente do Lério tiveram pequena queda no quantitativo da população, na ordem de apenas 2386 habitantes (Tabela 2 e Figura 26).

Considerando-se as macrozonas da bacia, observou-se que o maior aumento se referiu a MZ 3, no valor de 94914 habitantes. Sendo que, em relação a bacia, este montante correspondente a 38,87 % da capital Recife, a qual teve aumento nominal de DMD de 1536934 para 1599513 habitantes.

Em seguida aparece as MZ 2 com acréscimo da população de 38309 habitantes, respectivamente, com destaque para o município de Caruaru que apresentou valores de DMD de 314951 em 2010 e de 337416 habitantes em 2013, com aumento de 22465 habitantes no período (6,66 %). Esse aumento na DMD em Caruaru em relação aos demais municípios da macrozona se justifica pelo fato desse ser um município com maior desenvolvimento econômico da região, com atividades econômicas diversificadas, conhecido como a capital da região Agreste de Pernambuco. Essas características são atrativas para um aumento no fluxo de novas pessoas para morarem no município.

O menor crescimento do DMD ocorreu na MZ 1, com um incremento de apenas 27764 habitantes no período entre 2010 (425483 habitantes) e 2013 (453247 habitantes). Destaca-se que, os municípios a MZ1 também sofreram os efeitos da grave escassez hídrica existente em Pernambuco, o que se traduz em não atratividade de pessoas migrarem para essa região.

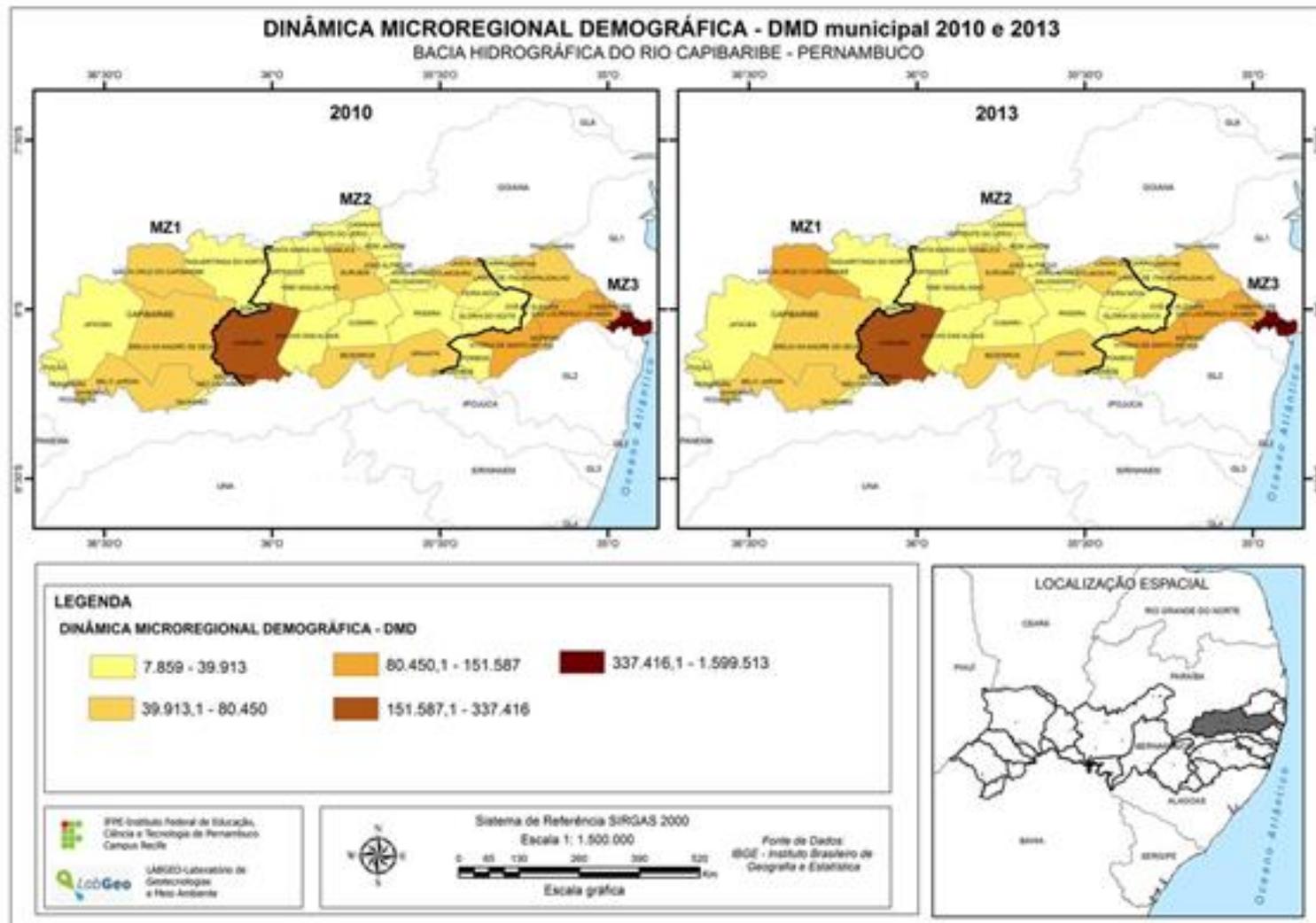
Importante refletir que esse desempenho de aumento da DMD na bacia na grande maioria dos seus municípios, reflete diretamente no aumento da demanda de serviços de saneamento básico, entre outros desafios na área social.

Tabela 2– Dinâmica Microrregional Demográfica (DMD) nos municípios da bacia do Capibaribe, em 2010 e 2013

Macrozonas	Município	DMD (hab) 2010	DMD (hab) 2013	Diferença 2013 - 2010
MZ 1	Belo Jardim	72412	74902	2490
	Brejo da Madre de Deus	45192	47972	2780
	Jataúba	15810	16679	869
	Pesqueira	62793	65374	2581
	Poção	11242	11261	19
	Sanharó	21960	24049	2089
	Santa Cruz do Capibaribe	87538	96908	9370
	São Caetano	35278	36485	1207
	Tacaimbó	12704	12932	228
	Taquaritinga do Norte	24923	26772	1849
	Toritama	35631	39913	4282
TOTAL NA MZ 1		425483	453247	27764
MZ 2	Bezerros	58675	60213	1538
	Bom Jardim	37828	38816	988
	Caruaru	314951	337416	22465
	Casinhas	13791	14159	368
	Cumarú	17166	14815	-2351
	Feira Nova	20588	21444	856
	Frei Miguelinho	14231	14932	701
	Glória do Goitá	29675	30000	325
	Gravatá	76669	80450	3781
	João Alfredo	30735	32355	1620
	Limoeiro	55574	56407	833
	Passira	28664	29082	418
	Riacho das Almas	19158	19947	789
	Salgadinho	9287	10076	789
	Santa Maria do Cambucá	13023	13626	603
	Surubim	58444	61875	3431
Vertente do Lério	7894	7859	-35	
Vertentes	18267	19457	1190	
TOTAL NA MZ 2		824620	862929	38309
MZ3	Camargibe	144506	151587	7081
	Carpina	74851	79308	4457
	Chã de Alegria	12375	13002	627
	Chã Grande	20020	21006	986
	Lagoa do Carro	15990	17034	1044
	Lagoa de Itaenga	20653	21210	557
	Moreno	56767	59836	3069
	Paudalho	51374	54051	2677
	Pombos	24033	26716	2683
	Recife	1536934	1599513	62579
	São Lourenço da Mata	102956	108301	5345
	Tracunhaém	13055	13497	442
	Vitória de Santo Antão	130540	133907	3367
TOTAL NA MZ3		2204054	2298968	94914
TOTAL NA BACIA		3454157	3615144	160987

Fonte: A autora, a partir de dados do .BGE (2010 e 2013).

Figura 26 – Dinâmica Microrregional Demográfica na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: LabGeo a partir de dados do IBGE (2010 e 2013).

### ***Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)***

A avaliação de desempenho do Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) foi feita com base na escala padrão para diferentes estágios de desenvolvimento, que varia de entre 0,0 e 0,4 (baixo), 0,4 e 0,6 (regular), 0,6 e 0,8 (moderado) e entre 0,8 e 1,0 (alto).

Para os municípios do Capibaribe, constatou-se a melhoria na maioria dos municípios (83,33 %) nos anos de 2010 para 2013. O valor do IFDM passou de 0,6014 para 0,6310 na bacia, com de aumento de 4,77 %, correspondendo a um desenvolvimento moderado na área social (Tabela 3 e Figura 27).

Registra-se, porém, que 16,67 % dos municípios (Brejo da Madre de Deus, Jataúba, Bom Jardim, Passira, Surubim, Vertente do Lério e Chã Grande) tiveram redução do IFDM, refletindo a perda de qualidade nas áreas de emprego e renda, educação e saúde, o que requer atenção dos governos locais, no sentido de realizar ações para reverter este quadro.

Considerando o desempenho do IFDM em Pernambuco no ano de 2013, observou-se a capital Recife teve um valor de 0,7775 com moderado desenvolvimento social, ocupando uma posição de 684º município na classificação nacional (IFDM do Brasil foi de 0,7441 em 2013) representando um quadro socioeconômico desfavorável em relação à maioria do Brasil.

No entanto, a nível estadual, Recife teve a 2ª colocação de IFDM em Pernambuco em 2013, perdendo posição apenas para Fernando de Noronha (0,7972) que não se localiza na bacia do Capibaribe. Destaca-se também, o município de Caruaru pertencente a bacia do Capibaribe, com IFDM de 0,7673, na 3ª posição (FIRJAN, 2013).

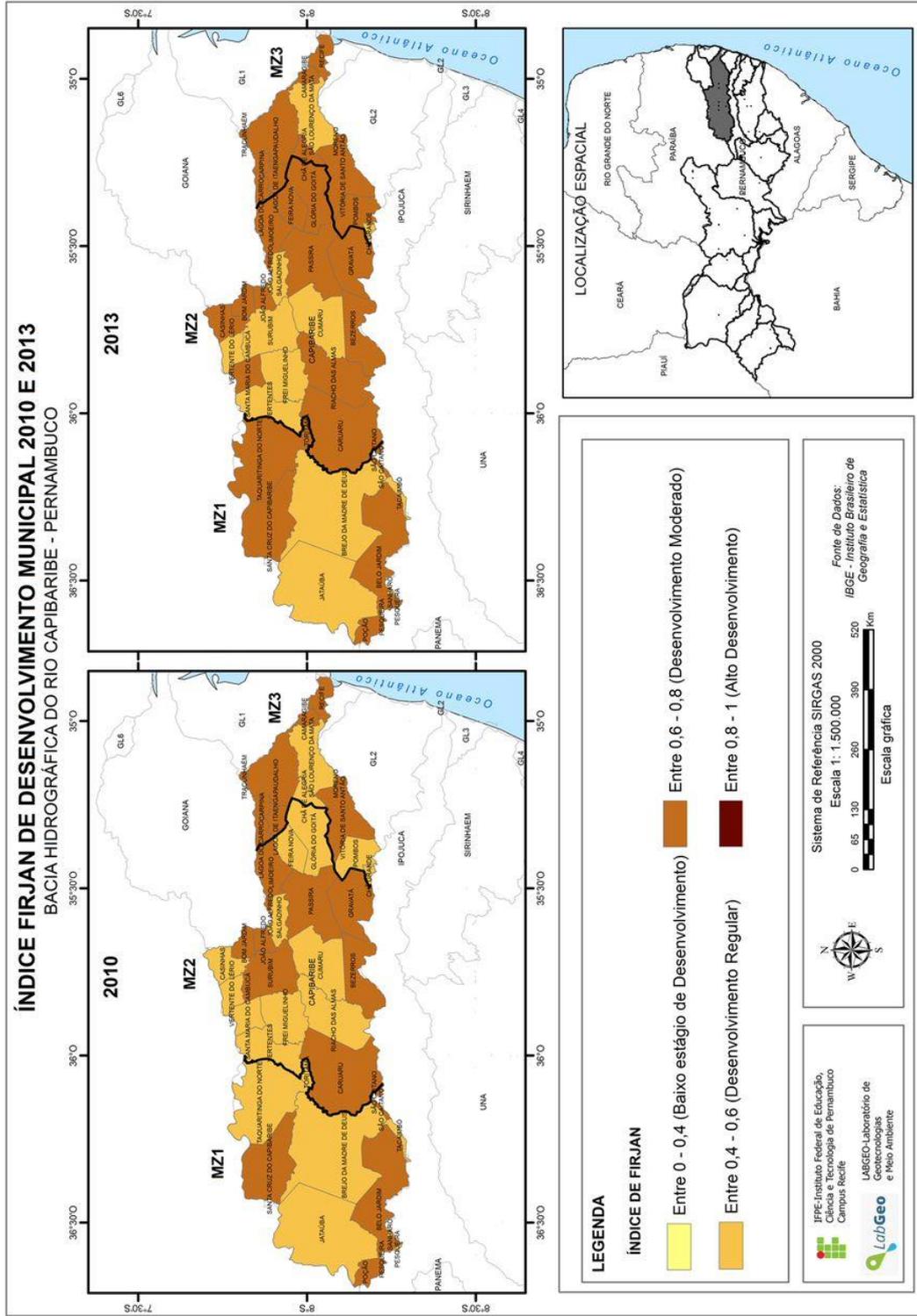
Constatou-se que para o desempenho do IFDM nos municípios da Bacia do Capibaribe nenhum obteve um alto estágio de desenvolvimento, tendo sido classificados entre regular e moderado, podendo-se observar a redução das cidades com desenvolvimento regular e aumento da classificação moderado, especialmente nas áreas próximas ao litoral do estado (FIRJAN, 2013).

Tabela 3 – Índice FIRJAN na bacia hidrográfica do Capibaribe.

MACROZONA	MUNICÍPIO	2010	2013	Diferença 2013 - 2010
MZ 1 11 Municípios	Belo Jardim	0,6050	0,6831	0,0781
	Brejo da Madre de Deus	0,5499	0,5449	-0,0050
	Jataúba	0,5881	0,5441	-0,0440
	Pesqueira	0,5582	0,6051	0,0469
	Poção	0,6213	0,6471	0,0258
	Sanharó	0,5592	0,5940	0,0348
	Santa Cruz do Capibaribe	0,6454	0,6781	0,0327
	São Caitano	0,6678	0,6913	0,0235
	Tacaimbó	0,5798	0,5817	0,0019
	Taquaritinga do Norte	0,5539	0,6004	0,0465
	Toritama	0,5880	0,6201	0,0321
MÉDIA NA MZ 1		0,5924	0,6173	0,0248
MZ 2	Bezerros	0,6686	0,6726	0,0040
	Bom Jardim	0,6201	0,6102	-0,0099
	Caruaru	0,7005	0,7673	0,0668
	Casinhas	0,5764	0,6167	0,0403
	Cumaru	0,5441	0,5588	0,0147
	Feira Nova	0,5953	0,6386	0,0433
	Frei Miguelinho	0,5472	0,5858	0,0386
	Glória do Goitá	0,5724	0,6550	0,0826
	Gravatá	0,6272	0,6689	0,0417
	João Alfredo	0,6280	0,6526	0,0246
	Limoeiro	0,6632	0,7018	0,0386
	Passira	0,6206	0,6204	-0,0002
	Riacho das Almas	0,5732	0,6077	0,0345
	Salgadinho	0,5027	0,5194	0,0167
	Santa Maria do Cambucá	0,4924	0,6222	0,1298
	Surubim	0,6387	0,5881	-0,0506
	Vertente do Lério	0,5994	0,5921	-0,0073
Vertentes	0,5170	0,5815	0,0645	
MÉDIA NA MZ 2		0,5937	0,6255	0,0318
MZ 3 13 Municípios	Camaragibe	0,6535	0,6543	0,0008
	Carpina	0,6422	0,6744	0,0322
	Chã de Alegria	0,5835	0,6198	0,0363
	Chã Grande	0,5673	0,5634	-0,0039
	Lagoa do Carro	0,6354	0,6389	0,0035
	Lagoa de Itaenga	0,6448	0,7117	0,0669
	Moreno	0,6118	0,6639	0,0521
	Paudalho	0,603	0,6156	0,0126
	Pombos	0,5292	0,6026	0,0734
	Recife	0,7749	0,7775	0,0026
	São Lourenço da Mata	0,5409	0,5785	0,0376
	Tracunhaém	0,6154	0,6260	0,0106
	Vitória de Santo Antão	0,6334	0,7265	0,0931
MÉDIA NA MZ 3		0,6181	0,6502	0,0321
MÉDIA NA BACIA		0,6014	0,6310	0,0296

Fonte: A autora, a partir de dados do FIRJAN (2010 e 2013).

Figura 27 – Índice FIRJAN para os municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: LabGeo a partir de dados do FIRJAN (2010 E 2013).

#### 4.2.3 Indicador Econômico

##### ***Produto Interno Bruto per capita***

O desempenho do Produto Interno Bruto per capita (PIB per capita), para o período de 2010 e 2013 na bacia do Capibaribe, demonstrou que houve aumento em 38 municípios (90,48 %), definindo o potencial de crescimento da demanda por abastecimento de água para uso produtivo, a capacidade de geração de negócios e, portanto, oportunidades de criação de emprego e renda, fundamentais para o desenvolvimento da bacia (Tabela 4 e Figura 28).

Observou-se que apenas quatro municípios sofreram redução no seu valor, entre esses: Salgadinho, Santa Maria do Cambucá e Vertente do Lério, que estão inseridos na MZ2 e Lagoa de Itaenga na MZ3, podendo, possivelmente, estar relacionado a escassez hídrica existente, a qual limita as atividades econômicas que requerem uso da água na sua produção.

O PIB per capita para a capital Recife inserida na MZ3 foi de R\$ 21598,63 em 2010 e de R\$ 29037,18 em 2013, se destacando entre os demais municípios, seguido de Vitória de Santo Antão, Belo Jardim, Caruaru, Toritama, Carpina, Santa Cruz do Capibaribe e Gravatá, em função das atividades econômicas desenvolvidas localmente, incluindo além da agropecuária, a prestação e serviços e indústria.

Considerando-se a bacia do Capibaribe como um todo, obteve-se um valor de PIB per capita médio de R\$ 6487,06 em 2010 e R\$ 8687,36 em 2013, com um aumento de 25,33 %. Porém, esse valor médio ficou muito abaixo dos valores do PIB per capita de Pernambuco em 2010 (R\$ 11.049,07) e em 2013 (R\$ 15282,00), mesmo com a capital Recife inserida na bacia.

É importante considerar que, o PIB per capita vem sendo amplamente utilizado como medida padrão do sucesso de uma nação, estado ou município, contabilizando o valor dos bens e serviços produzidos a cada ano, mas ao longo do tempo alguns estudiosos vêm chamando a atenção para a necessidade do mesmo ser considerado de forma integrada com outros fatores envolvidos no desenvolvimento sustentável.

