



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**



**MODELO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E
HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO**

GEÓRGIA CRISTINA DE SOUSA OLIVEIRA

CAMPINA GRANDE - PB

AGOSTO DE 2020

GEÓRGIA CRISTINA DE SOUSA OLIVEIRA

**MODELO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E
HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Recursos Naturais, da Universidade Federal
de Campina Grande, para obtenção do grau de
Doutor (a) em Recursos Naturais.

ORIENTADORA: Prof^a Dr^a Rosires Catão Curi.

CAMPINA GRANDE - PB

AGOSTO DE 2020

O48m Oliveira, Geórgia Cristina de Sousa.
Modelo de indicadores de sustentabilidade socioeconômico e
hidroambiental para o semiárido./Geórgia Cristina de Sousa Oliveira. -
Campina Grande, 2020.
236f. : il. Color.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2019.
"Orientação: Profa. Dra. Rosires Catão Curi".
Referências.

1. Meio Ambiente. 2. Sustentabilidade 3. Bellagio STAMP. 4.
Indicadores Hidroambientais. 5. Indicadores Socioeconômicos. 6.
ISSHSAB. I. Curi, Rosires Catão. II. Título.

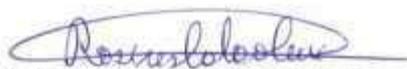
CDU 502.1(043)

GEORGIA CRISTINA DE SOUSA OLIVEIRA

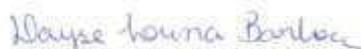
**“MODELO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E
HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO.”**

APROVADO(A) EM: 27/09/2019

ASSINATURA DA BANCA EXAMINADORA



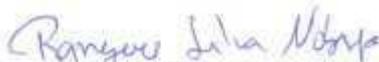
Prof. Dr. ROSIRES CATÃO CURI
Orientadora principal



Prof. Dr. DAYSE LUNA BARBOSA
Examinadora



Prof. Dr. WILSON FADLO CURI
Examinador



Prof. Dr. RANYÉRE SILVA NÓBREGA
Examinador



Prof. Dr. JOSÉ RIBAMAR MARQUES DE CARVALHO
Examinador

A Deus.

AGRADECIMENTOS

Ao grande DEUS, que permitiu a minha chegada nesta etapa da vida acadêmica, toda gratidão.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Rosires Catão Curi, pelo apoio, atenção e confiança.

A todo corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande que contribuiu para nossa formação.

Aos Professores que participaram do Exame de Qualificação: Prof. Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido, Prof. Dr. Wilson Fadlo Curi, Prof. Dr. José Ribamar Marques de Carvalho, Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega e Prof^a Dr^a Sylvana Melo dos Santos, pelas valorosas contribuições e aos que aceitaram novamente o desafio de compor a banca para defesa de tese, agora com a colaboração da Prof^a Dr^a Dayse Luna Barbosa.

A minha família, em especial minha mãe, Nilda Cristina de Sousa Oliveira, pelo carinho, cuidado e preocupação em todas as etapas de minha vida. Ao meu esposo, Jalmir Jonnes Barbosa Leal, pela compreensão e apoio para a realização deste trabalho. A minha tia Normanda Leal, pela força e cooperação sempre que necessário.

Aos amigos e amigas que contribuíram com palavras ou ações, em especial, Silvan, Nágida, Geovana, Ana Cláudia, Naiana, Josefa, Claudiane e Anderson. Aos colegas do curso do Doutorado e Mestrado que dividiram conhecimentos e permitiram a criação de laços de amizade e de respeito, em especial Gabrielle, Suellen e Marília, pessoas que quando precisei me atenderam.

Aos gestores municipais e especialistas em recursos hídricos que confiaram no projeto e deram sua contribuição para que o mesmo fosse realizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro, que subsidiou a construção desta pesquisa.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

“O crescimento da população e da produção não deve
levar a humanidade a ultrapassar a capacidade de
regeneração dos recursos e de absorção dos dejetos”.

José Eli da Veiga

OLIVEIRA, Geórgia Cristina de Sousa Oliveira. **Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido**. 236p. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2019.