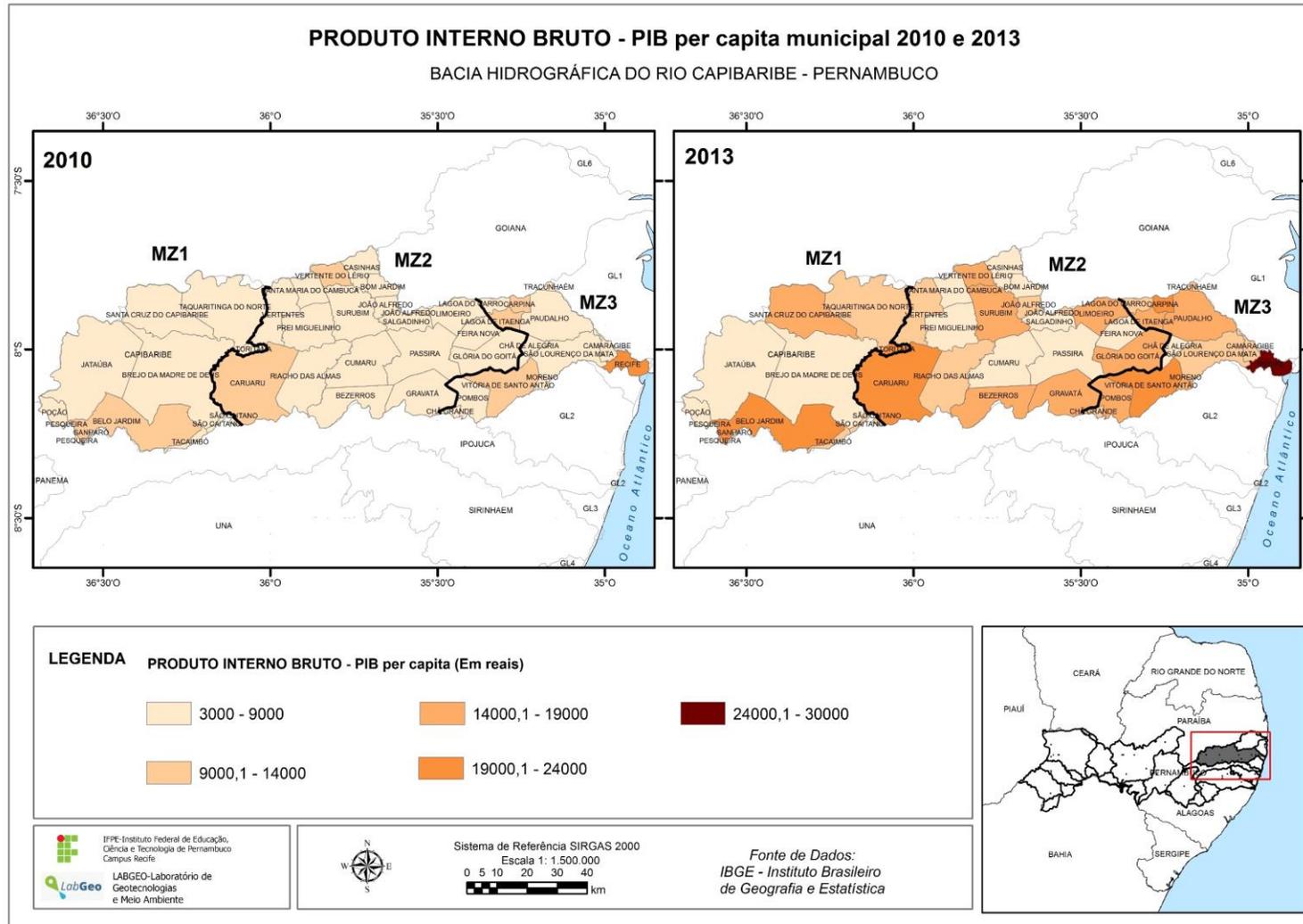
Essa discussão pôde ser constatada no contexto do presente estudo, uma vez que, o indicador de qualidade de água não apresentou melhoria para os anos de 2010 e 2013, apesar do PIB per capita ter se elevado na maioria dos municípios na bacia do Capibaribe.

Tabela 4 – Produto Interno Bruto per capita dos municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe, para os anos de 2010 e 2013

Macrozona	Município	PIB per capita 2010 (R\$)	PIB per capita 2013 (R\$)	Diferença 2013 - 2010
MZ 1 11 Municípios	Belo Jardim	11163,52	17077,55	5914,03
	Brejo da Madre de Deus	3971,42	5090,85	1119,43
	Jataíba	4394,13	5547,38	1153,25
	Pesqueira	5631,66	8500,53	2868,87
	Poção	4448,29	5905,59	1457,30
	Sanharó	4691,77	6125,21	1433,44
	Santa Cruz do Capibaribe	8217,45	11506,31	3288,86
	São Caitano	4741,24	6863,85	2122,61
	Tacaimbó	4277,18	6337,50	2060,32
	Taquaritinga do Norte	4745,34	7241,59	2496,25
	Toritama	7820,30	14494,73	6674,43
	MÉDIA MZ 1	5827,48	8608,28	2780,80
	TOTAL MZ 1	64102,30	94691,09	30588,79
MZ 2 18 Municípios	Bezerros	6501,76	8785,76	2284,00
	Bom Jardim	4708,57	5574,60	866,03
	Caruaru	10794,81	15529,30	4734,49
	Casinhas	4538,95	4861,75	322,80
	Cumarú	4974,71	5815,78	841,07
	Feira Nova	3916,00	5977,31	2061,31
	Frei Miguelinho	3891,54	4962,30	1070,76
	Glória do Goitá	4139,80	8967,11	4827,31
	Gravatá	7158,81	10337,80	3178,99
	João Alfredo	4199,72	6254,84	2055,12
	Limoeiro	6325,44	9526,16	3200,72
	Passira	4325,68	5654,57	1328,89
	Riacho das Almas	4997,14	6652,03	1654,89
	Salgadinho	6640,86	4374,27	-2266,59
Santa Maria do Cambucá	5890,00	5284,82	-605,18	
Surubim	6800,90	9625,81	2824,91	
Vertente do Lério	9218,49	8622,29	-596,20	
Vertentes	5563,10	6509,10	946,00	
	MÉDIA NA MZ 2	5810,35	7406,42	1596,07
	TOTAL NA MZ 2	104586,28	133315,60	28729,32
MZ 3 13 Municípios	Camaragibe	5650,21	7364,74	1714,53
	Carpina	9486,83	12815,87	3329,04
	Chã de Alegria	4639,65	5747,88	1108,23
	Chã Grande	6100,95	7059,34	958,39
	Lagoa do Carro	5063,91	7352,09	2288,18
	Lagoa de Itaenga	10074,40	9460,79	-613,61
	Moreno	5992,06	8180,36	2188,30
	Paudalho	6009,82	8483,65	2473,83
	Pombos	6700,42	9393,23	2692,81
	Recife	21598,63	29037,18	7438,55
	São Lourenço da Mata	5369,34	7585,75	2216,41
Tracunhaém	5970,58	6289,68	319,10	
Vitória de Santo Antão	11111,34	18091,78	6980,44	
	MÉDIA NA MZ 3	7982,16	10527,87	2545,71
	TOTAL NA MZ 3	103768,14	136862,34	33094,20
	MÉDIA NA BACIA	6487,06	8687,36	2200,29
	TOTAL NA BACIA	272456,72	364869,03	92412,31

Fonte: A autora, a partir de dados do IBGE (2010 e 2013).

Figura 28 – Indicador PIB per capita na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: LabGeo a partir de dados do IBGE (2010 e 2013).

Para permitir uma melhor análise da correlação entre os indicadores analisados com base no PHA Capibaribe, elaborou-se um quadro síntese no âmbito das macrozonas (Quadro 26).

Assim, observou-se que o único indicador que sofreu diminuição na bacia do Capibaribe para os anos de 2010 e 2013 se refere a área plantada, com queda de 44,82 % na MZ1, de 69,62 % na MZ 2 e de 28,76 % na MZ3. Pode-se atribuir essa redução de área plantada a seca prolongada que atinge a região que alguns municípios se inserem, em especial na MZ 2.

Por outro lado, ocorreu o aumento dos indicadores sociais (DMD e IFDM) e do PIB per capita na maioria dos municípios, o que leva a crer que o desenvolvimento econômico não dependeu exclusivamente do componente de área plantada, levando a melhoria de emprego em renda. No aspecto do aumento do DMD, ressalta-se que o aumento da população é um fator que pressiona o governo por demanda de serviços de abastecimento básico na bacia.

Porém, também observou-se que, apesar da melhoria dos indicadores sociais e econômicos na bacia do Capibaribe, a qualidade de água não teve melhoria, quando comparou-se os anos de 2010 e 2013, aspecto esse muito preocupante, quando se pensa na sustentabilidade hidroambiental da bacia.

Ainda, vale ressaltar que, quando da elaboração do PHA Capibaribe, em 2010, não foi previsto o uso de nenhum indicador na dimensão institucional, a exemplo do que já vem sendo adotado em alguns estudos de bacias hidrográficas.

Registra-se ainda, o trabalho do CBH Capibaribe, por meio da Câmara Técnica de Acompanhamento do PHA (CTPHA), no sentido de verificar a situação da implementação das ações do PHA junto a APAC, em função do cronograma de investimento previsto, o qual deu suporte para o acompanhamento dos indicadores propostos em 2010.

Diante destas análises, entende-se como necessária a ampliação do sistema de indicadores do PHA Capibaribe, de forma a integrar as diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável, com vistas a retratar a verdadeira condição hidroambiental nas bacias hidrográficas

Neste contexto, destaca-se a importância da realização de consulta aos atores locais na bacia do Capibaribe feita no presente estudo, de forma a apoiar a definição de um sistema de indicadores mais amplo, que aborde as diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável.

Quadro 26 – Síntese dos indicadores analisados com base no PHA Capibaribe, para os anos de 2010 e 2013, considerando as macrozonas

Macrozona	Área do Município na Bacia Km <sup>2</sup>	Área plantada (ha) 2010	Área plantada (ha) 2013	DMD 2010	DMD 2013	IFDM 2010	IFDM 2013	PIB per capita R\$ 2010	PIB per capita R\$ 2013
TOTAL MZ 1 (37,04% Área)	2760,1	26363	14548	425483	453247	0,59	0,62	64102,30	92341,09
TOTAL MZ 2 (47,52% Área)	3540,83	78041	23704	824620	866929	0,59	0,63	104586,30	133315,60
TOTAL MZ3 (15,45% Área)	1151,01	57207	40755	2204049	2298968	0,62	0,65	103768,14	136862,34
TOTAL/MÉDIA NA BACIA	7451,94	161611	79007	3454152	3619144	0,60	0,63	272456,72	362519,03

### **4.3 Matriz de indicadores para avaliação hidroambiental de bacias hidrográficas**

De acordo com a participação dos membros do CBH Capibaribe nas três Oficinas de Indicadores de Avaliação Hidroambiental da Bacia do Capibaribe, constatou-se que 17,14 % do total de participantes eram membros do comitê, sendo 7,14 % do segmento de entidade civil, 10 % do poder público e 0 % dos usuários.

Essa baixa participação dos membros nas oficinas também vem ocorrendo nas reuniões ordinárias do CBH. Isto ocorre, possivelmente, pelas dificuldades de apoio para o transporte e alimentação dos membros que têm que se deslocar dos seus municípios de origem até o local das reuniões. Além disto o CBH também enfrenta dificuldades pela falta de infraestrutura física e de pessoal técnico para funcionamento da sua secretaria, de forma a permitir um bom funcionamento do comitê. Assim, acredita-se que esse aspecto, termina por comprometer a mobilização dos seus membros.

Este cenário é preocupante, em especial em relação à representação dos usuários de água, uma vez que, impede a efetiva participação de todos os segmentos participantes do processo de governança das águas no Capibaribe.

Porém, vale ressaltar que no âmbito do presente estudo foram realizadas três oficinas nas regiões do Alto, Médio e Baixo Capibaribe, na tentativa de buscar uma maior adesão dos atores locais. Para isto, contou-se com o apoio da APAC para a mobilização e logística dos eventos, além do envolvimento da Diretoria do CBH.

Por outro lado, destaca-se a grande participação do público em geral nas oficinas, que ficou em torno de 82,86 % do total de participantes, demonstrando o interesse da sociedade quanto as questões que envolvem a sustentabilidade hidroambiental no Capibaribe.

Um ponto forte nessa etapa da pesquisa se refere à dinâmica utilizada nas oficinas, que permitiu o diálogo entre os participantes, e desta forma, pode-se afirmar que o espaço das oficinas se traduziram em um fórum de governança da água na bacia, uma vez que diversos atores locais trocaram informações e experiências, além de proporem coletivamente quais indicadores poderiam ser considerados em um sistema de avaliação hidroambiental na bacia.

Nesta direção, Jacobi et al. (2012) afirmam que os comitês de bacia hidrográfica se mostram promissores espaços de construção coletiva de novas formas de governança ambiental, uma vez que estimulou o debate qualificado sobre os rumos da gestão dos recursos hídricos nos territórios municipais e da bacia hidrográfica.

Os resultados obtidos nas oficinas/entrevistas/formulários eletrônicos foram tabulados, porém observou-se que, na análise dos dados alguns indicadores foram listados na dimensão

que não correspondia à definição das dimensões do desenvolvimento sustentável de acordo com proposta do IDS (IBGE, 2015).

Assim, esses dados foram categorizados por afinidade dos temas, gerando uma matriz com um conjunto de 139 indicadores, fazendo-se uma categorização dos indicadores, de acordo com a semelhança dos temas, admitindo-se as quatro dimensões do desenvolvimento sustentável adotadas no estudo.

Verificou-se também a identificação das escalas de abrangência dos indicadores, podendo ser ao nível municipal ou no âmbito da bacia hidrográfica, e ainda, o caráter quantitativo ou qualitativo dos mesmos.

Neste sentido, a participação da autora do presente estudo em reuniões como membro titular do CBH Capibaribe e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco (CRH – PE), deu suporte na contextualização dos indicadores na bacia do Capibaribe, em especial para analisar a dimensão institucional.

Observou-se que, no caso de indicadores institucionais, nem sempre é fácil de se estimar o seu desempenho, devido à subjetividade da análise em relação ao grau de implementação da legislação e seus instrumentos, mas por outro lado, acredita-se que se faz necessário avançar na utilização desses indicadores, uma vez que, entende-se que eles podem ser considerados como respostas às pressões na qualidade hidroambiental da bacia.

Ainda, foi feita uma correlação dessa matriz inicial com algumas das experiências estudadas de sistemas de aplicação de indicadores em bacias hidrográficas, buscando convergir o máximo possível com outros sistemas desenvolvidos na região Nordeste, utilizando como linha condutora o sistema do IDS (IBGE, 2015).

Assim, definiu-se o sistema de avaliação para bacias hidrográficas, composto por um total de nove indicadores, sendo três na dimensão ambiental, um na dimensão social, um na dimensão econômica e quatro na dimensão institucional (Quadro 27).

Quadro 27 – Matriz de indicadores para avaliação hidroambiental em bacias hidrográficas

Dimensão	Indicador	Nível de aplicação
Ambiental	1. Atendimento Total de Água	Municipal
	2. Coleta de esgoto	
	3. Coleta de Resíduos Sólidos	
Social	4. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	Bacia Hidrográfica
Econômica	5. Produto Interno Bruto per capita	
Institucional	6. Comitê de Bacia Hidrográfica	
	7. Outorga	
	8. Cobrança	
	9. Enquadramento	

Fonte: A autora (2016).

A seguir, destacam-se os fatores que foram determinantes na escolha do sistema de indicadores definidos na matriz apresentada anteriormente, visando a avaliação hidroambiental em bacias hidrográficas:

- possibilidade de acompanhamento dos indicadores nas diferentes dimensões, considerando a disponibilidade de dados censitários oficiais na escala municipal.
- para alguns indicadores listados nas oficinas, não se encontraram dados disponíveis na escala municipal, para o período de estudo, a exemplo dos parâmetros de qualidade da água, avanço da seca, cobertura vegetal e tratamento de resíduos sólidos, e por isto não foram incluídos na matriz final, devendo ser analisados quanto à forma de se ter essas informações disponíveis em estudos futuros.
- os indicadores na dimensão institucional foram analisados ao nível de bacia hidrográfica.
- viabilidade de um sistema com um número suficiente de indicadores, garantindo a facilidade de acesso aos dados ao longo do tempo, por todos os interessados.

Na sequência, passou-se à aplicação desse conjunto de indicadores para a avaliação da sustentabilidade hidroambiental na bacia hidrográfica do Capibaribe, tendo o ano de 2010 como referencial de análise, em função da disponibilidade de dados para o conjunto de indicadores definidos. O Quadro 28 apresenta a definição dos indicadores e as fontes de dados consultadas.

Quadro 28 – Descrição dos indicadores para avaliação hidroambiental em bacias hidrográficas.

<b>Dimensão</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte</b>
<b>Ambiental</b>	1. Atendimento Total de Água (IATA)	População total atendida com abastecimento de água em relação a população total do(s) município(s) atendidos com abastecimento de água.	SNIS
	2. Coleta de esgoto (ICE)	Domicílios particulares permanentes atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial em relação ao total de domicílios.	BDE
	3. Coleta de Resíduos Sólidos (ICRS)	Domicílios particulares permanentes atendidos por coleta de lixo no município	BDE
<b>Social</b>	4. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	É composto pelos componentes da longevidade (expectativa de vida ao nascer), Educação (Escolaridade da população adulta e fluxo escolar da população jovem) e Renda (Renda per capita).	IBGE
<b>Econômica</b>	5. Produto Interno Bruto (PIB) per capita	Potencial de crescimento da demanda por abastecimento de água para uso produtivo, como define a capacidade de geração de negócios e portanto, oportunidades de criação de emprego e renda, fundamentais para o desenvolvimento da região. PIB per capita é o produto interno bruto, dividido pela quantidade de habitantes de um país.	IBGE
<b>Institucional</b>	6. Comitê de Bacia Hidrográfica (ICBH)	Avalia a existência e nível de atuação do comitê na bacia, traduzindo-se no nível de gestão participativa ou governança das águas.	APAC/CBH
	7. Outorga (IO)	Avalia o nível de implantação da outorga na bacia	APAC
	8. Cobrança (IC)	Avalia o nível de implantação da cobrança na bacia	APAC
	9. Enquadramento (IE)	Avalia o nível de implantação do enquadramento na bacia	APAC

Fonte: A autora (2016).

Destaca-se que, os indicadores correspondentes às dimensões ambiental, social e econômica apresentam um caráter de resposta as problemáticas existentes na bacia, os quais são representados por valores numéricos percentuais e são referentes à escala municipal.

Já os indicadores na dimensão institucional também podem ser considerados como respostas à necessidade de implementação dos instrumentos da PNRH, tendo, no entanto, um caráter mais subjetivo.

#### 4.3.1 Aplicação dos indicadores de sustentabilidade hidroambiental em bacia hidrográfica

Para a avaliação da sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas foi feita a aplicação do conjunto de indicadores escolhidos para a bacia do Capibaribe, considerando o

ano de 2010, uma vez que, não foram identificadas informações disponíveis nos bancos de dados oficiais para todos os indicadores em período posterior.

Também, quando se iniciou a análise dos dados dos indicadores, observou-se que o percentual de área que cada município ocupa na bacia é bastante variável, indo de valores de 0,4 % até 100% e desta forma, buscou-se contabilizar a influência que um mesmo indicador exerce na sustentabilidade da bacia, considerando este aspecto. Dessa forma, pode se observar nas tabelas subsequentes que mesmo um município fazendo parte da bacia, quando a área que ocupa é muito baixa, o indicador daquele município não exerce influência significativa no resultado médio para as macrozonas e/ou bacias.

#### 4.3.1.1 *Dimensão ambiental*

Os indicadores na dimensão ambiental dizem respeito aos serviços de saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos).

#### ***Indicador de Atendimento Total de Água (IATA)***

O Indicador de Atendimento Total de Água (IATA) corresponde a razão entre a população total atendida com abastecimento de água e a população total do município, sendo um dos indicadores também utilizado pelo SNIS.

A situação do desempenho do IATA na bacia do Capibaribe para o ano de 2010 apresentou grande amplitude nos seus valores, variando de 2,08 % no município de Vertente do Lério até 86,72 % na capital Recife (Tabela 5 e na Figura 29).

Tabela 5 – Aplicação do indicador IATA na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010

(continua)

Macrozona	Município	Área do Município Km <sup>2</sup>	% Área do Município na Bacia	Área do Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Peso área município na MZ	IATA 2010 %	Grau de desempenho IATA Municipal	IATA*W1	CIMZ_IATA %	Situação na Bacia	W2 Peso área município na bacia	IATA*W2	CIB_IATA %
MZ 1 11 Municípios	Belo Jardim	645	63,55	409,90	0,1485	73,96	Alto	10,98	29,03	PI	0,0550	4,07	7,80
	Brejo da Madre de Deus	759	100	759,00	0,2750	26,19	Muito baixo	7,20	19,03	TI/S	0,1019	2,67	5,11
	Jataíba	715	100	715,00	0,2590	20,51	Muito baixo	5,31	14,04	TI/S	0,0960	1,97	3,77
	Pesqueira	4	0,4	0,02	0,0000	63,43	Médio	0,00	0,00	PI	0,0000	0,00	0,00
	Poção	201	8,5	17,09	0,0062	39,45	Muito baixo	0,24	0,65	PI	0,0023	0,09	0,17
	Sanharó	253	2,35	5,95	0,0022	69,41	Médio	0,15	0,40	PI	0,0008	0,06	0,11
	Santa Cruz do Capibaribe	340	100	340,00	0,1232	75,44	Alto	9,29	24,56	TI/S	0,0456	3,44	6,60
	São Caetano	378	3,44	13,00	0,0047	64,73	Médio	0,30	0,81	PI	0,0017	0,11	0,22
	Tacaimbó	230	11,3	25,99	0,0094	49,04	Muito baixo	0,46	1,22	PI	0,0035	0,17	0,33
	Taquaritinga do Norte	470	94,5	444,15	0,1609	18,83	Muito baixo	3,03	8,01	PI/S	0,0596	1,12	2,15
Toritama	30	100	30,00	0,0109	78,58	Alto	0,85	2,26	TI/S	0,0040	0,32	0,61	
<b>TOTAL/MÉDIA MZ 1</b>		<b>4025</b>		<b>2760,09</b>		<b>52,69</b>	<b>Médio</b>	<b>37,84</b>			<b>0,3704</b>	<b>14,02</b>	<b>26,87</b>
MZ 2 18 Municípios	Bezerros	487	45,3	220,61	0,0623	77,49	Alto	4,83	8,42	PI	0,0296	2,29	4,40
	Bom Jardim	220	24,5	53,90	0,0152	28,47	Muito baixo	0,43	0,76	PI	0,0072	0,21	0,39
	Caruaru	933	57	531,81	0,1502	86,09	Muito Alto	12,93	22,55	PI	0,0714	6,14	11,78
	Casinhas	118	89	105,02	0,0297	20,79	Muito baixo	0,62	1,08	PI/S	0,0141	0,29	0,56
	Cumaru	298	100	298,00	0,0842	45,13	Muito baixo	3,80	6,62	TI/S	0,0400	1,80	3,46
	Feira Nova	106	100	106,00	0,0299	52,98	Baixo	1,59	2,77	TI/S	0,0142	0,75	1,44
	Frei Miguelinho	219	100	219,00	0,0618	28,02	Muito baixo	1,73	3,02	TI/S	0,0294	0,82	1,58
	Glória do Goitá	232	100	232,00	0,0655	48,52	Muito baixo	3,18	5,54	TI/S	0,0311	1,51	2,90
	Gravatá	510	47	239,70	0,0677	82,56	Muito Alto	5,59	9,75	PI	0,0322	2,66	5,09
	João Alfredo	137	39,4	53,98	0,0152	57,86	Baixo	0,88	1,54	PI	0,0072	0,42	0,80
	Limoeiro	268	51,5	138,02	0,0390	66,47	Médio	2,59	4,52	PI/S	0,0185	1,23	2,36
	Passira	341	100	341,00	0,0963	49,16	Muito baixo	4,73	8,26	TI/S	0,0458	2,25	4,31
	Riacho das Almas	315	97,4	306,81	0,0866	40,35	Muito baixo	3,50	6,10	PI/S	0,0412	1,66	3,18
	Salgadinho	85	100	85,00	0,0240	42,6	Muito baixo	1,02	1,78	TI/S	0,0114	0,49	0,93
	Santa Maria do Cambucá	88	100	88,00	0,0249	31,92	Muito baixo	0,79	1,38	TI/S	0,0118	0,38	0,72
Surubim	257	100	257,00	0,0726	79,13	Alto	5,74	10,02	TI/S	0,0345	2,73	5,23	
Vertente do Lério	72	97,2	69,98	0,0198	2,08	Muito baixo	0,04	0,07	TI/S	0,0094	0,02	0,04	
Vertentes	195	100	195,00	0,0551	60,63	Médio	3,34	5,82	TI/S	0,0262	1,59	3,04	
<b>TOTAL/MÉDIA MZ 2</b>		<b>4881</b>		<b>3540,83</b>		<b>50,01</b>	<b>Baixo</b>	<b>57,34</b>			<b>0,4752</b>	<b>27,25</b>	<b>52,23</b>

( continuação)

Macrozona	Município	Área do Município Km <sup>2</sup>	% Área do Município na Bacia	Área do Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Peso área município na MZ	IATA 2010 %	Grau de desempenho IATA Municipal	IATA*W1	CIMZ_IATA %	Situação na Bacia	W2 Peso área município na bacia	IATA*W2	CIB_IATA %
MZ 3 13 Municípios	Camaragibe	52	67,3	35,00	0,0304	81,72	Muito Alto	2,48	3,52	PI/S	0,0047	0,38	0,74
	Carpina	144	23,6	33,98	0,0295	82,19	Muito Alto	2,43	3,44	PI	0,0046	0,37	0,72
	Chã de Alegria	49	100	49,00	0,0426	66,4	Médio	2,83	4,00	TI/S	0,0066	0,44	0,84
	Chã Grande	75	17,3	12,98	0,0113	55,75	Baixo	0,63	0,89	PI	0,0017	0,10	0,19
	Lagoa do Carro	71	55	39,05	0,0339	52,66	Baixo	1,79	2,53	PI	0,0052	0,28	0,53
	Lagoa de Itaenga	57	100	57,00	0,0495	69,75	Médio	3,45	4,89	TI/S	0,0076	0,53	1,02
	Moreno	192	7,8	14,98	0,0130	67,29	Médio	0,88	1,24	PI	0,0020	0,14	0,26
	Paudalho	275	96,7	265,93	0,2310	66,3	Médio	15,32	21,70	PI/S	0,0357	2,37	4,54
	Pombos	244	62,3	152,01	0,1321	63,1	Médio	8,33	11,81	PI/S	0,0204	1,29	2,47
	Recife	217	31,8	69,01	0,0600	86,72	Muito Alto	5,20	7,37	PI/S	0,0093	0,80	1,54
	São Lourenço da Mata	265	79,2	209,88	0,1823	71,24	Alto	12,99	18,40	PI/S	0,0282	2,01	3,85
	Tracunhaém	118	9,3	10,97	0,0095	75,2	Alto	0,72	1,02	PI	0,0015	0,11	0,21
	Vitória de Santo Antão	339	59,36	201,23	0,1748	77,52	Alto	13,55	19,20	PI/S	0,0270	2,09	4,01
<b>TOTAL/MÉDIA MZ3</b>		<b>2098</b>		<b>1151,01</b>		<b>70,45</b>	<b>Alto</b>	<b>70,59</b>			<b>0,1545</b>	<b>10,90</b>	<b>20,90</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>11004</b>		<b>7451,93</b>							<b>1,0001</b>	<b>52,17</b>	<b>100,00</b>

PI = parcialmente inserido PI/S= parcialmente inserido/sede TI/S= totalmente inserido/sede. Fonte:

IATA (%) =  $\frac{\text{População Total Atendida Abastecimento Água}}{\text{População Total do(s) Município(s)}}$

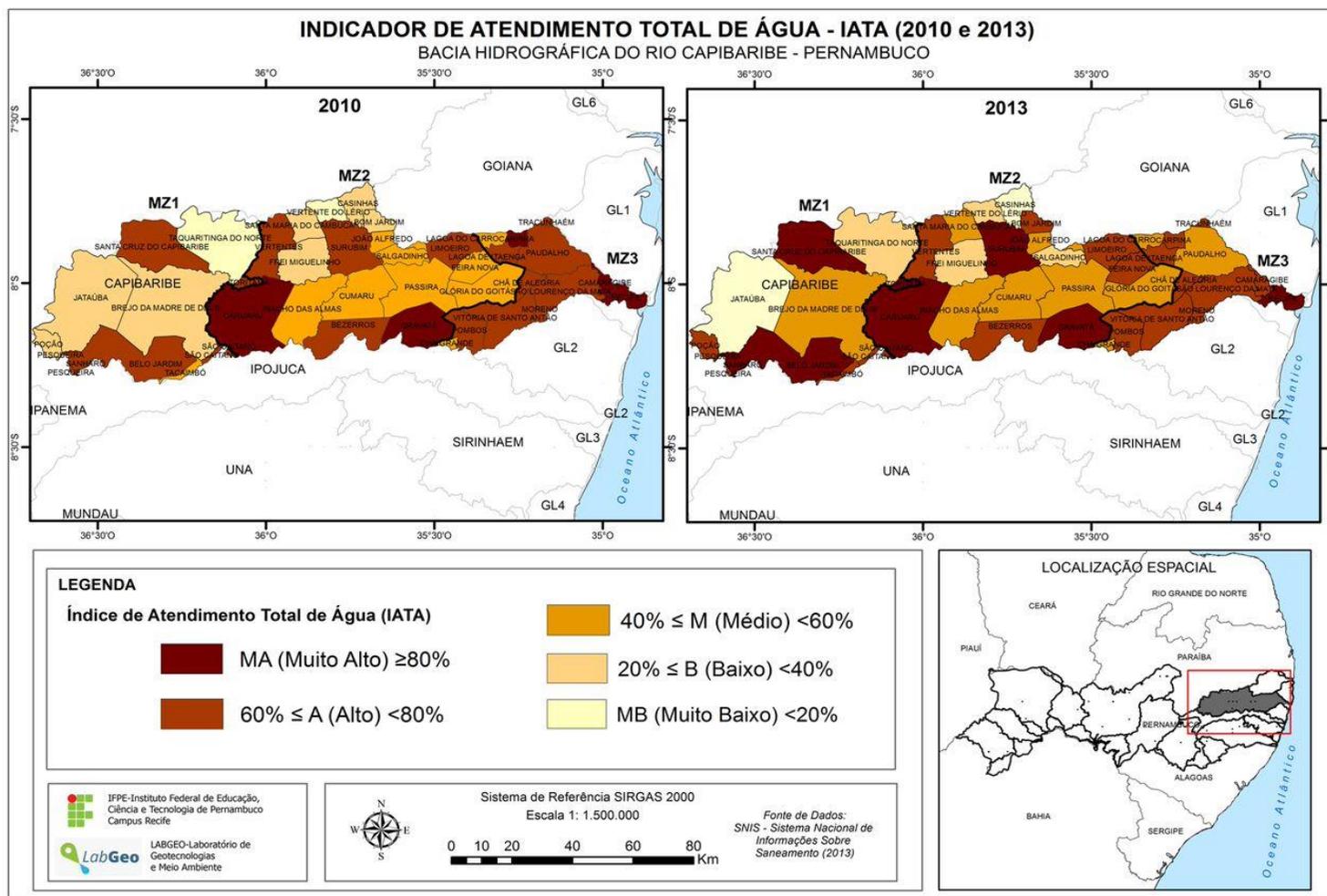
Análise estatística:

MZ 1: MÉDIA = 52,69; DESV. PADRÃO = 22,92; INT. CONF. = 14,21

MZ 2: MÉDIA = 50,01; DESV. PADRÃO = 23,03; INT. CONF. = 10,95

MZ3: MÉDIA = 70,45; DESV. PADRÃO = 10,14; INT. CONF. = 5,74

Figura 29 – Indicador de atendimento total de água na bacia hidrográfica do Capibaribe.



Fonte: LabGeo a partir de dados do SNIS (2010 e 2013).

Ainda analisando os dados do IATA para a bacia como um todo, constatou-se que apenas 11,91 % dos municípios foram classificados com o desempenho muito alto, os demais ficaram situados como alto (19,05 %), médio (23,81 %), baixo (9,52 %) e uma parte significativa dos municípios foi classificada como muito baixo (35,71 %).

Quando a análise do IATA é feita considerando as macrozonas, tem-se que, nenhum município da MZ 1 foi classificado como muito alto, 27,27 % dos municípios tiveram desempenho alto, outros 27,27 % situaram-se como médio, nenhum município ficou no grau baixo, e 45,45 % foi classificada como muito baixo.

Na análise do IATA na MZ2, obteve-se que 11,11% dos municípios tiveram grau muito alto, 11,11% ficaram com desempenho alto, outros 11,11 % situaram-se como médio, também 11,11% no grau baixo, e 45,45 % foi classificada como muito baixo.

Para a MZ3 constatou-se que, 23,08 % dos municípios foram classificados como muito alto, outros 23,08 % ficaram altos, 38,46 % tiveram grau médio, 15,38 % ainda se apresentaram baixos e nenhum município ficou no nível muito baixo.

Assim, pode-se inferir que a MZ 3 apresentou um desempenho melhor que as demais macrozonas em 2010, pois nenhum município foi classificado com desempenho muito baixo.

Esses resultados apontam que, apesar de cerca de 31 % dos municípios apresentarem uma boa cobertura de abastecimento de água na bacia do Capibaribe, por outro lado, ainda existe uma grande desigualdade, uma vez que, 45,23 % dos municípios foram classificados com grau baixo e muito baixo, e assim ainda requer uma maior atenção pelas autoridades e investimentos em infraestrutura básica.

Vale destacar que se for considerada a contribuição do IATA do município para macrozona e/ou bacia, ocorreu situações em que o valor do indicador não contribui no resultado médio ou final, como por exemplo o município de Pesqueira que teve valor de CIMZ\_IATA e CIMB\_IATA igual a zero, devendo essa situação ser considerada quando por ocasião de planejamento da gestão de recursos hídricos na bacia.

É importante lembrar que a universalização desses serviços constitui parâmetro mundial de qualidade de vida. Porém, no Brasil a desigualdade verificada no acesso da população a esses serviços ainda constitui o grande desafio posto ao Estado e à sociedade em geral nos dias atuais (IBGE, 2011).

Registra-se ainda, a existência de dados disponíveis para o IATA também no ano de 2013 e desta forma, procedeu-se um estudo comparativo do desempenho deste indicador para os anos de 2010 e 2013 (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores percentuais de atendimento total de água nos municípios da bacia do Capibaribe.

Macrozona	Municípios	IATA 2010	IATA 2013	Diferença 2013 - 2010
		%	%	%
MZ 1	Belo Jardim	73,96	99,15	25,19
	Brejo da Madre de Deus	26,19	51,67	25,48
	Jataúba	20,51	16,01	-4,5
	Pesqueira	63,43	64,75	1,32
	Poção	39,45	61,34	21,89
	Sanharó	69,41	85,69	16,28
	Santa Cruz do Capibaribe	75,44	83,15	7,71
	São Caitano	64,73	66,82	2,09
	Tacaimbó	49,04	65,22	16,18
	Taquaritinga do Norte	18,83	30,68	11,85
	Toritama	78,58	87,51	8,93
MZ 2	Bezerros	77,49	76,77	-0,72
	Bom Jardim	28,47	61,49	33,02
	Caruaru	86,09	89,02	2,93
	Casinhas	20,79	10,81	-9,98
	Cumarú	45,13	47,39	2,26
	Feira Nova	52,98	77,93	24,95
	Frei Miguelinho	28,02	32,43	4,41
	Glória do Goitá	48,52	50,92	2,4
	Gravatá	82,56	100	17,44
	João Alfredo	57,86	57,73	-0,13
	Limoeiro	66,47	72,03	5,56
	Passira	49,16	55,98	6,82
	Riacho das Almas	40,35	55,95	15,6
	Salgadinho	42,6	36,39	-6,21
	Santa Maria do Cambucá	31,92	40,91	8,99
Surubim	79,13	92,58	13,45	
Vertente do Lério	2,08	23,78	21,7	
Vertentes	60,63	61,49	0,86	
MZ 3	Camargibe	81,72	79,49	-2,23
	Carpina	82,19	77,71	-4,48
	Chã de Alegria	66,4	61,31	-5,09
	Chã Grande	55,75	59,83	4,08
	Lagoa do Carro	52,66	59,56	6,9
	Lagoa de Itaenga	69,75	77,14	7,39
	Moreno	67,29	77,61	10,32
	Paudalho	66,3	49,61	-16,69
	Pombos	63,1	66,46	3,36
	Recife	86,72	82,98	-3,74
	São Lourenço da Mata	71,24	62,52	-8,72
	Tracunhaém	75,2	65,54	-9,66
Vitória de Santo Antão	77,52	72,66	-4,86	

Fonte: A autora, a partir de dados do SNIS (2010 e 2013).

A partir da análise da diferença do IATA entre os anos de 2010 e 2013, pôde-se perceber que houve melhoria no atendimento total de água em 69,05% dos municípios, demonstrando o esforço de investimentos do governo na melhoria deste serviço.

Este valor percentual do IATA na bacia do Capibaribe apresenta correlação direta com os valores deste indicador no estado de Pernambuco, que apresenta 70,53 % de abastecimento de água. Já na região Nordeste registra-se 66,39% de atendimento em domicílios particulares permanentes ligados à rede geral, percentuais estes que se traduzem em desafios para chegar a universalização do abastecimento de água para toda população.

Por outro lado, é preciso registrar que o Estado de Pernambuco vive atualmente a maior seca dos últimos 60 anos. De acordo com a COMPESA (2016), essa situação vem causando o colapso dos sistemas de abastecimento d'água em 27 localidades, além da redução do volume distribuído de água em 34 localidades.

No âmbito da bacia do Capibaribe, esse cenário de escassez hídrica ocorreu em decorrência da situação de colapso no armazenamento de água na maioria dos reservatórios, em 2016 (Quadro 29).

Quadro 29 – Situação dos reservatórios na bacia hidrográfica do Capibaribe, em 2016

<b>Reservatório</b>	<b>Volume (%)</b>
Carpina	13%
Jucazinho	0,0%
Goitá	45%
Tapacurá	54%
Várzea do Una	71%
Tabocas - Piaça	18%

Fonte: COMPESA (2016).

Como forma de minimizar os efeitos dessa seca, estava sendo realizado o abastecimento emergencial com 200 caminhões-pipa para atender às zonas urbanas dos municípios pela COMPESA, e mais aproximadamente 800 caminhões-pipa para a zona rural pela Secretaria de Agricultura e Exército. Além dessas ações, também se deu o abastecimento complementar com caminhões-pipa de Prefeituras e do IPA/Secretarias de Agricultura (COMPESA, 2016).

### ***Indicador de Coleta de Esgoto (ICE)***

Em relação ao desempenho do Indicador de Coleta de Esgoto (ICE) na bacia do Capibaribe, considerou-se a cobertura de esgotamento sanitário para os domicílios particulares permanentes ligados à rede geral ou pluvial, para o ano de 2010, de acordo com a disponibilidade de dados do IBGE (Tabela 7).