RESUMO

No Semiárido brasileiro, sabe-se que a baixa disponibilidade de água interfere no desenvolvimento econômico, ambiental e social do território. Por isso, algumas pesquisas têm buscado estabelecer o nível de sustentabilidade hidroambiental de municípios no Semiárido, relacionando as dimensões do desenvolvimento sustentável ao recurso natural, água. No entanto, percebe-se que as diretrizes dos princípios do Bellagio STAMP, documento que serve para orientar o processo de mensuração do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável, não são seguidas. Deste modo, esta pesquisa tem como objetivo principal construir um Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido baseado nos princípios do Bellagio STAMP. Para tanto, deve-se atender aos seguintes objetivos específicos: identificar os principais indicadores para o modelo; estabelecer níveis de referência científicos para cada um dos indicadores; aplicar o modelo em municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE; comparar os níveis de sustentabilidade obtidos pelo modelo com níveis de referência científicos e pelo modelo tradicional; realizar uma análise de tendência com base nos últimos censos do IBGE (2000-2010) para referida área. De acordo com o objetivo geral, esta pesquisa é classificada como descritiva e exploratória; quanto aos procedimentos: é bibliográfica, documental e estudo de caso; quanto à finalidade: é uma pesquisa aplicada. Os principais procedimentos metodológicos utilizados foram: análise de conteúdo, *check-list*, análise estatística e descritiva, aplicação de questionário, diagrama de Mudge, aplicação de equações e representação gráfica. Os principais resultados mostram que a partir dos princípios do Bellagio STAMP foram identificados os principais elementos que devem compor um modelo de avaliação de sustentabilidade. Com base no *check-list* e na consulta aos gestores municipais de seis municípios do Alto Capibaribe – PE, foram obtidos 32 indicadores, distribuídos entre 13 temas e 4 dimensões do desenvolvimento sustentável. De posse do modelo, especialistas em recursos hídricos, avaliaram o grau de importância de cada indicador, e a partir desta avaliação foi possível atribuir pesos aos indicadores. Os principais resultados mostraram que os gestores priorizam saúde, educação e saneamento, enquanto os especialistas priorizam indicadores relativos à quantidade e qualidade da água. Os níveis de referência científicos permitiram uma análise individualizada, por município, algo que no modelo tradicional só é possível por comparação a outros municípios. Os índices por indicador permitiram identificar aqueles que alcançaram a sustentabilidade ideal, e os que ainda não. Ao comparar os resultados do Índice de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido (ISSHSAB) entre o modelo com níveis de referência científico e o tradicional, observou-se que o primeiro apresentou um melhor desempenho dos indicadores. Considerando todos os municípios, os indicadores que precisam de mais atenção são: taxa de atendimento da população com cisternas; disponibilidade de água; tratamento de esgotos; coleta seletiva do lixo, índice de perdas na distribuição de água e cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Na análise de tendência, quanto ao ISSHSAB, todos os municípios apresentaram uma evolução no período. E com base nos princípios do Bellagio STAMP, o modelo aqui proposto obteve 93,7% de atendimento aos princípios, colocando-o na classe considerada ótima.

Palavras – chave: Bellagio STAMP, indicadores socioeconômicos e hidroambientais, ISSHSAB.

OLIVEIRA, Georgia Cristina de Sousa Oliveira. Socioeconomic and Hydroenvironmental Sustainability Indicators Model for the Semiarid. 236p. Thesis presented to the Postgraduate Program in Natural Resources. Federal University of Campina Grande, Paraíba, 2019.

ABSTRACT

In the Brazilian semiarid, it is known that the low availability of water interferes with the economic, environmental and social development of the territory. For this reason, some studies have sought to establish the level of hydroenvironmental sustainability of municipalities in the Semiarid, relating the dimensions of sustainable development to the natural resource, water. However, it is clear that the guidelines of the Bellagio STAMP principles, a document that serves to guide the process of measuring progress towards sustainable development, are not being followed. In this way, this research has as main objective to build a model of socioeconomic and hydroenvironmental sustainability indicators for the Semiarid based on the principles of Bellagio STAMP. Therefore, the following specific objectives must be met: to identify the main indicators for the model; establish scientific reference levels for each of the indicators; apply the model in municipalities of the Upper Course of the Capibaribe River - PE; compare the levels of sustainability obtained by the model with scientific reference levels and the traditional model; conduct a trend analysis based on the latest IBGE censuses (2000-2010) for that area. According to the general objective, this research is classified as descriptive and exploratory; as for the procedures: it is bibliographic, documentary and case study; as to the purpose: it is an applied research. The main methodological procedures used were: content analysis, check-list, statistical and descriptive analysis, questionnaire application, Mudge diagram, application of equations and graphical representation. The main results show that, based on the principles of Bellagio STAMP, the main elements that should make up a sustainability assessment model were identified. Based on the check-list and consultation with the municipal managers of six municipalities in Alto Capibaribe - PE, 32 indicators were obtained, distributed among 13 themes and 4 dimensions of sustainable development. In possession of the model, specialists in water resources assessed the degree of importance of each indicator, and from this assessment it was possible to assign weights to the indicators. The main results showed that managers prioritize health, education and sanitation, while experts prioritize indicators related to the quantity and quality of water. The scientific reference levels allowed an individualized analysis, by municipality, something that in the traditional model is only possible by comparison with other municipalities. The indices by indicator allowed to identify those that reached the ideal sustainability, and those that still haven't. When comparing the results of the Socioeconomic and Hydroenvironmental Sustainability Index for the Semiarid Region (ISSHSAB) between the model with scientific reference levels and the traditional one, it was observed that the first presented a better performance of the indicators. Considering all municipalities, the indicators that need more attention are: rate of service of the population with cisterns; availability of water; sewage treatment; selective garbage collection, loss index in water distribution and charging for the use of water resources. In the trend analysis, regarding ISSHSAB, all municipalities showed an evolution in the period. And based on the principles of Bellagio STAMP, the model proposed here obtained 93.7% of compliance with the principles, placing it in the class considered optimal.