Observou-se que, o percentual de cobertura de esgotamento sanitário na bacia, em 2010, teve grande variação, indo desde o valor de 1,01% no município de Salgadinho, até 85,65% em Santa Cruz do Capibaribe.

Destaca-se que, esses resultados estão relacionados com a cobertura de esgotamento sanitário na região Nordeste com baixos níveis de atendimento, cerca de 45 %. Em Pernambuco tinha-se apenas 34,25% de atendimento, sendo um enorme desafio a ser enfrentado pelo governo (IBGE, 2011).

No entanto, deve-se atentar que, quando se analisa os dados exclusivos de coleta e tratamento de esgoto em separado da rede pluvial, a quantidade de informação disponível no SNIS cobre apenas o ano de 2013, mostrando que apenas 7 (sete) municípios na bacia do Capibaribe apresentaram os esgotos tratados (Quadro 30).

Essa situação na bacia retrata a intensa pressão que a mesma sofre em decorrência das formas irregulares de uso dos recursos hídricos, como o lançamento de efluentes domésticos e industriais de empreendimentos localizados às margens do rio em vários municípios.

Tabela 7 – Aplicação do indicador ICE na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010

(continua)

Macrozona	Município	Área do Município Km <sup>2</sup>	% Área do Município na Bacia	Área do Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Peso área município na MZ	ICE 2010 %	Grau de desempenho ICE Municipal	ICE*W1	CIM_ICE	Situação na Bacia	W2 Peso área município na bacia	ICE*W2	CIB_ICE %
MZ 1 11 Municípios	Belo Jardim	645	63,55	409,90	0,1485	70,62	Alto	10,49	19,66	PI	0,0550	3,88	9,20
	Brejo da Madre de Deus	759	100	759,00	0,2750	49,69	Muito Baixo	13,66	25,61	TI/S	0,1019	5,06	11,99
	Jataúba	715	100	715,00	0,2590	41,65	Muito Baixo	10,79	20,22	TI/S	0,0959	4,00	9,47
	Pesqueira	4	0,4	0,02	0,0000	53,9	Baixo	0,00	0,00	PI	0,0000	0,00	0,00
	Poção	201	8,5	17,09	0,0062	41,78	Muito Baixo	0,26	0,48	PI	0,0023	0,10	0,23
	Sanharó	253	2,35	5,95	0,0022	42,96	Muito Baixo	0,09	0,17	PI	0,0008	0,03	0,08
	Santa Cruz do Capibaribe	340	100	340,00	0,1232	85,65	Muito Alto	10,55	19,78	TI/S	0,0456	3,91	9,26
	São Caetano	378	3,44	13,00	0,0047	49,47	Muito Baixo	0,23	0,44	PI	0,0017	0,09	0,20
	Tacaimbó	230	11,3	25,99	0,0094	38,95	Muito Baixo	0,37	0,69	PI	0,0035	0,14	0,32
	Taquaritinga do Norte	470	94,5	444,15	0,1609	37,69	Muito Baixo	6,07	11,37	PI/S	0,0596	2,25	5,32
Toritama	30	100	30,00	0,0109	77,29	Alto	0,84	1,57	TI/S	0,0040	0,31	0,74	
<b>TOTAL/MÉDIA MZ1</b>		<b>4025</b>		<b>2760,09</b>		<b>53,60</b>	<b>Baixo</b>	<b>53,35</b>				<b>19,76</b>	<b>46,80</b>
MZ 2 18 Municípios	Bezerros	487	45,3	220,61	0,0623	68,84	Médio	4,29	11,67	PI	0,0296	2,04	4,83
	Bom Jardim	220	24,5	53,90	0,0152	12,75	Muito Baixo	0,19	0,53	PI	0,0072	0,09	0,22
	Caruaru	933	57	531,81	0,1502	75,75	Alto	11,38	30,96	PI	0,0714	5,41	12,80
	Casinhas	118	89	105,02	0,0297	11,18	Muito Baixo	0,33	0,90	PI/S	0,0141	0,16	0,37
	Cumaru	298	100	298,00	0,0842	16,63	Muito Baixo	1,40	3,81	TI/S	0,0400	0,67	1,58
	Feira Nova	106	100	106,00	0,0299	15,44	Muito Baixo	0,46	1,26	TI/S	0,0142	0,22	0,52
	Frei Miguelinho	219	100	219,00	0,0618	12,00	Muito Baixo	0,74	2,02	TI/S	0,0294	0,35	0,84
	Glória do Goitá	232	100	232,00	0,0655	33,98	Muito Baixo	2,23	6,06	TI/S	0,0311	1,06	2,51
	Gravatá	510	47	239,70	0,0677	61,18	Médio	4,14	11,27	PI	0,0322	1,97	4,66
	João Alfredo	137	39,4	53,98	0,0152	13,12	Muito Baixo	0,20	0,54	PI	0,0072	0,10	0,
	Limoeiro	268	51,5	138,02	0,0390	31,50	Muito Baixo	1,23	3,34	PI/S	0,0185	0,58	1,38
	Passira	341	100	341,00	0,0963	3,84	Muito Baixo	0,37	1,01	TI/S	0,0458	0,18	0,42
	Riacho das Almas	315	97,4	306,81	0,0866	41,29	Muito Baixo	3,58	9,74	PI/S	0,0412	1,70	4,03
Salgadinho	85	100	85,00	0,0240	1,01	Muito Baixo	0,02	0,07	TI/S	0,0114	0,01	0,03	
Santa Maria do Cambucá	88	100	88,00	0,0249	14,65	Muito Baixo	0,36	0,99	TI/S	0,0118	0,17	0,41	

(continuação)

Macrozona	Município	Área do Município Km <sup>2</sup>	% Área do Município na Bacia	Área do Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Peso área município na MZ	ICE 2010 %	Grau de desempenho ICE Municipal	ICE*W1	CIM_ICE	Situação na Bacia	W2 Peso área município na Bacia	ICE*W2	CIB_ICE %
	Surubim	257	100	257,00	0,0726	55,44	Baixo	4,02	10,95	TI/S	0,0345	1,91	4,53
	Vertente do Lério	72	97,2	69,98	0,0198	2,77	Muito Baixo	0,05	0,15	TI/S	0,0094	0,03	0,06
	Vertentes	195	100	195,00	0,0551	31,72	Muito Baixo	1,75	4,75	TI/S	0,0262	0,83	1,97
	<b>TOTAL/MÉDIA MZ2</b>	<b>4881</b>		<b>3540,83</b>		<b>27,95</b>	<b>Muito Baixo</b>	<b>36,75</b>				<b>17,46</b>	<b>41,36</b>
MZ 3 13 Municípios	Camaragibe	52	67,3	35,00	0,0304	20,79	Muito Baixo	0,63	1,95	PI/S	0,0047	0,10	0,23
	Carpina	144	23,6	33,98	0,0295	3,1	Muito Baixo	0,09	0,28	PI	0,0046	0,01	0,03
	Chã de Alegria	49	100	49,00	0,0426	13,14	Muito Baixo	0,56	1,73	TI/S	0,0066	0,09	0,20
	Chã Grande	75	17,3	12,98	0,0113	45,13	Muito Baixo	0,51	1,57	PI	0,0017	0,08	0,19
	Lagoa do Carro	71	55	39,05	0,0339	2,28	Muito Baixo	0,08	0,24	PI	0,0052	0,01	0,03
	Lagoa de Itaenga	57	100	57,00	0,0495	12,03	Muito Baixo	0,60	1,84	TI/S	0,0076	0,09	0,22
	Moreno	192	7,8	14,98	0,0130	39,47	Muito Baixo	0,51	1,59	PI	0,0020	0,08	0,19
	Paudalho	275	96,7	265,93	0,2310	14,4	Muito Baixo	3,33	10,29	PI/S	0,0357	0,51	1,22
	Pombos	244	62,3	152,01	0,1321	50,16	Baixo	6,62	20,48	PI/S	0,0204	1,02	2,42
	Recife	217	31,8	69,01	0,0600	54,99	Baixo	3,30	10,19	PI/S	0,0093	0,51	1,21
	São Lourenço da Mata	265	79,2	209,88	0,1823	31,28	Muito Baixo	5,70	17,64	PI/S	0,0282	0,88	2,09
	Tracunhaém	118	9,3	10,97	0,0095	18,94	Muito Baixo	0,18	0,56	PI	0,0015	0,03	0,07
	Vitória de Santo Antão	339	59,36	201,23	0,1748	58,49	Baixo	10,23	31,62	PI/S	0,0270	1,58	3,74
	<b>TOTAL/MÉDIA MZ3</b>	<b>2098</b>		<b>1151,01</b>		<b>28,02</b>	<b>Muito Baixo</b>	<b>32,34</b>				<b>4,99</b>	<b>11,83</b>
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>11004</b>		<b>7451,93</b>								<b>42,22</b>	<b>100,00</b>

PI = parcialmente inserido

PI/S= parcialmente inserido/sede

TI/S= totalmente inserido/sede

ICE (%) =  $\frac{\text{Domicílios particulares permanentes atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial}}{\text{Total de domicílios particulares permanentes}}$

Análise estatística:

MZ 1: MÉDIA = 53,60; DESV. PADRÃO = 16,66; INT. CONF. = 10,33

MZ 2: MÉDIA = 27,95; DESV. PADRÃO = 23,57; INT. CONF. = 11,20

MZ3: MÉDIA = 28,02; DESV. PADRÃO = 19,71; INT. CONF. = 11,15

Quadro 30 – Condições de coleta e tratamento de esgoto nos municípios da bacia hidrográfica do Capibaribe, em 2013.

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>Coleta (%)</b>	<b>Tratamento (%)</b>
Belo Jardim	-	
Bezerros	-	
Bom Jardim	-	
Brejo da Madre de Deus	-	
Camaragibe	1,74	100
Carpina	-	
Caruaru	42,99	100
Casinhas	-	
Chã de Alegria	-	
Chã Grande	-	
Cumaru	-	
Feira Nova	-	
Frei Miguelinho	-	
Glória do Goitá	-	
Gravatá	1,58	100
Jataúba	-	
João Alfredo	-	
Lagoa do Carro	-	
Lagoa de Itaenga	-	
Limoeiro	-	
Moreno	17,40	100
Passira	-	
Paudalho	-	
Pesqueira	-	
Poção	-	
Pombos	-	
Recife	62,97	98,17
Riacho das Almas	-	
Salgadinho	-	
Sanharó	-	
Santa Cruz do Capibaribe	-	
Santa Maria do Cambucá	-	
São Caitano	-	
São Lourenço da Mata	13,27	100
Surubim	-	
Tacaimbó	-	
Taquaritinga do Norte	-	
Toritama	-	
Tracunhaém	-	
Vertente do Lério	-	
Vertentes	-	
Vitória de Santo Antão	23,49	100

Fonte: A autora a partir de dados do SNIS (2013).

### ***Indicador de Coleta e Tratamento de resíduos sólidos***

O Indicador de Coleta e Tratamento de resíduos sólidos (ICRS) que se refere a cobertura de domicílios particulares permanentes atendidos por coleta de lixo nos municípios teve desempenho no ano de 2010 bastante variado (Tabela 8 e Figura 30).

Observou-se que o percentual de cobertura na bacia, em 2010, foi desde o valor de 20 % no município de Casinhas até quase 100 % na capital Recife, constatando-se assim, uma melhor cobertura no atendimento desse serviço nos municípios mais urbanizados.

De acordo com o IPEA (2012), existem grandes discrepâncias quando se comparam os domicílios urbanos com os domicílios rurais, uma vez que a coleta em domicílios rurais alcança apenas metade da taxa de cobertura das áreas urbanas, sendo um percentual de 30% na região Nordeste.

Essa taxa de cobertura de coleta e o transporte dos resíduos sólidos vem crescendo continuamente, alcançando, em 2009, quase 90% do total de domicílios e se aproximando da totalidade dos domicílios urbanos (IPEA, 2012).

Porém, apesar do elevado índice, esta cobertura é distribuída de forma desigual no território, com diferenças entre as taxas de cobertura nas várias regiões do país, sendo as regiões Norte e Nordeste aquelas com menor taxa.

Tabela 8 – Aplicação do indicador ICRS na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010

(continua)

Macrozona	Município	Área do Município Km <sup>2</sup>	% Área do Município na Bacia	Área do Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Peso área município na MZ	ICRS 2010 %	Grau de desempenho ICRS Municipal	ICRS*W1	CIMZ_ICRS %	Situação na Bacia	W2 Peso área município na bacia	ICRS*W2	CIB_ICRS %
MZ 1 11 Municípios	Belo Jardim	645	63,55	409,90	0,1485	87,24	Muito Alto	12,96	17,32	PI	0,0550	4,80	6,72
	Brejo da Madre de Deus	759	100	759,00	0,2750	77,74	Alto	21,38	28,58	TI/S	0,1019	7,92	11,09
	Jataúba	715	100	715,00	0,2590	50,59	Baixo	13,11	17,52	TI/S	0,0959	4,85	6,80
	Pesqueira	4	0,4	0,02	0,0000	72,70	Alto	0,00	0,00	PI	0,0000	0,00	0,00
	Poção	201	8,5	17,09	0,0062	63,81	Médio	0,39	0,53	PI	0,0023	0,15	0,20
	Sanharó	253	2,35	5,95	0,0022	71,01	Alto	0,15	0,20	PI	0,0008	0,06	0,08
	Santa Cruz do Capibaribe	340	100	340,00	0,1232	95,68	Muito Alto	11,79	15,75	TI/S	0,0456	4,37	6,11
	São Caetano	378	3,44	13,00	0,0047	76,40	Alto	0,36	0,48	PI	0,0017	0,13	0,19
	Tacaimbó	230	11,3	25,99	0,0094	60,29	Médio	0,57	0,76	PI	0,0035	0,21	0,29
	Taquaritinga do Norte	470	94,5	444,15	0,1609	81,12	Muito Alto	13,05	17,45	PI/S	0,0596	4,83	6,77
	Toritama	30	100	30,00	0,0109	96,82	Muito Alto	1,05	1,41	TI/S	0,0040	0,39	0,55
<b>TOTAL/MÉDIA MZ1</b>		<b>4025</b>		<b>2760,09</b>		<b>75,76</b>	<b>Alto</b>	<b>74,81</b>	<b>100,00</b>			<b>27,71</b>	<b>38,81</b>
MZ 2 18 Municípios	Bezerros	487	45,3	220,61	0,0623	84,58	Muito Alto	5,27	7,90	PI	0,0296	2,50	3,51
	Bom Jardim	220	24,5	53,90	0,0152	40,32	Muito Baixo	0,61	0,92	PI	0,0072	0,29	0,41
	Caruaru	933	57	531,81	0,1502	95,52	Muito Alto	14,35	21,52	PI	0,0714	6,82	9,55
	Casinhas	118	89	105,02	0,0297	20,74	Muito Baixo	0,62	0,92	PI/S	0,0141	0,29	0,41
	Cumaru	298	100	298,00	0,0842	46,68	Muito Baixo	3,93	5,89	TI/S	0,0400	1,87	2,61
	Feira Nova	106	100	106,00	0,0299	80,56	Muito Alto	2,41	3,62	TI/S	0,0142	1,15	1,61
	Frei Miguelinho	219	100	219,00	0,0618	52,08	Baixo	3,22	4,83	TI/S	0,0294	1,53	2,14
	Glória do Goitá	232	100	232,00	0,0655	62,44	Médio	4,09	6,14	TI/S	0,0311	1,94	2,72
	Gravatá	510	47	239,70	0,0677	84,82	Muito alto	5,74	8,61	PI	0,0322	2,73	3,82
	João Alfredo	137	39,4	53,98	0,0152	45,43	Muito Baixo	0,69	1,04	PI	0,0072	0,33	0,46
	Limoeiro	268	51,5	138,02	0,0390	84,15	Muito alto	3,28	4,92	PI/S	0,0185	1,56	2,18
	Passira	341	100	341,00	0,0963	58,60	Baixo	5,64	8,46	TI/S	0,0458	2,68	3,76
	Riacho das Almas	315	97,4	306,81	0,0866	53,15	Baixo	4,61	6,91	PI/S	0,0412	2,19	3,07
Salgadinho	85	100	85,00	0,0240	33,10	Muito Baixo	0,79	1,19	TI/S	0,0114	0,38	0,53	
Santa Maria do Cambucá	88	100	88,00	0,0249	42,55	Muito baixo	1,06	1,59	TI/S	0,0118	0,50	0,70	

(continuação)

Macrozona	Município	Área do Município Km <sup>2</sup>	% Área do Município na Bacia	Área do Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Peso área município na MZ	ICRS 2010	Grau de desempenho ICRS Municipal	ICRS*W1	CIMZ_ICRS %	Situação na Bacia	W2 Peso área município na bacia	ICRS*W2	CIB_ICRS %
	Surubim	257	100	257,00	0,0726	76,72	Alto	5,57	8,35	TI/S	0,0345	2,65	3,71
	Vertente do Lério	72	97,2	69,98	0,0198	41,86	Muito Baixo	0,83	1,24	TI/S	0,0094	0,39	0,55
	Vertentes	195	100	195,00	0,0551	71,95	Alto	3,96	5,94	TI/S	0,0262	1,88	2,64
	<b>TOTAL/MÉDIA MZ2</b>	<b>4881</b>		<b>3540,83</b>		<b>59,74</b>	<b>Baixo</b>	<b>66,67</b>	<b>100,00</b>			<b>31,68</b>	<b>44,38</b>
	Camaragibe	52	67,3	35,00	0,0304	94,76	Muito Alto	2,88	3,71	PI/S	0,0047	0,45	0,62
	Carpina	144	23,6	33,98	0,0295	84,46	Muito Alto	2,49	3,21	PI	0,0046	0,39	0,54
	Chã de Alegria	49	100	49,00	0,0426	80,8	Muito Alto	3,44	4,42	TI/S	0,0066	0,53	0,74
	Chã Grande	75	17,3	12,98	0,0113	66,49	Médio	0,75	0,96	PI	0,0017	0,12	0,16
	Lagoa do Carro	71	55	39,05	0,0339	74,41	Alto	2,52	3,25	PI	0,0052	0,39	0,55
	Lagoa de Itaenga	57	100	57,00	0,0495	81,87	Muito Alto	4,05	5,22	TI/S	0,0076	0,63	0,88
MZ 3 13 Municípios	Moreno	192	7,8	14,98	0,0130	78,41	Alto	1,02	1,31	PI	0,0020	0,16	0,22
	Paudalho	275	96,7	265,93	0,2310	64,67	Médio	14,94	19,22	PI/S	0,0357	2,31	3,23
	Pombos	244	62,3	152,01	0,1321	65,47	Médio	8,65	11,12	PI/S	0,0204	1,34	1,87
	Recife	217	31,8	69,01	0,0600	97,86	Muito Alto	5,87	7,55	PI/S	0,0093	0,91	1,27
	São Lourenço da Mata	265	79,2	209,88	0,1823	82,51	Muito Alto	15,05	19,35	PI/S	0,0282	2,32	3,26
	Tracunhaém	118	9,3	10,97	0,0095	80,24	Muito Alto	0,77	0,98	PI	0,0015	0,12	0,17
	Vitória de Santo Antão	339	59,36	201,23	0,1748	87,58	Muito Alto	15,31	19,70	PI/S	0,0270	2,36	3,31
	<b>TOTAL/MÉDIA MZ3</b>	<b>2098</b>		<b>1151,01</b>		<b>79,96</b>	<b>Alto</b>	<b>77,74</b>	<b>100,00</b>			<b>12,01</b>	<b>16,82</b>
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>11004</b>		<b>7451,93</b>		<b>215,46</b>						<b>71,39</b>	<b>100,00</b>

PI = parcialmente inserido PI/S= parcialmente inserido/sede TI/S= totalmente inserido/sede

Domicílios particulares permanentes atendidos por coleta de serviço de limpeza

CRS (%) =

\_\_\_\_\_

Total de Domicílios particulares permanentes

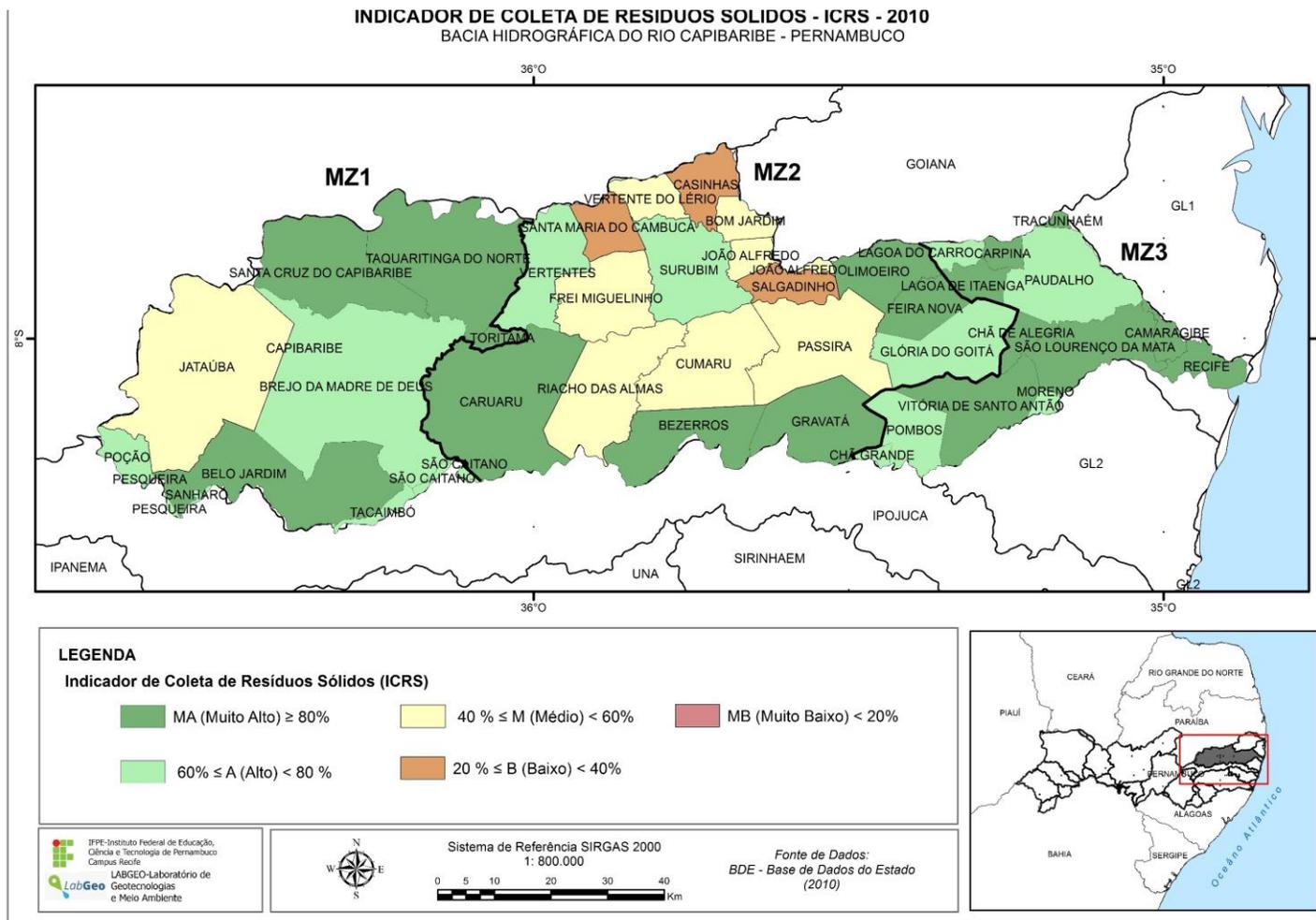
Análise estatística:

MZ 1: MÉDIA = 75,76; DESV. PADRÃO = 14,33; INT. CONF. = 8,88

MZ 2: MÉDIA = 59,74 ; DESV. PADRÃO = 21,29; INT. CONF. = 10,12

MZ3: MÉDIA = 79,96; DESV. PADRÃO = 10,36; INT. CONF. = 5,86

Figura 30 – Aplicação do ICRS na bacia hidrográfica do Capibaribe, em 2010.



Fonte: LabGeo a partir de dados do SNIS (2010).

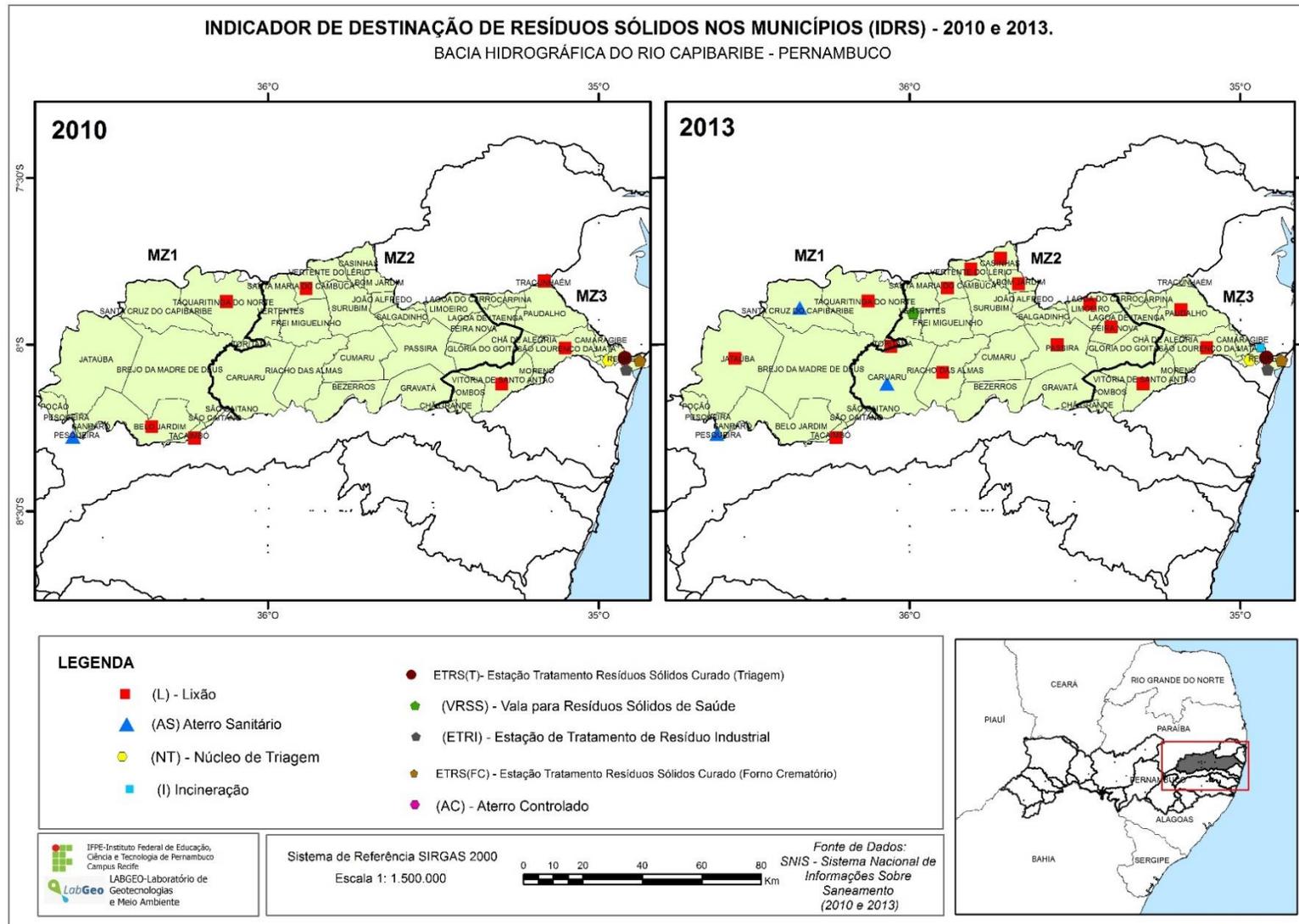
Vale destacar que, apesar da coleta de resíduos apresentar bom desempenho na bacia do Capibaribe, constatou-se que poucos municípios apresentam uma destinação dos mesmos de forma adequada, representada pelo Indicador de Destinação de Resíduos Sólidos (IDRS) no Quadro 31 e Figura 31.

Quadro 31 – Indicador de destinação de resíduos sólidos na bacia do Capibaribe.

NOME DO MUNICÍPIO	IDRS 2010	IDRS 2013
Belo Jardim	L	-
Bezerros	-	-
Bom Jardim	-	L
Brejo da Madre de Deus	-	-
Camaragibe	-	-
Carpina	-	-
Caruaru	-	AS
Casinhas	-	L
Chã de Alegria	-	-
Chã Grande	-	-
Cumaru	-	-
Feira Nova	-	L
Frei Miguelinho	-	-
Glória do Goitá	-	-
Gravatá	-	-
Jataúba	-	L
João Alfredo	-	-
Lagoa do Carro	-	-
Lagoa de Itaenga	-	-
Limoeiro	-	L
Moreno	-	-
Passira	-	L
Paudalho	-	L
Pesqueira	AS	AS
Poção	-	-
Pombos	-	-
Recife	ETRS(T)	ETRS(T)
Recife	ETRS (FC)	ETRS (FC)
Recife	NT	NT
Recife	ETRI	ETRI
Recife	-	I
Riacho das Almas	-	L
Salgadinho	-	-
Sanharó	-	-
Santa Cruz do Capibaribe	-	AS
Santa Maria do Cambucá	L	L
São Caitano	-	-
São Lourenço da Mata	L	L
Surubim	-	-
Tacaimbó	L	L
Taquaritinga do Norte	L	L
Toritama	-	L
Tracunhaém	L	-
Vertente do Lério	-	L
Vertentes	-	VRSS
Vitória de Santo Antão	L	L

L = Lixão; AS = Aterro Sanitário; AC = Aterro Controlado; ETRS (T) = Estação Tratamento Resíduos Sólidos Curado (Triagem); ETRS (FC) = Estação Tratamento Resíduos Sólidos Curado (Forno Crematório); NT = Núcleo Triagem; STR (I) = Stericycle Tratamento de Resíduos (Incineração); VRSS = Vala para resíduos sólidos de saúde. Fonte: SNIS (2010, 2013 e 2014).

Figura 31 – Indicador de tratamento de resíduos sólidos na bacia hidrográfica do Capibaribe



Fonte: LabGeo a partir de dados do SNIS (2010 e 2013).

Diante dos resultados obtidos em relação aos indicadores ambientais aplicados na bacia do Capibaribe, para os anos de 2010 e 2013, tem-se que a cobertura de abastecimento de água apresentou melhores resultados, em consonância com o que ocorre no País, com níveis maiores em relação aos outros indicadores de saneamento. Mas, é importante ressaltar que existe um déficit grande em relação ao atendimento dos serviços de tratamento adequado do esgoto e dos resíduos sólidos na bacia do Capibaribe, o requer uma atenção maior dos governantes para o aumento de investimentos nessas áreas.

Nesse contexto, a UNESCO (2015) chama a atenção que as intervenções em recursos hídricos relacionadas à pobreza podem fazer a diferença para bilhões de pessoas, que são beneficiadas diretamente com a melhoria dos serviços de abastecimento de água e saneamento por meio de uma saúde melhor e da redução dos custos com saúde.

#### 4.3.1.2 *Dimensão social*

A análise dos dados do Indicador de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foi feita de acordo com a escala oficial que varia: muito alto (0,800 à 1), alto (0,700 à 0,799) médio (0,600 à 0,699), baixo (0,500 à 0,599) e muito baixo (0 à 0,499) (Tabela 9 e Figura 32).

Os dados censitários para o IDHM no ano de 2010, indicaram que o menor valor (0,53) correspondeu aos municípios de Poção e Jataúba, localizados na MZ 1. Já os maiores valores foram obtidos pela capital Recife (0,77), seguida dos municípios de Camaragibe (0,692), Carpina (0,68), Caruaru (0,677), Limoeiro (0,663), São Lourenço da Mata (0,653), Moreno (0,652).

Considerando-se as macrozonas, tem-se que o melhor valor do IDHM foi na MZ 3 (0,64), classificado como médio, desempenho este, fortemente influenciado pela capital Recife, além de outros municípios da RMR. Já as macrozonas MZ 1 (0,59) e MZ2 (0,59), classificadas como baixo desempenho, apontando que ainda existe grande necessidade de se intensificar, cada vez mais, os programas e ações voltados para a saúde, educação e geração de renda nos municípios da bacia do Capibaribe.

Em Pernambuco, o IDHM em 2010 foi de 0,673, também classificado como médio (BDE, 2017). Já na região Nordeste, observou-se que 61% dos municípios encontravam-se na faixa de baixo IDHM e nenhum município apresentou classificação de muito alto, demonstrando assim, a persistência de desigualdades regionais expressivas no país (IPEA, 2013). Ao nível de país, considerando o ano de 2010, o Brasil, registrou IDH no valor de 0,699, sendo o 73º país na classificação mundial.

Tabela 9 – Aplicação do indicador IDHM na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010

(continua)

Macrozona	Município	Área Município Km <sup>2</sup>	% Área Município na Bacia	Área Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Peso área município na MZ	IDHM 2010	Grau de desempenho IDHM	IDHM*W1	CIB_IDHM	Situação na Bacia	W2 Peso área município na bacia	IDHM*W2	CIB_IDHM %
MZ 1 11 Municípios	Belo Jardim	645	63,55	409,90	0,1485	0,629	MÉDIO	0,09	15,83	PI	0,0550	0,03	5,77
	Brejo da Madre de Deus	759	100	759,00	0,2750	0,562	BAIXO	0,15	26,19	TI/S	0,1019	0,06	9,54
	Jataúba	715	100	715,00	0,2590	0,53	BAIXO	0,14	23,27	TI/S	0,0960	0,05	8,48
	Pesqueira	4	0,4	0,02	0,0000	0,61	MÉDIO	0,00	0,00	PI	0,0000	0,00	0,00
	Poção	201	8,5	17,09	0,0062	0,528	BAIXO	0,00	0,55	PI	0,0023	0,00	0,20
	Sanharó	253	2,35	5,95	0,0022	0,603	MÉDIO	0,00	0,22	PI	0,0008	0,00	0,08
	Santa Cruz do Capibaribe	340	100	340,00	0,1232	0,648	MÉDIO	0,08	13,53	TI/S	0,0456	0,03	4,93
	São Caetano	378	3,44	13,00	0,0047	0,591	BAIXO	0,00	0,47	PI	0,0017	0,00	0,17
	Tacaimbó	230	11,3	25,99	0,0094	0,554	BAIXO	0,01	0,88	PI	0,0035	0,00	0,32
	Taquaritinga do Norte	470	94,5	444,15	0,1609	0,641	MÉDIO	0,10	17,48	PI/S	0,0596	0,04	6,37
	Toritama	30	100	30,00	0,0109	0,618	MÉDIO	0,01	1,14	TI/S	0,0040	0,00	0,41
SOMA/MÉDIA MZ1		4025		2760,09		0,59	BAIXO	0,59	99,58		0,3704	0,22	36,27
MZ 2 18 Municípios	Bezerros	487	45,3	220,61	0,0623	0,606	MÉDIO	0,04	6,19	PI	0,0296	0,02	2,99
	Bom Jardim	220	24,5	53,90	0,0152	0,602	MÉDIO	0,01	1,50	PI	0,0072	0,00	0,73
	Caruaru	933	57	531,81	0,1502	0,677	MÉDIO	0,10	16,67	PI	0,0714	0,05	8,05
	Casinhas	118	89	105,02	0,0297	0,567	BAIXO	0,02	2,76	PI/S	0,0141	0,01	1,33
	Cumaru	298	100	298,00	0,0842	0,572	BAIXO	0,05	7,89	TI/S	0,0400	0,02	3,81
	Feira Nova	106	100	106,00	0,0299	0,6	MÉDIO	0,02	2,94	TI/S	0,0142	0,01	1,42
	Frei Miguelinho	219	100	219,00	0,0618	0,576	BAIXO	0,04	5,84	TI/S	0,0294	0,02	2,82
	Glória do Goitá	232	100	232,00	0,0655	0,604	MÉDIO	0,04	6,49	TI/S	0,0311	0,02	3,13
	Gravatá	510	47	239,70	0,0677	0,634	MÉDIO	0,04	7,04	PI	0,0322	0,02	3,40
	João Alfredo	137	39,4	53,98	0,0152	0,576	BAIXO	0,01	1,44	PI	0,0072	0,00	0,70
	Limoeiro	268	51,5	138,02	0,0390	0,663	MÉDIO	0,03	4,24	PI/S	0,0185	0,01	2,05
	Passira	341	100	341,00	0,0963	0,592	BAIXO	0,06	9,35	TI/S	0,0458	0,03	4,52
	Riacho das Almas	315	97,4	306,81	0,0866	0,57	BAIXO	0,05	8,10	PI/S	0,0412	0,02	3,91
Salgadinho	85	100	85,00	0,0240	0,534	BAIXO	0,01	2,10	TI/S	0,0114	0,01	1,02	
Santa Maria do Cambucá	88	100	88,00	0,0249	0,548	BAIXO	0,01	2,23	TI/S	0,0118	0,01	1,08	

(continuação)