Keywords: Bellagio STAMP, Socioeconomic and hydroenvironmental indicators, ISSHSAB.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1- Princípios de Bellagio.....	35
Quadro 2 - Resumo dos principais problemas ambientais de municípios do Alto Capibaribe - PE.....	52
Quadro 3 – Peso normalizado segundo o grau de importância.....	58
Quadro 4 - Elementos essenciais dos princípios do Bellagio STAMP.....	64
Quadro 5 - Frequência de citações por indicador.....	65
Quadro 6 - Grau de importância dos indicadores da dimensão social, segundo os gestores municipais.....	67
Quadro 7 - Grau de importância dos indicadores da dimensão econômica, segundo os gestores municipais.....	68
Quadro 8 - Grau de importância dos indicadores da dimensão ambiental, segundo os gestores municipais.....	69
Quadro 9 - Grau de importância dos indicadores da dimensão institucional, segundo os gestores municipais.....	70
Quadro 10 - Grau de importância dos indicadores da dimensão social, segundo os especialistas em recursos hídricos.....	71
Quadro 11 - Grau de importância dos indicadores da dimensão econômica, segundo os especialistas em recursos hídricos.....	71
Quadro 12 - Grau de importância dos indicadores da dimensão ambiental, segundo os especialistas em recursos hídricos.....	72
Quadro 13 - Grau de importância dos indicadores da dimensão institucional, segundo os especialistas em recursos hídricos.....	72
Quadro 14 - Aplicação do Diagrama Mudge para determinação dos pesos da dimensão social.....	73
Quadro 15 - Aplicação do Diagrama Mudge para determinação dos pesos da dimensão econômica.....	73
Quadro 16 - Aplicação do Diagrama Mudge para determinação dos pesos da dimensão ambiental.....	74
Quadro 17 - Aplicação do Diagrama Mudge para determinação dos pesos da dimensão institucional.....	74
Quadro 18 - Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido.....	75

Quadro 19 - Quadro – resumo com os níveis de referência científicos da dimensão social.....	84
Quadro 20 - Quadro – resumo com os níveis de referência científicos dos indicadores da dimensão econômica.....	90
Quadro 21- Quadro - resumo com os níveis de referência científicos dos indicadores da dimensão ambiental.....	99
Quadro 22 – Quadro - resumo com os níveis de referência científicos dos indicadores da dimensão institucional.....	106
Quadro 23 – Níveis de referência utilizados no Modelo Tradicional para os anos 2000 e 2010.....	107
Quadro 24 – Níveis de referência do Modelo com Níveis de Referência Científicos para os anos 2000 e 2010.....	109
Quadro 25 - Índice do indicador acesso ao sistema de esgoto sanitário pelo modelo tradicional e com níveis de referência.....	112
Quadro 26 - Índice ponderado do indicador acesso ao sistema de esgoto sanitário pelo modelo tradicional e com níveis de referência.....	113
Quadro 27 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Casinhas – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.....	119
Quadro 28 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Frei Miguelinho – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.....	126
Quadro 29 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Santa Cruz do Capibaribe – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.....	134
Quadro 30 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Santa Maria do Cambucá – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.....	142
Quadro 31 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Surubim – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.....	150
Quadro 32 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Taquaritinga do Norte – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.....	158
Quadro 33 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Toritama – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.....	166
Quadro 34 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Vertente do Lério – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.....	174

Quadro 35 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Vertentes – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.....	182
Quadro 36 - Distribuição dos valores percentuais para cada critério do Bellagio STAMP.....	191
Quadro 37 - Distribuição percentual para cada critério do Bellagio STAMP, utilizado no modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido.....	193
Tabela 1 - Variação da população total, rural e urbana de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe - PE.....	53
Tabela 2 - Variação do IDHM 2000 e 2010 de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe - PE.....	54
Tabela 3 - Classificação e representação dos Índices de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental.....	61

LISTA DE MAPAS E FLUXOGRAMA

Mapa 1 – Localização dos municípios no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe – PE.....	51
Mapa 2 - Mapa do ISSHSAB para municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, no ano 2000.....	189
Mapa 3 - Mapa do ISSHSAB para municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, no ano 2010.....	190
Fluxograma 1 – Etapas da construção do Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido.....	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Índices da dimensão social de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, entre 2000 e 2010.....	186
Gráfico 2 - Índices da dimensão econômica de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, entre 2000 e 2010.....	187
Gráfico 3 - Índices da dimensão ambiental de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, entre 2000 e 2010.....	187
Gráfico 4 - Índices da dimensão institucional de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, entre 2000 e 2010.....	188