((Macrozona	Município	Área Município Km <sup>2</sup>	% Área Município na Bacia	Área Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Peso área município na MZ	IDHM 2010	Grau de desempenho IDHM	IDHM*W1	CIB_IDHM	Situação na Bacia	W2 Peso área município na bacia	IDHM*W2	CIB_IDHM %
	Surubim	257	100	257,00	0,0726	0,635	MÉDIO	0,05	7,56	TI/S	0,0345	0,02	3,65
	Vertente do Lério	72	97,2	69,98	0,0198	0,563	BAIXO	0,01	1,82	TI/S	0,0094	0,01	0,88
	Vertentes	195	100	195,00	0,0551	0,582	BAIXO	0,03	5,25	TI/S	0,0262	0,02	2,54
	SOMA/MÉDIA MZ2	4881		3540,83		0,59		0,61	99,41		0,4752	0,29	48,03
MZ 3 13 Municípios	Camaragibe	52	67,3	35,00	0,0304	0,692	MÉDIO	0,02	3,29	PI/S	0,0047	0,00	0,54
	Carpina	144	23,6	33,98	0,0295	0,68	MÉDIO	0,02	3,14	PI	0,0046	0,00	0,52
	Chã de Alegria	49	100	49,00	0,0426	0,604	MÉDIO	0,03	4,02	TI/S	0,0066	0,00	0,66
	Chã Grande	75	17,3	12,98	0,0113	0,599	BAIXO	0,01	1,06	PI	0,0017	0,00	0,17
	Lagoa do Carro	71	55	39,05	0,0339	0,609	MÉDIO	0,02	3,23	PI	0,0052	0,00	0,53
	Lagoa de Itaenga	57	100	57,00	0,0495	0,602	MÉDIO	0,03	4,66	TI/S	0,0076	0,00	0,77
	Moreno	192	7,8	14,98	0,0130	0,652	MÉDIO	0,01	1,33	PI	0,0020	0,00	0,22
	Paudalho	275	96,7	265,93	0,2310	0,639	MÉDIO	0,15	23,07	PI/S	0,0357	0,02	3,80
	Pombos	244	62,3	152,01	0,1321	0,598	BAIXO	0,08	12,34	PI/S	0,0204	0,01	2,03
	Recife	217	31,8	69,01	0,0600	0,772	ALTO	0,05	7,23	PI/S	0,0093	0,01	1,19
	São Lourenço da Mata	265	79,2	209,88	0,1823	0,653	MÉDIO	0,12	18,60	PI/S	0,0282	0,02	3,07
	Tracunhaém	118	9,3	10,97	0,0095	0,605	MÉDIO	0,01	0,90	PI	0,0015	0,00	0,15
	Vitória de Santo Antão	339	59,36	201,23	0,1748	0,64	MÉDIO	0,11	17,48	PI/S	0,0270	0,02	2,88
SOMA/MÉDIA MZ3	2098		1151,01		0,64	MÉDIO	0,64	100,34		0,1545	0,10	16,53	
TOTAL GERAL	11004		7451,93								1,0001	0,60	100,83

PI = parcialmente inserido; PI/S= parcialmente inserido/sede; TI/S= totalmente inserido/sede

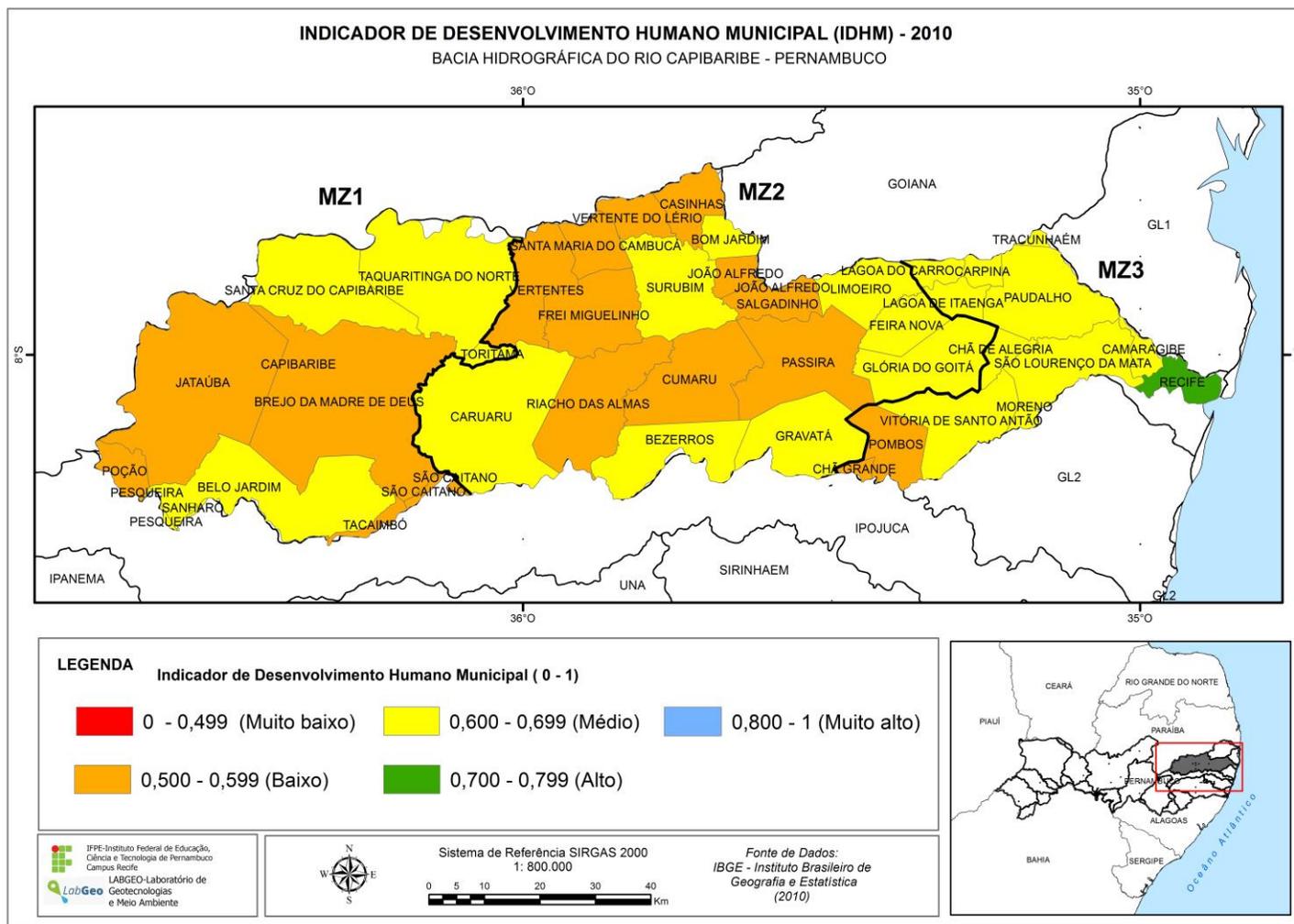
Análise estatística:

MZ 1: MÉDIA = 0,59; DESV. PADRÃO = 0,04; INT. CONF. = 0,02

MZ 2: MÉDIA = 0,59; DESV. PADRÃO = 0,04; INT. CONF. = 0,02

MZ 3: MÉDIA = 0,64; DESV. PADRÃO = 0,05; INT. CONF. = 0,03

Figura 32 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal na bacia hidrográfica do Capibaribe, em 2010.



Fonte: LabGeo a partir de dados do IBGE (2010).

#### 4.3.1.3 *Dimensão econômica*

Para avaliação do desempenho do produto Interno Bruto per capita (PIB per capita), no ano de 2010, obteve-se que que na bacia do Capibaribe como um todo, o valor de PIB per capita médio foi de R\$ 6.540,00, o qual é considerado muito baixo (Tabela 10).

Os valores médios por macrozona foram de R\$ 5.827,48 para a MZ 1, de R\$ 5.810,35 na MZ 2 e de R\$ 7.982,16 na MZ3, todos ficando numa faixa de desempenho baixo, merecendo destaque para a capital Recife localizada na MZ3, com valor de R\$ 21.598,63, com desempenho muito alto.

Destaca-se que, os valores médios da bacia do Capibaribe e suas macrozonas em 2010, ainda se situavam abaixo da média do PIB per capita em Pernambuco (R\$ 11.049,07), no Nordeste (R\$ 9.848,97) e no Brasil (R\$ 19.877,68), demonstrando assim, um baixo desempenho da maioria dos municípios da bacia.

De acordo com Leonard (2011), o PIB per capita não considera a distribuição desigual e injusta da riqueza, nem examina as condições de saúde e satisfação das pessoas. Além disto, os verdadeiros custos ecológicos e sociais do crescimento não são incluídos no PIB, pois, em geral, permite-se às indústrias “externalizar suas contas”, o que significa que não estão contabilizando os efeitos colaterais de suas atividades produtivas, como a contaminação de lençóis freáticos.

Tabela 10 – Aplicação do indicador PIB per capita na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010

(continua)

Macrozona	Município	Area Município Km <sup>2</sup>	% Area Município na Bacia	Area Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Área Município Macrozon a	PIB Per capita 2010 %	Grau de desempenho	PIB Per capita*W1	CIMZ_PI B Per capita	Situação na bacia	W2 Área Município na Bacia	PIB Per capita*W2	CIB_PIB Per capita %
MZ 1 11 Municípios	Belo Jardim	645	63,55	409,90	0,1485	11.163,52	Baixo	1657,88	28,3425	PI	0,0550	614,13	9,66
	Brejo da Madre de Deus	759	100	759,00	0,2750	3.971,42	Muito baixo	1092,10	18,6702	TI/S	0,1019	404,55	6,36
	Jataúba	715	100	715,00	0,2590	4.394,13	Muito baixo	1138,30	19,4599	TI/S	0,0960	421,66	6,63
	Pesqueira	4	0,4	0,02	0,0000	5.631,66	Muito baixo	0,03	0,0006	PI	0,0000	0,01	0,00
	Poção	201	8,5	17,09	0,0062	4.448,29	Muito baixo	27,53	0,4707	PI	0,0023	10,20	0,16
	Sanharó	253	2,35	5,95	0,0022	4.691,77	Muito baixo	10,11	0,1728	PI	0,0008	3,74	0,06
	Santa Cruz do Capibaribe	340	100	340,00	0,1232	8.217,45	Muito baixo	1012,26	17,3053	TI/S	0,0456	374,97	5,90
	São Caetano	378	3,44	13,00	0,0047	4.741,24	Muito baixo	22,34	0,3819	PI	0,0017	8,27	0,13
	Tacaimbó	230	11,3	25,99	0,0094	4.277,18	Muito baixo	40,28	0,6885	PI	0,0035	14,92	0,23
	Taquaritinga do Norte	470	94,5	444,15	0,1609	4.745,34	Muito baixo	763,61	13,0545	PI/S	0,0596	282,87	4,45
	Toritama	30	100	30,00	0,0109	7.820,30	Muito baixo	85,00	1,4531	TI/S	0,0040	31,49	0,50
TOTAL NA MZ1		4025		2760,09		5827,48	Muito baixo	5849,44			0,3704	2166,81	34,08
MZ 2 18 Municípios	Bezerros	487	45,3	220,61	0,0623	6501,76	Muito baixo	405,09	6,5197	PI	0,0296	192,50	3,03
	Bom Jardim	220	24,5	53,90	0,0152	4708,57	Muito baixo	71,68	1,1536	PI	0,0072	34,06	0,54
	Caruaru	933	57	531,81	0,1502	10794,81	Baixo	1621,31	26,0941	PI	0,0714	770,47	12,12
	Casinhas	118	89	105,02	0,0297	4538,95	Muito baixo	134,62	2,1667	PI/S	0,0141	63,98	1,01
	Cumaru	298	100	298,00	0,0842	4974,71	Muito baixo	418,68	6,7384	TI/S	0,0400	198,96	3,13
	Feira Nova	106	100	106,00	0,0299	3916,00	Muito baixo	117,23	1,8868	TI/S	0,0142	55,71	0,88
	Frei Miguelinho	219	100	219,00	0,0618	3891,54	Muito baixo	240,69	3,8738	TI/S	0,0294	114,38	1,80
	Glória do Goitá	232	100	232,00	0,0655	4139,80	Muito baixo	271,25	4,3655	TI/S	0,0311	128,90	2,03
	Gravatá	510	47	239,70	0,0677	7158,81	Muito baixo	484,62	7,7997	PI	0,0322	230,30	3,62
	João Alfredo	137	39,4	53,98	0,0152	4199,72	Muito baixo	64,02	1,0304	PI	0,0072	30,42	0,48
	Limoeiro	268	51,5	138,02	0,0390	6325,44	Muito baixo	246,56	3,9683	PI/S	0,0185	117,17	1,84
	Passira	341	100	341,00	0,0963	4325,68	Muito baixo	416,59	6,7047	TI/S	0,0458	197,97	3,11
	Riacho das Almas	315	97,4	306,81	0,0866	4997,14	Muito baixo	433,00	6,9689	PI/S	0,0412	205,77	3,24
	Salgadinho	85	100	85,00	0,0240	6640,86	Muito baixo	159,42	2,5657	TI/S	0,0114	75,76	1,19
	Santa Maria do Cambucá	88	100	88,00	0,0249	5890,00	Muito baixo	146,38	2,3560	TI/S	0,0118	69,56	1,09
	Surubim	257	100	257,00	0,0726	6800,90	Muito baixo	493,62	7,9446	TI/S	0,0345	234,58	3,69
	Vertente do Lério	72	97,2	69,98	0,0198	9218,49	Muito baixo	182,20	2,9324	TI/S	0,0094	86,58	1,36
	Vertentes	195	100	195,00	0,0551	5563,10	Muito baixo	306,37	4,9309	TI/S	0,0262	145,59	2,29
TOTAL NA MZ2		4881		3540,83		5810,35	Muito baixo	6213,33			0,4752	2952,66	46,44

(continuação)

Macrozona	Município	Área Município Km <sup>2</sup>	% Área Município na Bacia	Área Município na Bacia Km <sup>2</sup>	W1 Área Município Macrozona	PIB Per capita 2010 %	Grau de desempenho	PIB Per capita*W1	CIMZ_PI B Per capita	Situação na bacia	W2 Área Município na Bacia	PIB Per capita*W2	CIB_PIB Per capita %
MZ 3 13 Municípios	Camaragibe	52	67,3	35,00	0,0304	5650,21	Muito baixo	171,79	2,1437	PI/S	0,0047	26,54	0,42
	Carpina	144	23,6	33,98	0,0295	9486,83	Muito baixo	280,10	3,4953	PI	0,0046	43,27	0,68
	Chã de Alegria	49	100	49,00	0,0426	4639,65	Muito baixo	197,52	2,4647	TI/S	0,0066	30,51	0,48
	Chã Grande	75	17,3	12,98	0,0113	6100,95	Muito baixo	68,77	0,8582	PI	0,0017	10,62	0,17
	Lagoa do Carro	71	55	39,05	0,0339	5063,91	Muito baixo	171,80	2,1438	PI	0,0052	26,54	0,42
	Lagoa de Itaenga	57	100	57,00	0,0495	10074,40	Baixo	498,90	6,2256	TI/S	0,0076	77,07	1,21
	Moreno	192	7,8	14,98	0,0130	5992,06	Muito baixo	77,96	0,9729	PI	0,0020	12,04	0,19
	Paudalho	275	96,7	265,93	0,2310	6009,82	Muito baixo	1388,49	17,3263	PI/S	0,0357	214,49	3,37
	Pombos	244	62,3	152,01	0,1321	6700,42	Muito baixo	884,91	11,0425	PI/S	0,0204	136,70	2,15
	Recife	217	31,8	69,01	0,0600	21598,63	Muito alto	1294,89	16,1584	PI/S	0,0093	200,03	3,15
	São Lourenço da Mata	265	79,2	209,88	0,1823	5369,34	Muito baixo	979,07	12,2174	PI/S	0,0282	151,24	2,38
	Tracunhaém	118	9,3	10,97	0,0095	5970,58	Muito baixo	56,92	0,7103	PI	0,0015	8,79	0,14
	Vitória de Santo Antão	339	59,36	201,23	0,1748	11111,34	Baixo	1942,59	24,2408	PI/S	0,0270	300,08	4,72
TOTAL NA MZ3		2098		1151,01		7982,16	Muito baixo	8013,73			0,1545	1237,93	19,47
TOTAL GERAL		11004		7451,93		6540,00	Muito baixo				1,0001	6357,41	100,00

PI = parcialmente inserido PI/S= parcialmente inserido/sede TI/S= totalmente inserido/sede

$$\text{PIB per capita (R\$)} = \frac{\text{PIB (total de riquezas geradas por ano)}}{\text{População total do ano}}$$

Análise estatística:

MZ 1: MÉDIA = 5827,48; DESV. PADRÃO = 2272,46; INT. CONF. = 1408,46

MZ 2: MÉDIA = 5810,35; DESV. PADRÃO = 1875,69; INT. CONF. = 891,63

MZ 3: MÉDIA = 7982,16; DESV. PADRÃO = 4572,32; INT. CONF. = 2586,99

Escala de desempenho do PIB per capita:

%	R\$
IN ≥ 80	≥ 16000
70 ≤ IN ≤ 79,99	14000 ≤ IN ≤ 15999
60 ≤ IN ≤ 69,99	12000 ≤ IN ≤ 13999
50 ≤ IN ≤ 59,99	10000 ≤ IN ≤ 11999
IN ≤ 49,99	IN ≤ 99999

Com vistas a se ter uma noção geral dos valores dos indicadores na bacia, elaborou-se uma tabela resumo por município e macrozonas, para o ano de 2010, buscando-se uma possível correlação entre eles. Também se calculou os valores médios por indicadores por macrozona e para a bacia (Tabela 11).

Na MZ 1 destaca-se o bom desempenho dos indicadores para os municípios de Belo Jardim, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama. Na MZ 2 o bom desempenho ficou por conta dos municípios de Bezerros, Caruaru e Gravatá, os quais devem estar diretamente relacionados com uma economia local mais forte e com retorno para o bem-estar social.

Os municípios de Camaragibe, Moreno, Recife e São Lourenço da Mata fazem parte da RMR e estão inseridos na MZ3, apresentando desempenho dos indicadores variando de muito alto a médio para o IATA, de baixo a muito baixo para o ICE, de muito alto a alto para o ICRS, de alto a médio para o IDHM, e o PIB per capita de muito baixo a muito alto.

A capital Recife se destaca na maioria dos indicadores, como o IATA (86,72), o ICRS (97,86), o IDHM (0,77) e o PIB per capita (R\$ 21598,63), em relação aos demais municípios da bacia. O ICE no valor de 54,99 %, apesar de ser classificado como baixo, ainda é melhor do que na maioria dos municípios da bacia.

É comum se esperar que exista uma correlação direta entre os indicadores, no sentido de que quanto maior o desempenho do indicador econômico (PIB per capita), maior deveria ser o desempenho dos indicadores ambientais e sociais, porém isto não se dá dessa maneira para todos os municípios, a exemplo de Vertente do Lério (MZ 2), que teve um PIB per capita de R\$ 9218,49, no entanto, os indicadores ambientais foram muito baixos. Isto demonstra, cada vez mais, a necessidade de se utilizar indicadores de diferentes dimensões de desenvolvimento, buscando uma análise mais realista das condições da bacia.

Outro critério analisado na avaliação hidroambiental da bacia do Capibaribe foi em relação ao município possuir sua sede na bacia (Tabela 12).

Tabela 11 – Aplicação dos indicadores de sustentabilidade hidroambiental na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010

(continua)

Macrozona	Município	Área do Município Km <sup>2</sup>	% Área do Município na Bacia	Área do Município na Bacia Km <sup>2</sup>	IATA %	ICE %	ICRS %	IDHM	PIB per capita R\$
MZ 1 11 Municípios	Belo Jardim	645	63,55	409,90	73,96	70,62	87,24	0,629	11.163,52
	Brejo da Madre de Deus	759	100	759,00	26,19	49,69	77,74	0,562	3.971,42
	Jataúba	715	100	715,00	20,51	41,65	50,59	0,53	4.394,13
	Pesqueira	4	0,4	0,02	63,43	53,9	72,7	0,61	5.631,66
	Poção	201	8,5	17,09	39,45	41,78	63,81	0,528	4.448,29
	Sanharó	253	2,35	5,95	69,41	42,96	71,01	0,603	4.691,77
	Santa Cruz do Capibaribe	340	100	340,00	75,44	85,65	95,68	0,648	8.217,45
	São Caetano	378	3,44	13,00	64,73	49,47	76,4	0,591	4.741,24
	Tacaimbó	230	11,3	25,99	49,04	38,95	60,29	0,554	4.277,18
	Taquaritinga do Norte	470	94,5	444,15	18,83	37,69	81,12	0,641	4.745,34
	Toritama	30	100	30,00	78,58	77,29	96,82	0,618	7.820,30
TOTAL MZ 1		4025		2760,09	52,69	53,60	75,76	0,59	5827,48
MZ 2 18 Municípios	Bezerros	487	45,3	220,61	77,49	68,84	84,58	0,606	6501,76
	Bom Jardim	220	24,5	53,90	28,47	12,75	40,32	0,602	4708,57
	Caruaru	933	57	531,81	86,09	75,75	95,52	0,677	10794,81
	Casinhas	118	89	105,02	20,79	11,18	20,74	0,567	4538,95
	Cumaru	298	100	298,00	45,13	16,63	46,68	0,572	4974,71
	Feira Nova	106	100	106,00	52,98	15,44	80,56	0,6	3916,00
	Frei Miguelinho	219	100	219,00	28,02	12,00	52,08	0,576	3891,54
	Glória do Goitá	232	100	232,00	48,52	33,98	62,44	0,604	4139,80
	Gravatá	510	47	239,70	82,56	61,18	84,82	0,634	7158,81
	João Alfredo	137	39,4	53,98	57,86	13,12	45,43	0,576	4199,72
	Limoeiro	268	51,5	138,02	66,47	31,50	84,15	0,663	6325,44
	Passira	341	100	341,00	49,16	3,84	58,6	0,592	4325,68
	Riacho das Almas	315	97,4	306,81	40,35	41,29	53,15	0,57	4997,14
	Salgadinho	85	100	85,00	42,6	1,01	33,1	0,534	6640,86
	Santa Maria do Cambucá	88	100	88,00	31,92	14,65	42,55	0,548	5890,00
	Surubim	257	100	257,00	79,13	55,44	76,72	0,635	6800,90
	Vertente do Lério	72	97,2	69,98	2,08	2,77	41,86	0,563	9218,49
	Vertentes	195	100	195,00	60,63	31,72	71,95	0,582	5563,10
TOTAL MZ 2		4881		3540,83	50,01	27,95	59,74	0,59	5810,35

(continuação)

Macrozona	Município	Área do Município Km <sup>2</sup>	% Área do Município na Bacia	Área do Município na Bacia Km <sup>2</sup>	IATA 2010 %	ICE %	ICRS %	IDHM	PIB per capita R\$
MZ 3 13 Municípios	Camaragibe	52	67,3	35,00	81,72(MA)	20,79(MB)	94,76(MA)	0,692(M)	5650,21
	Carpina	144	23,6	33,98	82,19	3,1	84,46	0,68	9486,83
	Chã de Alegria	49	100	49,00	66,4	13,14	80,8	0,604	4639,65
	Chã Grande	75	17,3	12,98	55,75	45,13	66,49	0,599	6100,95
	Lagoa do Carro	71	55	39,05	52,66	2,28	74,41	0,609	5063,91
	Lagoa de Itaenga	57	100	57,00	69,75	12,03	81,87	0,602	10074,40
	Moreno	192	7,8	14,98	67,29(M)	39,47(MB)	78,41(A)	0,652(M)	5992,06
	Paudalho	275	96,7	265,93	66,3	14,4	64,67	0,639	6009,82
	Pombos	244	62,3	152,01	63,1	50,16	65,47	0,598	6700,42
	Recife	217	31,8	69,01	86,72(MA)	54,99(B)	97,86(MA)	0,772(A)	21598,63
	São Lourenço da Mata	265	79,2	209,88	71,24(A)	31,28(MB)	82,51(MA)	0,653(M)	5369,34
	Tracunhaém	118	9,3	10,97	75,2	18,94	80,24	0,605	5970,58
	Vitória de Santo Antão	339	59,36	201,23	77,52	58,49	87,58	0,64	11111,34
TOTAL MZ3		2098		1151,01	70,45	28,02	79,96	0,64	7982,16
TOTAL		11004		7451,93	57,72	36,52	71,82	0,61	19619,99
MÉDIA									6540,00

MA = muito alto; A = alto; M= médio; B = baixo; MB = muito baixo

Fonte: Elaborado pela própria autora, a partir de dados do BDE (2010), IBGE (2010) e SNIS (2010 e 2013).

Tabela 12 – Aplicação dos indicadores de sustentabilidade hidroambiental para os municípios com sede na bacia do Capibaribe, para o ano de 2010

Macrozona	Município	Área do Município na Bacia (Km <sup>2</sup> )	IATA %	ICE %	ICRS %	IDHM %	PIB per capita R\$
MZ 1 5 Municípios	Brejo da Madre de Deus	759,00	26,19	49,69	77,74	0,562	3.971,42
	Jataúba	715,00	20,51	41,65	50,59	0,53	4.394,13
	Santa Cruz do Capibaribe	340,00	75,44	85,65	95,68	0,648	8.217,45
	Taquaritinga do Norte	444,15	18,83	37,69	81,12	0,641	4.745,34
	Toritama	30,00	78,58	77,29	96,82	0,618	7.820,30
<b>TOTAL MZ 1</b>		<b>2288,15</b>	<b>43,91</b>	<b>58,39</b>	<b>80,39</b>	<b>0,60</b>	<b>5829,73</b>
MZ 2 11 Municípios	Casinhas	105,02	20,79	11,18	20,74	0,567	4538,95
	Cumaru	298,00	45,13	16,63	46,68	0,572	4974,71
	Feira Nova	106,00	52,98	15,44	80,56	0,6	3916,00
	Frei Miguelinho	219,00	28,02	12,00	52,08	0,576	3891,54
	Glória do Goitá	232,00	48,52	33,98	62,44	0,604	4139,80
	Passira	341,00	49,16	3,84	58,6	0,592	4325,68
	Riacho das Almas	306,81	40,35	41,29	53,15	0,57	4997,14
	Santa Maria do Cambucá	88,00	31,92	14,65	42,55	0,548	5890,00
	Surubim	257,00	79,13	55,44	76,72	0,635	6800,90
Vertente do Lério	69,98	2,08	2,77	41,86	0,563	9218,49	
Vertentes	195,00	60,63	31,72	71,95	0,582	5563,10	
<b>TOTAL MZ 2</b>		<b>2217,81</b>	<b>25,48</b>	<b>13,27</b>	<b>33,74</b>	<b>0,36</b>	<b>3236,46</b>
MZ 3 10 Municípios	Camaragibe	35,00	81,72	20,79	94,76	0,692	5650,21
	Carpina	33,98	82,19	3,1	84,46	0,68	9486,83
	Chã de Alegria	49,00	66,4	13,14	80,8	0,604	4639,65
	Lagoa de Itaenga	57,00	69,75	12,03	81,87	0,602	10074,40
	Paudalho	265,93	66,3	14,4	64,67	0,639	6009,82
	Pombos	152,01	63,1	50,16	65,47	0,598	6700,42
	Recife	69,01	86,72	54,99	97,86	0,772	21598,63
	São Lourenço da Mata	209,88	71,24	31,28	82,51	0,653	5369,34
	Tracunhaém	10,97	75,2	18,94	80,24	0,605	5970,58
Vitória de Santo Antão	201,23	77,52	58,49	87,58	0,64	11111,34	
<b>TOTAL MZ3</b>		<b>1084,01</b>	<b>74,01</b>	<b>27,73</b>	<b>82,02</b>	<b>0,65</b>	<b>8661,12</b>
<b>TOTAL/MÉDIA GERAL</b>		<b>5589,97</b>	<b>47,80</b>	<b>33,13</b>	<b>65,38</b>	<b>0,53</b>	<b>5909,10</b>

MA = muito alto; A = alto; M= médio; B = baixo; MB = muito baixo

Fonte: Elaborado pela própria autora, a partir de dados do BDE (2010), IBGE (2010) e SNIS (2010 e 2013).

Na sequência será apresentada uma análise do desempenho dos indicadores, todos os municípios da bacia e também, apenas para os municípios com sede na bacia (Quadro 32).

Quadro 32- Análise comparativa de desempenho médio dos indicadores, com todos municípios da bacia e com apenas os municípios com sede na bacia, em 2010.

<b>Situação na Bacia</b>	<b>Área do Município na Bacia Km<sup>2</sup></b>	<b>IATA 2010 %</b>	<b>ICE %</b>	<b>ICRS %</b>	<b>IDHM %</b>	<b>PIB per capita R\$</b>
Todos os municípios inseridos na bacia	2483,98	57,72	36,52	71,82	0,61	6540,00
Municípios que possuem sede na bacia	1863,32	47,80	33,13	65,38	0,54	5909,10
Diferença	620,66	- 9,92	- 3,39	- 6,44	- 0,07	- 630,90

Fonte: A autora, 2016.

Os resultados obtidos nessa análise comparativa, mostrou que ocorreu uma diminuição nos valores dos indicadores IATA, ICRS, IDHM e PIB per capita, variando de 0,07 % a 10 %, caracterizando uma piora no desempenho hidroambiental da bacia, considerando-se apenas os 26 municípios com sede na bacia. Assim, pode-se afirmar que, esse resultado está relacionado ao fato de que os municípios mais urbanizados sofrem maiores pressões para atendimento dos serviços nas áreas de saneamento básico e social.

Destaca-se que, em geral, as sedes urbanas apresentam melhores respostas a essas demandas, podendo ser melhor atendidos pelos sistemas públicos de saneamento, a exemplo dos municípios da Região Metropolitana do Recife (RMR) inseridos na bacia do Capibaribe: Camaragibe, Moreno, Recife e São Lourenço da Mata. No entanto, vários municípios com sede urbana na bacia ainda apresentam desempenho dos indicadores muito baixo, necessitando urgentemente de maiores investimentos, principalmente, em infraestrutura sanitária básica.

Assim, diante dos resultados obtidos na análise comparativa de desempenho dos indicadores, constatou-se a importância de se contemplar o estudo das macrozonas e o critério de possuir sede ou não na bacia, de forma a apoiar o planejamento da gestão dos recursos hídricos mais direcionada a realidade dos problemas existentes nas diferentes escalas territoriais.

#### 4.3.1.4 Dimensão institucional

Os indicadores analisados para a dimensão institucional no presente estudo se basearam na análise do estágio de implementação dos instrumentos definidos para a implementação da PNRH na bacia hidrográfica (Quadro 33).

Quadro 33– Aplicação da escala parcial para classificação de indicadores institucionais.

<b>Grau</b>	<b>Indicador/Descrição</b>
	Comitê de Bacia Hidrográfica
Alto	Comitê atuando há mais de 5 anos e média articulação para a solução de problemas na bacia
	Outorga
Alto	Outorga implantada há mais de cinco anos. E média redução do consumo de água
	Cobrança
Baixo	Cobrança em estudo ou proposta em lei, em processo de implantação
	Enquadramento
Baixo	Enquadramento em estudo ou proposto em lei, em processo de implantação

Escala: 

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Destaca-se que, é de grande importância a aplicação de indicadores na dimensão político institucional no contexto dos estudos de sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas, considerando o seu caráter de resposta aos problemas da bacia. No entanto, a sua análise não é fácil, uma vez que, envolve certo nível de subjetividade na determinação do grau de desempenho dos indicadores. Esse fator foi constatado quando da realização de entrevistas com os especialistas de gestão de recursos hídricos e na própria análise feita no presente estudo.

Dessa forma, ressalta-se a importância de se avançar nos estudos da aplicação de indicadores político institucionais em bacias hidrográficas, de forma a determinar escalas mais objetivas e que possam ser mais facilmente utilizadas no estudo comparativo de bacias.

Mais especificamente, em relação ao indicador de outorga na bacia do Capibaribe vale destacar que a outorga não está implementada em toda bacia, pois para isso faz-se necessário a existência do cadastro de usuários de água na bacia, o qual ainda se encontra em fase de elaboração, conforme informação da Gerência de Outorga e Cobrança de APAC, em 2016.

Os resultados obtidos com a aplicação da escala parcial para os indicadores institucionais apontaram para a necessidade de se avançar na implementação dos instrumentos de cobrança e enquadramento na bacia, como também aumentar os esforços para melhoria na

aplicação do instrumento de outorga e aumento da eficácia da atuação do CBH, visando a sustentabilidade hidroambiental na bacia.

#### 4.4 Proposta de índice de sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas (ISHAB)

A seguir serão apresentados os resultados obtidos para os subíndices e para o ISHAB na bacia do Capibaribe.

##### 4.4.1 Agregação dos indicadores em subíndice

A obtenção dos subíndices foi realizada no âmbito da bacia, a partir da agregação dos indicadores estudados nas dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, social, econômica e institucional.

Para agregação dos indicadores na dimensão ambiental se utilizou a média aritmética (Tabela 13).

Tabela 13 – Subíndice na dimensão ambiental para a bacia do Capibaribe, em 2010

Indicadores	IATA %	ICE %	ICRS %	Subíndice Ambiental (%)
	57,72	36,52	71,82	55,35

Escala de cores: Muito Alto (4) Alto (3) Médio (2) Baixo (1) Muito Baixo (0)

Fonte: A autora (2017).

A agregação dos indicadores na dimensão ambiental também foi feita no âmbito das macrozonas, obtendo-se os seguintes valores de subíndices: 60,68% na MZ1 (médio), 45,9% na MZ2 (muito baixo) e 59,48% na MZ3 (baixo).

A dimensão social foi representada pelo IDHM e se utilizou o valor da média da média do mesmo na bacia (Tabela 14).

Tabela 14 – Subíndice na dimensão social para a bacia do Capibaribe, em 2010

Indicador	IDHM	Subíndice Social (%)
	0,61	61,00

Escala de cores: Muito Alto (4) Alto (3) Médio (2) Baixo (1) Muito Baixo (0)

Fonte: A autora (2017).

Analisando esse subíndice no âmbito das macrozonas, obteve-se os seguintes percentuais: MZ1 (59,22%), MZ2 (59,45%) e MZ3 (64,19%), classificados nos graus: baixo, baixo e médio, respectivamente.

Para a definição do subíndice econômico em termos percentuais foi feita utilizado o valor de PIB percapita média na bacia de acordo com escala estabelecida no presente estudo (Tabela 15).

Tabela 15 – Subíndice na dimensão econômica para a bacia do Capibaribe, em 2010

Indicador	PIB per capita (R\$)	Subíndice econômico (%)
	6540,00	32,70

Escala de cores: Muito Alto (4) Alto (3) Médio (2) Baixo (1) Muito Baixo (0)

Fonte: A autora (2017).

No entanto, deve-se observar que se considerando o subíndice por macrozonas, obteve-se os seguintes percentuais: MZ1 (29,70%), MZ2 (29,61%) e MZ3 (40,68%), os quais foram todos classificados com o grau muito baixo. Chamando-se a atenção que, o maior percentual na MZ3 foi devido a um maior valor de PIB per capita na capital Recife.

O valor atribuído ao subíndice institucional, levou em consideração que dos indicadores previstos para análise no presente estudo, apenas o CBH e a outorga forma implementados e mesmo assim, em situação regular de desempenho (Tabela 16).

Tabela 16 –Subíndice na dimensão institucional na bacia do Capibaribe

União dos Indicadores	Subíndice Institucional (%)
Comitê, outorga, cobrança e enquadramento (um, ou mais, dos quatro) atuando há alguns anos, porém com problemas no funcionamento	60,00

Escala de cores: Muito Alto (4) Alto (3) Médio (2) Baixo (1) Muito Baixo (0)

Fonte: A autora (2017).

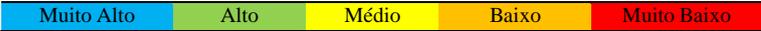
A análise da classificação dos subíndices a partir da agregação de indicadores aplicados a bacia do Capibaribe como um todo, demonstrou que nenhum subíndice atingiu o desempenho alto ou muito alto, variando de baixo (dimensão ambiental), médio (social e institucional) e muito baixo (dimensão econômica), apontando-se assim as áreas prioritárias para investimento na bacia.

#### 4.4.2 Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacias Hidrográficas

Para obtenção do Índice de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacias Hidrográficas (ISHAB) foram utilizados os 4 (modelos) de agregação dos subíndices descritos anteriormente no tópico de metodologia, cujos resultados podem ser visualizados na Tabela 17.

Tabela 17 – Modelos de agregação dos subíndices para aplicação do ISHAB na bacia do Capibaribe

Modelo	SUBAMB	SUBSOC	SUBECO	SUBINST	ISHAB	Escala de desempenho
<b>Modelo 1</b>	<b>55,35</b>	<b>61,00</b>	<b>32,70</b>	<b>60,00</b>	<b>52,26</b>	<b>Baixo</b>
Modelo 2	55,35	61,00	32,70	60,00	52,88	Baixo
Modelo 3	55,35	61,00	32,70	60,00	54,35	Baixo
Modelo 4	55,35	61,00	32,70	60,00	55,25	Baixo

Escala de cores: 

Fonte: A autora, 2017.

No presente estudo, se propôs a adoção do modelo 1, uma vez que, entende-se que todas as dimensões da sustentabilidade são importantes e estão integradas entre si e assim, devem receber o mesmo peso para o cálculo do ISHAB.

Assim, considerando o resultado do ISHAB para o modelo 1, obteve-se valor 52,26% de desempenho, o que corresponde ao “grau baixo”. No entanto, deve-se registrar que, a aplicação dos diferentes modelos para obtenção do ISHAB no caso da bacia do Capibaribe, também obtiveram mesmo grau de desempenho (baixo).

Dessa forma, comprovou-se a necessidade do governo se investir fortemente em ações nas 4 dimensões estudadas. Nesse aspecto, destaca-se a importância de se acompanhar a implementação das ações previstas no PHA Capibaribe, principalmente por meio da instância colegiada e participativa de gestão de recursos hídricos na bacia (CBH), visando se atingir um patamar melhor de sustentabilidade hidroambiental na bacia hidrográfica do Capibaribe ao longo do tempo.

Ainda, vale registrar que no desenvolvimento da pesquisa foram encontradas algumas dificuldades, seja na etapa de identificação de indicadores prioritários para a avaliação da sustentabilidade do Capibaribe, em especial no que se refere a não participação dos usuários de água nas oficinas. Também, teve-se dificuldade no levantamento de dados em banco de informações oficiais para aplicação dos indicadores escolhidos nos anos inicialmente previstos. Nesse aspecto, também se indica uma análise mais aprofundada dos dados obtidos, uma vez

que em algumas situações os valores obtidos parecem não representar tão bem a realidade, demonstrando assim, a necessidade de aprofundamento das pesquisas nessa área.

Por fim, espera-se que a proposta do ISHAB desenvolvida no presente estudo, possa servir de modelo metodológico a ser utilizado em outras bacias hidrográficas.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, foram identificadas experiências de utilização de indicadores de sustentabilidade aplicados à gestão de recursos hídricos, conforme quadro resumo apresentado na sessão de resultados. No entanto, destaca-se que ainda são poucas experiências existentes na escala de bacia hidrográfica como unidade de análise, bem como os estudos apresentaram diferenças no sistema de indicadores adotados, principalmente em relação as dimensões adotadas, número de indicadores e forma de agregação dos indicadores em índice. Assim, constatou-se a necessidade de se ampliar as pesquisas com vistas ao estabelecimento de um sistema de indicadores próprio para bacia hidrográfica, permitindo assim, estudos comparativos.

A avaliação de indicadores previstos no PHA Capibaribe possibilitou retratar o nível de desempenho hidroambiental, considerando a abrangência dos 42 municípios inseridos na bacia. Destaca-se que apesar dos indicadores PIB per capita e Índice Firjam terem apresentado aumento no período entre 2010 e 2013, eles não refletiram em melhoria da qualidade da água. Este quadro pode ser explicado devido à falta de serviços de coleta e tratamento de esgoto adequado, o que, deve ter se agravado pelo aumento na população (Dinâmica Microrregional Demográfica (DMD) na maioria dos municípios, levando à elevação da demanda por serviços de esgotamento sanitário.