LISTA DE SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

APAC – PE - Agência Pernambucana de Águas e Climas

ASA - Articulação do Semiárido

BDE/PE – Base de Dados do Estado - Pernambuco

CEP/HUAC/UFCG - Comitê de Ética em Pesquisa/ Hospital Universitário Alcides Carneiro/
Universidade Federal de Campina Grande

COBHs - Comitês de Bacias Hidrográficas

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CSD - Comissão de Desenvolvimento Sustentável

DATASUS – Departamento de Informática do SUS

DBO - Demanda Biológica de Oxigênio

FINBRA – Finanças do Brasil

GEO – 1 - *Global Environment Outlook*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IDLS - Índice de Desenvolvimento Local Sustentável

IDRC - International Development Research Centre

IDSMP - Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal Participativo

IISD - Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável

INSA – Instituto Nacional do Semiárido

IQA - Índice de Qualidade da Água

ISHA - Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental

ISHAP - Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo

ISSHSAB - Índice de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido

IUCN - The World Conservation Union

IWA - Associação Internacional da Água

LAMEPE - Laboratório de Meteorologia de Pernambuco

MISGERH - Modelagem de Indicadores de Sustentabilidade para Gestão dos Recursos
Hídricos

MT - Modelo Tradicional

MT/CP - Modelo Tradicional com Pesos

NR - Modelo com Níveis de Referência Científicos

NR/CP - Modelo Níveis de Referência Científicos com Pesos

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OD - Oxigênio Dissolvido

ODM - Objetivos do Desenvolvimento do Milênio

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU - Organização das Nações Unidas

PERS/PE – Plano Estadual de Resíduos Sólidos - Pernambuco

PIB - Produto Interno Bruto

PNE - Plano Nacional de Educação

PNRH - Política Nacional dos Recursos Hídricos

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PRH - Plano de Recursos Hídricos

PSIR - Pressão, Estado, Impacto e Resposta

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SIMACaatinga – Sistema de Monitoramento e Alerta para a Cobertura Vegetal da Caatinga.

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SIOPS/PE – Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

UNEP - Programa das Nações Unidas para o Ambiente

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1 O Semiárido Brasileiro.....	24
2.2 Gestão de Recursos Hídricos.....	25
2.3 Desenvolvimento Sustentável.....	27
2.4 Indicadores de Sustentabilidade.....	30
2.5 Princípios de Bellagio.....	34
2.5.1 Aplicação dos Princípios de Bellagio por Instituições e/ou Governos.....	40
2.6 Metodologias de Avaliação da Sustentabilidade.....	43
2.6.1 Modelos Internacionais de Avaliação da Sustentabilidade	43
2.6.2 Modelos Nacionais de Avaliação da Sustentabilidade.....	45
3 METODOLOGIA	50
3.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo.....	50
3.2 Aspectos Socioambientais.....	51
3.3 Aspectos Fisiográficos.....	54
3.4 Caracterização da Pesquisa.....	55
3.5 Procedimentos Metodológicos.....	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
4.1 Identificação dos Critérios Essenciais dos Princípios do Bellagio STAMP.....	63
4.2 Aplicação do <i>Check-List</i>	64
4.3 Análise dos Indicadores pela Gestão Municipal.....	66
4.4 Análise dos Indicadores do Modelo por Especialistas em Recursos Hídricos.....	70
4.5 Análise Descritiva dos Indicadores para Obtenção dos Níveis de Referência.....	76
4.5.1 Descrição dos Indicadores da Dimensão Social.....	76
4.5.1.1 Acesso ao sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário.....	76
4.5.1.2 Taxa de crescimento da população.....	76
4.5.1.3 Expectativa de vida.....	77
4.5.1.4 Taxa de mortalidade infantil.....	78
4.5.1.5 Índice de Gini.....	79
4.5.1.6 Taxa de atendimento da população com cisternas.....	80
4.5.1.7 Doenças de veiculação hídrica.....	80
4.5.1.8 Taxa de Urbanização.....	81