Ainda, quanto a avaliação de desempenho de indicadores do PHA Capibaribe, elaborado em 2010, constatou-se um número reduzido de indicadores utilizados, inclusive não estando previsto indicadores na dimensão institucional, apontando-se assim, para a necessidade de definição de uma matriz de indicadores de avaliação da sustentabilidade hidroambiental em bacias hidrográficas, que contemple todas as dimensões da sustentabilidade (ambiental, social, econômica e institucional).

O processo de definição de uma matriz de indicadores atualizada, consultando representantes do Comitê da Bacia Hidrográfica do Capibaribe e sociedade em geral, se mostrou como uma experiência inovadora, estimulando o diálogo sobre a avaliação do desempenho hidroambiental, contribuindo com uma experiência que atendeu aos princípios do processo participativo na governança das águas em bacias hidrográficas.

De acordo com os resultados obtidos com a aplicação dos indicadores relacionados ao saneamento básico na bacia do Capibaribe, foram obtidos valores médios de desempenho variando de muito baixo a alto, apontando-se que os municípios mais urbanizados são mais vulneráveis aos impactos ambientais decorrentes dos usos múltiplos da água. Por outro lado,

esses municípios apresentaram melhores desempenho para os mesmos indicadores, de acordo com o atendimento pelo sistema público de saneamento básico, a exemplo dos municípios da Região Metropolitana do Recife (RMR) inseridos na bacia do Capibaribe (Camaragibe, Moreno, Recife e São Lourenço da Mata).

No entanto, é importante destacar que, vários municípios da bacia do Capibaribe ainda apresentam desempenho dos indicadores de saneamento básico muito baixo, fazendo-se necessário maiores investimentos em obras de infraestrutura sanitária básica.

Também, registra-se que, os indicadores sociais e econômicos apresentaram desempenho insatisfatório. O PIB per capita foi classificado de muito baixo a baixo, com exceção da capital Recife que foi alto. O IDHM foi classificado de médio a baixo, também com exceção de Recife que recebeu grau alto. Isso demonstra a necessidade do governo investir cada vez mais em políticas para a melhoria social e econômica da população que reside nos municípios inseridos na bacia.

A partir da análise dos indicadores institucionais, pode-se afirmar que existe a necessidade de se avançar na implementação dos instrumentos de cobrança e enquadramento na bacia (ainda não foram implementados na bacia do Capibaribe), como também aumentar os esforços para melhoria na aplicação do instrumento de outorga e aumento da eficácia da atuação do CBH, visando a sustentabilidade hidroambiental na bacia.

A construção do Indicador de Sustentabilidade Hidroambiental em Bacias Hidrográficas (ISHAB), permitiu uma avaliação de forma integrada, contemplando as diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável (ambiental, social, econômica e institucional), destacando-se como importante ferramenta de gestão de recursos hídricos, no sentido de retratar o nível de desempenho a médio e longo prazo, de acordo com a contribuição do município na bacia, apontando quais ações se fazem necessárias para implementação.

Diante do exposto, espera-se que as informações produzidas nesta pesquisa venham a contribuir no âmbito da produção de conhecimento e desenvolvimento de tecnologias apropriadas para o avanço do processo da governança das águas em Pernambuco, disponibilizando informações aos órgãos gestores de recursos hídricos, aos Comitês de Bacias Hidrográficas e para a sociedade civil em geral.

Por fim, recomenda-se a realização de novos estudos, visando ampliar a aplicação do ISHAB em outras bacias de Pernambuco, permitindo um estudo comparativo entre elas e ainda, o desenvolvimento de esforços visando o estabelecimento de um sistema de indicadores que possa ser utilizado para avaliar as condições hidroambientais em diferentes bacias hidrográficas de mesmas características, a exemplo das bacias da região Nordeste.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, M. E., FUSARI, M. E. e SALOMÓN, M. **Índice de pobreza hídrica: adaptación y ajuste metodológico a nivel local. Estudio de caso:** Departamento de Lavalle. Mendoza (Argentina). CYTED, Subprograma XVII, Quito, Ecuador, p. 25-40, 2005. Disponível em: <[www.cricyt.edu.ar/ladyot/publicaciones/cyted.../02\\_IPH .pdf](http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/publicaciones/cyted.../02_IPH.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- ABRAHAM, M. E.; FUSARI, M. E.; SALOMÓN, M. **El Índice de pobreza hídrica y su adaptación a las condiciones de América Latina. Indicadores de la Desertificación para América del Sur.** Mendoza. p. 85–102. 2006. Disponível em: <[www.cricyt.edu.ar/ladyot/publicaciones/cyted.../02\\_IPH .pdf](http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/publicaciones/cyted.../02_IPH.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (CPRH). **Relatório Bacias Hidrográficas - Capibaribe.** Recife. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br>>. Acesso em: 29 abr. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional.** Brasília: Engecorps/Cobrape. 2 v. 2010. 72 p., il.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz? / Agência Nacional de Águas.** (Cadernos de capacitação em recursos hídricos; v.1). Brasília: SAG, 2011. 64 p., il.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2014.** Brasília, DF. 2015. 107 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Informações sobre Recursos Hídricos. **Conjuntura dos recursos hídricos.** Brasília, DF. 2017. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 17 de maio de 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas - Progestão - 2015.** Brasília, DF. Disponível em <<http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/progestao-1>>. Acesso em: 2 set. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Monitor de secas do Nordeste do Brasil.** Brasília, DF. Disponível em: <<http://monitordesecas.ana.gov.br/>>. Acesso em: 2 set. 2016.
- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). **Bacias Hidrográficas.** Recife. Disponível em: <[http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page\\_id=5](http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5)>. Acesso em: 29 abr. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS (ABRH). **Edital ABRH 01-2015. O Parlamento Nacional da Juventude pela Água (PNJA).** Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?P1=230&P2=231&P1T=juventude&P2T=edital>>. Acesso em: 23 set. 2016.
- BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007. 256 p.

BRAGA, T. M.; FREITAS, A. P. G.; DUARTE, G. S. e CAREPA-SOUZA, J. Índice de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v.14, n. 3, p. 11-33, 2004.

BRAGA, R. A. P. **Instrumentos para gestão ambiental e de recursos hídricos**. Recife: Editora Universitária UFPE. 2009.

BRAGA, R. A. P.; FARIAS, C. R. de O.; SILVA, S. R. & CAVALCANTI, E. R. **Gestão e educação socioambiental na Bacia do Capibaribe**. Recife: Ed. Clã, 2015. 144p.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 02 set. 1981. Seção 1, p. 16509.

BRASIL. **Lei Nº 9433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 09 jan. 1997. Seção 1, p. 470.

BRASIL. **Lei Nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF, 26 dez. 2006. Seção 1, p.1.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos-2010**. Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos**. Brasília, DF. 2013.

BRASIL. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, DF. 2013.

BRASIL. **O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. Brasília, DF: PNUD, Ipea, FJP, 2013. 96 p. ISBN: 978-85-7811-171-7.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **PNIA 2012 – Painel Nacional de Indicadores Ambientais. Referencial Teórico, composição e síntese dos indicadores versão piloto**. Secretaria Executiva – SECEX. Departamento de Gestão Estratégica – DGE. Brasília, DF. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU). Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/sistema-nacional-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos>>. Acesso em: 04 jan. 2017.

CAMPOS, V. N. de O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 13, n. 2. p. 365-382, jul./dez. 2010.

CAMPOS, M. V. C. de V., RIBEIRO, M. M. R., VIEIRA, Z. M. de C. L. A Gestão de Recursos Hídricos Subsidiada pelo Uso de Indicadores de Sustentabilidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 19, n.2. p. 209-222, abr./jun. 2014.

CÂNDIDO, G. A. e LIRA, W. S. (Organizadores). **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013. 326p.

CARVALHO, R. M. C. M. de O. **Avaliação dos perímetros de irrigação na perspectiva da sustentabilidade da agricultura familiar no Semi-árido Pernambucano**. 2009. 248 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG, Recife, 2009.

CARVALHO, J. R. M. de; CURI, W. F.; CARVALHO, E. K. M. de A.; CURI, R. C. Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do rio Paraíba, PB. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 295-310, maio/ago. 2011.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. F. Indicadores para a gestão de recursos hídricos em municípios: uma proposta metodológica de construção e análise. **E&G Economia e Gestão**, Belo Horizonte, v. 15, n. 38, p. 4-28, jan./mar. 2015.

CIRILO, J. A.; CAMPELLO NETTO, M. S. C.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ASFORA, M. C. Caracterização do Semi-Árido Brasileiro. In: CIRILO, J. A.; CABRAL, J. S. P.; FERREIRA, J. P. C. L.; OLIVEIRA, M. J. P. M.; LEITÃO, T. E.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; GÓES, V. C. (Org.). **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semiáridas**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2007. 508 p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF. 2005.

DIREÇÃO GERAL DO AMBIENTE. Direção de Serviços de Informação e Acreditação. **Proposta para um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável**. Amadora, Portugal: Direção Geral do Ambiente. Direção de Serviços de Informação e Acreditação, 2000. 228p. ISBN 972 - 8419 - 48 - 1.

FERREIRA, J. G.; SCHMIDT, L. & GUERRA, J. **Índice de Transparência na Gestão da Água em Portugal (Intrag)**. Livro de Atas do 1º Congresso da Associação Internacional das Ciências Sociais e Humanas em Língua Portuguesa. Lisboa, Portugal, p. 7094-7110, 2015.

FUNDAÇÃO INDUSTRIAL DO RIO DE JANEIRO (FIRJAM). Análise Especial IFDM 2015 | Ano Base 2013: PERNAMBUCO Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/data/files/13/26/8B/67/333615101BF66415F8A809C2/An%C3%A1lise%20Especial%20PE.pdf>>. Acesso em: 19 de maio de 2017

FOLHA DE PERNAMBUCO. **Recife vai medir sua pegada de carbono e de água.** Disponível em: <<http://www.folhape.com.br/cotidiano/2016/5/recife-vai-medir-sua-pegada-de-carbono-e-de-agua-0628.html>>. Acesso em: set. 2016.

FREITAS, A. J. de. Gestão de recursos hídricos. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. (Editores). **Gestão de recursos hídricos; aspectos legais, econômicos e sociais.** Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000. 659 p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. 2013-2014. Relatório Técnico.** São Paulo, 2015. 60 p.

GALVÃO Jr., A. de C.; SILVA, A. C. da. Indicadores para prestação e regulação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. In: PHILIPPI Jr, A.; MALHEIROS, T. F. (Editores). **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental.** São Paulo: Manole. 2012. 743 p.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP - TECHNICAL ADVISORY COMMITTEE (GWP-TAC). **Integrated Water Resources Management.** Estocolmo: Global Water Partnership, n. 4, 2000. 71 p.

GUIMARÃES. L. T. **Proposta de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas.** 2008. 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

HOEKSTRA, A.; MEKONNEN, M. M. The water footprint of humanity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America – PNAS**, v. 109, n. 9, p. 3232–3237, fev. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de Saneamento 2011.** Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 268 p. ISBN 978-85-240-4202-7.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.** Brasil 2015. Estudos e Pesquisas. Informação Geográfica, Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 352 p. ISBN 978-85-240-4347-5.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal Culturas temporárias e permanentes. Volume 40,** Rio de Janeiro. 2013. 102 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos.** Brasília, DF: IPEA. 2012. 82p.

JACOBI, P. R., (Org.). **Aprendizagem social na gestão compartilhada de recursos hídricos: desafios, oportunidades e cooperação entre atores sociais.** Brasília: CNPq; Editora Annablume, PROCAM, IEE-USP, 2012. 182 p.

JUWANA, I., MUTTIL, N., PERERA, B. J. C. Indicator-based Water Sustainability Assessment – A Review. **Science of the Total Environment**, v. 438, p. 357 – 371, 2012.

LANNA, A. E. **Gestão das águas**. Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Notas de aulas. 1999.

LEAL, C. T.; PEIXE, B. C. S. **Indicadores de sustentabilidade ambiental no Paraná - Brasil com recorte territorial das bacias hidrográficas e uso de sistema de informações geográficas**. In: PLURIS 2010. CONGRESSO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 4., 2010, Faro. Livro de Resumos. São Carlos: EESC/CETEPE, 2010. p. 104 p.

LEONARD, A. **A História das coisas: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos**. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2011. 302 p.

LINO, C. F. e DIAS, H. **Águas e Florestas da Mata Atlântica: por uma gestão integrada**. São Paulo. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Fundação S.O.S. Mata Atlântica. Caderno n. 27. Série Políticas Públicas. 2003. 132 p.

LIRA, C. S.; PIMENTEL G.; SANTOS, E. M. dos. **Unidades de conservação na bacia do Capibaribe: quem faz educação ambiental**. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, XIII. 2013, Recife, Garanhuns, Serra Talhada. Anais... Recife: UFRPE, 2013, ref. 535-3.

LOUCKS, D. P.; GLADWELL, J. S. **Sustainability Criteria for Water Resource Systems**. Cambridge: Cambridge University Press. UNESCO, 1999. 138 p.

LUNA, R. M. **Desenvolvimento do Índice de Pobreza Hídrica**. 2007. 138 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

MACHADO, C. J. S. A gestão francesa de recursos hídricos: descrição e análise dos princípios jurídicos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 31–47, out./dez. 2003.

MACHADO, R. C. V. **Rio Capibaribe, Recife, PE**. Pesquisa Escolar Online, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <<http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar>>. Acesso em: 03 de março de 2017.

MAGALHÃES JR., A.P.; CORDEIRO NETO, O. de M.; NASCIMENTO, N de O. Os indicadores como instrumentos potenciais de gestão das águas no atual contexto legal-institucional do Brasil - resultados de um painel de especialistas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, out/dez. p. 49-67, 2003.

MAGALHÃES Jr., A. P. **Viabilidade e pertinência da utilização de indicadores na gestão participativa da água no Brasil: o estudo de caso da bacia do rio Maranhão/MG**. In: MAGALHÃES Jr., A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos. Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2007. 688 p.

MARANHÃO, N. **Sistema de Indicadores para Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas**. 2007. 397 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Nosso futuro comum**. Relatório elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente, da Organização das Nações Unidas. Rio de Janeiro: Ed. da Fundação Getúlio Vargas, 1988. 430 p.

ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Rumo a um desenvolvimento sustentável**: indicadores ambientais. Série cadernos de referência, 9. Tradução Ana Maria S. F. Teles. Salvador: CRA. 2002. 224p.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos - Pernambuco**. Recife: SECTIMA, 1998. 223p.

PERNAMBUCO. **Lei Nº 12.984 de 30 de dezembro de 2005**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. 2005.

PERNAMBUCO. **Programa de ação estadual de Pernambuco para combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca - PAE-PE**. Recife: SECTMA, 2009.

PERNAMBUCO. **Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe**. Tomo I - Diagnóstico Hidroambiental, Recife: Secretaria de Recursos Hídricos, v. 01, 2010. 389p.

PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Crise nas Águas**. Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda da qualidade das águas. Ricardo M. Pinto-Coelho e Orgs. 1. ed., Belo Horizonte: Recóleo Editora, 2015. 162 p.

POMPERMAYER, R. de S.; PAULA JUNIOR, D. R. de e CORDEIRO NETO, O. de M. Análise multicritério como instrumento de gestão de recursos hídricos: o caso das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 117-127, jul/set, 2007.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). **Desenvolvimento Humano e IDH**. Disponível em: <<http://www.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0.html>>. Acesso em: 08 dez. 2016.

SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. In: STROH, P. Y. (Org.). Coleção Idéias Sustentáveis. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 3. ed., 2007. 96 p.

SALAS-ZAPATA, W., RÍOS-OSORIO, L., CASTILLO, J. Á. La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica hacia la constitución de una ciência. **Interciencia**, Caracas, v. 36, n. 9. p. 609 -706. 2011.

SANTOS, V. dos; CANDELORO, R. J. **Trabalhos Acadêmicos. 2006**. Disponível em: <<https://books.google.fr/books?id=REvrU90M2OUC&pg=PA70&dq=abordagem++quali+quantitativa&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwivvyK6I8KjRAhUJrxoKHAqlAtcQ6AEIGjAA#v=onepage&q=abordagem%20quali%20quantitativa&f=false>> Acesso em: 07 jan. 2017.

SARTORI, S., LATRÔNICO, F., CAMPOS, L. M.S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 17, n. 1. p. 1-22, jan./mar. 2014.

SCHMITHÜSEN, F. E ROJAS-BRIALES, E. **De la producción sostenible de madera a la gestión forestal multifuncional - 300 años de sostenibilidad aplicada en el sector forestal Vitoria-Gasteiz**. In: REUNIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO DE HISTORIA FORESTAL DE LA S.E.C.F., 4., 2012, Vitoria-Gasteiz, Espanha. 21 p.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Disponibilidade Hídrica do Brasil**: Estudos de Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras: Regionalização da Q95% na sub-bacia 39. Recife: CPRM, 2011.

SILVA, J. S. da; REIS, D. E. C. C.; PIMENTA, C. C. M. Regulação dos usos das águas. In: FREITAS, M. A. V. de (Org.), **Estado das Águas no Brasil**. Brasília, DF: Agência Nacional das Águas, 2003. p. 17-30.

SOUTO, R. D. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - Brasil: análise e contribuições. **Estatística e Sociedade**, Porto Alegre, n.3. p. 56-70, 2013.

SULLIVAN, C. Calculating a Water Poverty Index. **World Development**, v. 30, n. p. 1195 – 1210. 2002.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez. São Paulo: RIMA, 2. ed., 2003.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 7 – 16, 2008.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. **National water footprint accounts**: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, Value of Water. Research Report Series, n. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2011. 50p.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. Água para um mundo sustentável**. Sumário executivo. Programa de Avaliação Mundial da Água das Nações Unidas – WWAP – UM - Water. Itália. 2015. 8p.

VICENTE, P. P. B. V. Desafio da gestão integrada de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 8, n. 2, p. 7 – 17, 2003.

VIEIRA, V. P. P. B. Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável do Semiárido Nordeste. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 89 -107, jan/jun. 1996.

VIEIRA, P. M. S.; STUDART, T. M. C. Proposta Metodológica para o Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade Hidro- Ambiental de Áreas Serranas no Semiárido Brasileiro - Estudo de Caso: Maciço de Baturité, Ceará. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.14, n.4. p. 125-136, out./dez. 2009.

VIÑAS, R. S. **Indicadores de sustentabilidade ambiental sob a ótica da lógica ciclo de vida**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Química, São Paulo, 2012.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF–Brasil). **A boa governança dos recursos hídricos: uma proposta de indicadores de implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - SNGRH**. Resumo Executivo. FGV. EAESP. Programa pela Água HSBC, 2013. 20 p.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF–Brasil). **Observatório das águas, programa “água para a vida”**. – WWF - Brasil. Brasília. 2004. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/agua/agua\\_acoes\\_resultados/campanha\\_agua/fase\\_i\\_acoes\\_resultados/fase\\_i\\_politicas\\_publicas/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agua/agua_acoes_resultados/campanha_agua/fase_i_acoes_resultados/fase_i_politicas_publicas/)>. Acesso em: 04 set. 2016.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF–Brasil). **Pegada Ecológica**. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/o\\_que\\_compoe\\_a\\_pegada](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/o_que_compoe_a_pegada)>. Acesso em: 04 dez. 2016.