4.5.1.9 Despesa com saúde.....	81
4.5.1.10 Taxa de alfabetização.....	82
4.5.2 Descrição dos Indicadores da Dimensão Econômica.....	86
4.5.2.1 Água outorgada para abastecimento humano, indústria, irrigação e dessedentação de animais.....	86
4.5.2.2 Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica.....	88
4.5.2.3 PIB <i>per capita</i>	89
4.5.3 Descrição dos Indicadores da Dimensão Ambiental.....	91
4.5.3.1 Acesso, tipo de coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos (RSU).....	91
4.5.3.2 Índice de Qualidade da Água.....	92
4.5.3.3 Disponibilidade de água superficial, subterrânea e <i>per capita</i>	93
4.5.3.4 Demanda de água.....	94
4.5.3.5 Taxa de cobertura vegetal nativa.....	95
4.5.3.6 Índice de perdas na distribuição de água.....	96
4.5.3.7 Tratamento de esgotos.....	97
4.5.4 Descrição dos Indicadores da Dimensão Institucional.....	101
4.5.4.1 Despesas com gestão ambiental.....	101
4.5.4.2 Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica.....	102
4.5.4.3 Cobrança pelo uso dos recursos hídricos.....	103
4.5.4.4 Plano de Recursos Hídricos para Bacia Hidrográfica.....	104
4.6 Análise sobre a construção dos índices por indicador.....	107
4.7 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Casinhas – PE.....	113
4.7.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Casinhas - PE.....	116
4.8 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Frei Miguelinho – PE.....	123
4.8.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Frei Miguelinho - PE.....	124
4.9 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Santa Cruz do Capibaribe – PE.....	130
4.9.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Santa Cruz do Capibaribe - PE.....	131

4.10 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Santa Maria do Cambucá – PE.....	138
4.10.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Santa Maria do Cambucá - PE.....	140
4.11 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Surubim – PE.....	146
4.11.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Surubim - PE.....	147
4.12 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Taquaritinga do Norte – PE.....	154
4.12.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Taquaritinga do Norte - PE.....	155
4.13 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Toritama – PE.....	162
4.13.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Toritama - PE.....	163
4.14 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Vertente do Lério – PE.....	170
4.14.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Vertente do Lério - PE.....	171
4.15 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Vertentes – PE.....	178
4.15.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Vertentes- PE.....	179
4.16 Análise de tendência das dimensões e do ISSHSAB pelo modelo com níveis de referência (NR/CP).....	186
4.17 Avaliação do Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido segundo os princípios do Bellagio STAMP.....	190
5 CONCLUSÃO.....	194
REFERÊNCIAS.....	199
APÊNDICES.....	211
ANEXOS.....	217

1 INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é considerado pela Agenda 21 - documento onde se encontram as propostas para a construção de uma sociedade sustentável - um ecossistema frágil com características e recursos únicos, exigindo um olhar diferenciado quanto ao processo de desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Segundo ele, como a água é elemento central e essencial à vida no Semiárido, deve-se assegurar sua oferta adequada e de boa qualidade para toda a população, preservando as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo os vetores de moléstias relacionadas com a água, sendo este o objetivo central de qualquer política, já que tanto a economia quanto a sociedade dependem muito do suprimento e da qualidade da água (AGENDA 21, 1995).

Neste sentido, a Agenda 21 (1995) propõe que o manejo dos recursos hídricos deva ser planejado de forma integrada, considerando aspectos sociais, ambientais e econômicos baseados nos princípios da sustentabilidade. Entendendo o desenvolvimento sustentável como aquele que garante qualidade de vida para as gerações atuais e futuras sem a destruição do meio ambiente, Pereira e Cândido (2012) e Sales, Cândido e Sales (2013) admitem que seja parte integrante desta concepção relacionar os aspectos supracitados e de governança política para alcançar este desenvolvimento.

Deste modo, o caminho para se alcançar o desenvolvimento sustentável deve envolver um processo de mensuração, que possa determinar o rumo a ser tomado, sendo os indicadores a ferramenta mais adequada. Segundo Carvalho et al. (2015), a importância dos indicadores de sustentabilidade é dada pela capacidade de subsidiar o monitoramento do desenvolvimento sustentável, revelando informações sobre o estado das diversas dimensões que o compõem, e dos indicadores hidroambientais, por apresentarem uma conotação de correlação entre os vários aspectos sociais, econômicos e ambientais e sua suposta relação com o recurso natural água. A Agência Nacional de Águas (ANA, 2013), explica que os indicadores hidroambientais devem estar relacionados direta ou indiretamente à melhoria da disponibilidade de água em quantidade e qualidade. Neste sentido, infere-se que o nível de sustentabilidade hidroambiental de um território é consequência das condições sociais, ambientais, econômicas e institucionais nele existentes.

Neste sentido, foram desenvolvidas algumas pesquisas e construídos diversos modelos de avaliação do nível de sustentabilidade hidroambiental, considerando diferentes dimensões, indicadores e parâmetros. Entre outros, os modelos construídos por Vieira e Studart (2009), Pereira e Cândido (2012), Sales e Cândido (2013), Carvalho e Curi (2016), utilizaram indicadores para avaliar o grau de sustentabilidade hidroambiental ou da gestão dos recursos hídricos em municípios e/ou bacias hidrográficas. Uma análise destas propostas metodológicas permitiu identificar que cada uma utilizou diferentes métodos, indicadores, fórmulas e parâmetros para avaliar o nível de sustentabilidade em diferentes áreas. Dentre as lacunas observadas, destaca-se a não apresentação de níveis de referência científicos. Níveis técnicos utilizados para determinar os limites que cada indicador deve atingir e a partir deles gerar um subíndice capaz de determinar o grau de sustentabilidade alcançado por indicador.

Comumente, o mais utilizado foram parâmetros de referência encontrados entre os municípios da região analisada, garantindo apenas uma comparação. Neste tipo de análise, o município pode atingir a sustentabilidade ideal comparado aos demais, sem necessariamente se basear na capacidade de carga do ecossistema ou sem alcançar os objetivos apontados para o desenvolvimento sustentável. Foi ainda observado a utilização de níveis de referência projetados para uma bacia hidrográfica da região Sul do Brasil, desconsiderando as condições socioeconômicas e ambientais do Semiárido brasileiro. Fato este relevante, pois, acredita-se que cada região apresenta características próprias, e, portanto, necessita de um olhar diferenciado.

Tais limites ou níveis de referência tornam-se necessários, pois são referências para a avaliação do desempenho dos indicadores e conseqüentemente das políticas públicas desenvolvidas a curto, médio e longo prazo. Assim, sua importância está na possibilidade de monitoramento destas políticas, e de seus resultados na busca pelo desenvolvimento sustentável. Estabelecidos os níveis de referência é possível traçar estratégias tanto para avançar em determinados setores, quanto para controlar outros, tendo o decisor como avaliar sua gestão cientificamente e decidir sobre as medidas a serem tomadas.

Além da problemática dos níveis de referência, observou-se que algumas propostas consideraram e outras desconsideraram a participação de atores sociais, comunidade, especialistas em recursos hídricos. Também, não foram levadas em consideração as necessidades dos gestores dos municípios avaliados quanto ao monitoramento de indicadores, indicando uma falta de relevância política para os modelos. O número de indicadores entre as

propostas também variou bastante, entre 27 e 297 indicadores, para avaliar as dimensões do desenvolvimento sustentável. Assim, nenhum dos modelos seguiu formalmente as orientações contidas nos Princípios de Bellagio e/ou Bellagio STAMP. Princípios estes, que compõem um importante marco teórico-conceitual, norteador da construção de qualquer instrumento ou metodologia de avaliação da sustentabilidade segundo Hardi e Zdan (1997), tendo em vista a existência das lacunas supracitadas. Segundo Bakkes (2012), os Princípios de Bellagio, criados em 1996, foram substituídos pelo Bellagio STAMP em 2009, tornando-se uma lista mais condensada e facilmente aplicável.

Neste sentido, pergunta-se: É possível construir um modelo de indicadores de sustentabilidade socioeconômico e hidroambiental para o Semiárido considerando na sua integralidade os Princípios do Bellagio STAMP? Segundo Bakkes (2012) são 8 os princípios para a avaliação do desenvolvimento sustentável. Tais princípios são utilizados para melhorar a avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável, para escolha de indicadores, e para interpretar e comunicar os resultados da avaliação. Seguindo-os, esperam-se que a metodologia de avaliação tenha consistência científica, seus resultados sejam mais valorizados no processo de tomada de decisão e que a utilização de níveis de referência científicos, leve-nos a respostas mais condizentes com a realidade e conseqüentemente para alcançar um futuro mais sustentável, sendo esta a hipótese da pesquisa.

Considerando que nenhum dos modelos analisados levou em consideração às diretrizes propostas nos Princípios de Bellagio e/ou Bellagio STAMP, esta pesquisa tem como objetivo principal construir um modelo de indicadores de sustentabilidade socioeconômico e hidroambiental para o Semiárido baseado nos Princípios do Bellagio STAMP. Propõe-se também buscar as opiniões dos gestores municipais, bem como estabelecer níveis de referência científicos dos indicadores a partir da literatura técnica-científica e das características do Semiárido brasileiro para se estimar o grau de sustentabilidade dos municípios inseridos no Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, fazendo destes o caráter de originalidade da tese. A escolha desta área está ligada a alguns fatores: estar inserida no Semiárido brasileiro; ter problemas de escassez e poluição de recursos hídricos em todos os municípios; possuir a menor participação no Produto Interno Bruto (PIB) do Agreste de Pernambuco, demonstrando baixo desempenho econômico.

Fundamentado na Lei nº 9.433/97 (BRASIL, 2005), que define a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e que tem como princípio a gestão participativa, segundo a qual quanto maior a participação dos atores sociais, maior será o cuidado e fiscalização sobre os recursos hídricos, este trabalho busca construir um modelo de avaliação da sustentabilidade socioeconômico e hidroambiental adequado e significativo para a gestão – partindo das necessidades dos gestores – para que estes possam atender ao objetivo da referida política, de assegurar as atuais e futuras gerações, água em quantidade e qualidade para atender as necessidades humanas e do ecossistema.

Para tanto, os seguintes objetivos específicos deverão ser atendidos:

- Identificar os principais indicadores para o modelo através de *check-list* e consulta aos gestores municipais;
- Estabelecer os níveis de referência científicos e os pesos para cada um dos indicadores do modelo;
- Aplicar o modelo em municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE;
- Comparar os níveis de sustentabilidade obtidos pelo modelo com níveis de referência científicos (NR) e pelo modelo tradicional (MT);
- Realizar uma análise de tendência entre dois anos distintos 2000-2010 para municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe - PE.

De acordo com o objetivo geral, verifica-se que o escopo temático da tese é a avaliação dos indicadores de sustentabilidade socioeconômico e hidroambiental. Com base nesta é possível determinar o nível de sustentabilidade municipal, para proceder com políticas adequadas a cada contexto, servindo como auxílio à gestão. Sendo a bacia hidrográfica a unidade de planejamento adotada pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE serão considerados o escopo geográfico da pesquisa, haja vista estarem inseridos na bacia hidrográfica do rio Capibaribe e terem problemas de escassez e/ou poluição de recursos hídricos segundo dados do Portal ODM (2011).

Além disso, existe maior disponibilidade de dados a nível municipal e acredita-se que o poder de decisão é efetivamente maior entre os gestores municipais quanto à sustentabilidade hídrica através do desenvolvimento de políticas públicas e ações coletivas. Por conseguinte, visando estruturar o modelo de indicadores conforme os Princípios do

Bellagio STAMP, faz-se necessário estabelecer a tendência da sustentabilidade considerando a análise entre ao menos dois anos distintos (2000 e 2010), seguindo os dados dos últimos Censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo este o escopo temporal da pesquisa.

Diante deste contexto, a proposta apresenta uma oportunidade de utilização por gestores públicos e comunidade científica já que terão disponíveis os níveis de referência para serem aplicados como forma de monitoramento das políticas públicas desenvolvidas, a curto, médio e longo prazo, portanto, um produto que poderá ser utilizado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Semiárido brasileiro

O Semiárido brasileiro, localizado predominantemente na região Nordeste, apresenta condições hídricas desfavoráveis que combinam: evapotranspiração alta durante todo ano, baixa precipitação, irregularidade de chuvas, subsolo desfavorável em muitas regiões (água salobra/ formação cristalina), e em geral, baixo desenvolvimento econômico e social. De acordo com o relatório do Grupo Interministerial de Trabalho, do Ministério da Integração Nacional (MIN, 2005), um município é considerado integrante da Região Semiárida quando a precipitação pluviométrica média anual for igual ou inferior a 800mm; quando o índice de aridez de Thornthwaite for igual ou inferior a 0,5; e quando o percentual diário de déficit hídrico for igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano, e a normal climatológica de no mínimo 30 anos.

Em 2010, o Semiárido abrangia uma área de 980.133,07 km² envolvendo 1.135 municípios entre nove unidades da federação: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais. Dos 1.135 municípios, a grande maioria, 93,39% era de pequeno porte (até 50.000 habitantes), local onde residia a maior parte da população (65,23%) dos 22.598.318 milhões de habitantes no total (MEDEIROS et al., 2012). Em 2017, no entanto, de acordo com as Resoluções CONDEL n°107/2017 e n°115/2017 (SUDENE, 2017), a referida região passou a contar com 1.262 municípios, uma área de 1.128.697 km² e uma população de 27.870.241 milhões de habitantes.

De acordo com Carvalho (2013), a limitada disponibilidade de água, em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos, bem como a falta de planejamento e problemas de gestão dos recursos hídricos atuam como fatores determinantes no processo de desenvolvimento social e econômico da população. Comprovado por Medeiros et al. (2012), 60,2% dos municípios do Semiárido apresentaram em 2010 um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) oscilando entre muito baixo e baixo (0,000 – 0,599). Para Oliveira (2011), os baixos níveis de escolaridade, associados a baixos rendimentos muitas vezes não possibilita à construção de grandes reservatórios de abastecimento, tais como cisternas, para garantir o suprimento no período de estiagem, e nem a aquisição d'água através de carros-pipa de forma particular, daí o baixo acesso da população à água e consequentemente, o baixo desenvolvimento das atividades econômicas.

Além das características físico-climáticas que favorecem um regime de chuvas marcado pela escassez hídrica, Sales (2014) destaca que o espalhamento da população é outro ponto que dificulta o acesso aos recursos para garantir a sobrevivência da população. Por isso, foram desenvolvidas estratégias de convivência com o Semiárido, através de programas do Governo Federal e da Articulação do Semiárido (ASA), com o intuito de armazenar água de chuva em cisternas de placas, cisterna - calçadão, barragens subterrâneas, etc., conduzindo a chamada sustentabilidade. Sobre o conceito de sustentabilidade hidroambiental, Sales (2014) destaca dois pontos: o primeiro diz respeito à água como um elemento preponderante para o desenvolvimento sustentável no Semiárido brasileiro; e o segundo que as atividades socioeconômicas de destaque nesta região, estão diretamente relacionadas com a exploração dos recursos hídricos, tais como: agricultura, pecuária, pesca, entre outras.

Assim, este conceito está diretamente associado à disponibilidade do recurso na região Semiárida, em termos de quantidade e qualidade, e a capacidade de suporte permanente que a água pode oferecer para as atividades humanas e a natureza local. Por isso, o caminho para alcançar a sustentabilidade hidroambiental é compatibilizar a oferta e a demanda d'água em face de sua disponibilidade efetiva, e de forma indissociável, promover melhoria na qualidade da água para os diversos usos.

Deste modo, a construção de uma ferramenta que considere a realidade socioeconômica e hidroambiental do Semiárido brasileiro, que gere informações e contribua para a sustentabilidade no uso da água ganha relevância, principalmente no auxílio à decisão, já que a crise de água no Semiárido pode estar vinculada ou ser agravada, mais por uma má gestão dos recursos hídricos (pública, privada e doméstica) do que pela falta de água propriamente dita. Má gestão decorrente, portanto, da falta de informações que auxiliem nesse processo. Diante destas características, quantidade e qualidade de água são desafios para a sustentabilidade hidroambiental local e o acompanhamento desse processo é fundamental para uma melhoria da qualidade de vida das pessoas (SALES, 2014).

2.2 Gestão dos Recursos Hídricos

A água é um bem indispensável para a sobrevivência do ser humano, permitindo realizar diversas atividades econômicas e melhorar a situação social e comunitária. No

entanto, as atividades econômicas demandam certa quantidade de água e reduzem sua qualidade, criando muitas vezes conflitos de alocação entre os atores/usuários. Neste sentido, um elemento necessário para mediação de conflitos é a gestão das águas. Segundo Lanna (2001, p.1), a gestão das águas pode ser definida como:

“uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões que têm por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos” (LANNA, 2001, p.1).

Considerando a ocorrência de secas no Semiárido brasileiro, Pruski e Pruski (2011) explicam que a escassez hídrica está associada a uma situação em que a disponibilidade hídrica é insuficiente para atender às demandas e manter as condições ambientais mínimas necessárias para o desenvolvimento sustentável, mas também pode decorrer de aspectos qualitativos, quando a poluição afeta de tal forma a qualidade que os padrões excedem os admissíveis para determinados usos. Para Setti et al. (2001), a gestão de recursos hídricos é a forma para equacionar e resolver as questões associadas à escassez. Neste sentido, no processo de gestão dos recursos hídricos é necessário considerar tanto os aspectos quantitativos, quanto os qualitativos, pois, durante o processo de circulação, a água sofre alterações na sua qualidade e quantidade em razão das ações antrópicas e das próprias inter-relações do meio ambiente com os recursos hídricos.

Por isso, a degradação da qualidade da água e sua escassez, bem como sua distribuição estão entre os principais focos de atenção das políticas ambientais em nível global, as quais buscam a modernização dos modelos e sistemas nacionais de gestão da água incorporando os princípios de sustentabilidade, Magalhães Júnior (2007); Sales (2014). No Brasil, foi a Lei Federal nº. 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), (BRASIL, 2005), um dos arcabouços legais de gestão das águas, mais moderno do mundo, tendo como principal objetivo atender aos princípios do desenvolvimento sustentável de assegurar a atuais e futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos diferentes usos, bem como permitir a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, Magalhães Júnior (2007).

Esta lei introduz na gestão dos recursos hídricos inovação e modernidade, com a inclusão de princípios, fundamentos e de um modelo de gestão aceitos mundialmente, tais

como os mecanismos de gestão descentralizada, e ao mesmo tempo participativa (poder público, usuários e comunidades), com os organismos de gestão de bacias hidrográficas se destacando como canais de abertura às reformas dos sistemas nacionais de gestão da água (PEREIRA, 2012). A gestão participativa se torna relevante porque apesar de grupos serem mais lentos do que indivíduos isolados na tomada de decisões, a probabilidade de acertos aumenta.

Vieira (1996) entende que a gestão integrada de recursos hídricos deve abranger vários aspectos: o ciclo hidrológico completo; os usos múltiplos da água; o inter-relacionamento dos sistemas naturais e sociais; a interdependência dos componentes econômicos, sociais, ambientais e políticos do desenvolvimento, qualificando assim o desenvolvimento sustentável. No entanto, observa-se que apesar da busca por informações ser essencial no processo decisório, em um quadro no qual há carência de informações, os decisores tendem a atuar sob condições de incertezas, e isso justifica a necessidade de programas de monitoramento que permitam a geração contínua de dados e o aprimoramento das bases existentes (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Por isso, Pereira (2012) e Carvalho (2013) afirmam que no âmbito da gestão dos recursos hídricos um conjunto de indicadores adequados pode ser desenvolvido para ajudar a compreender melhor os impactos humanos sobre os recursos hídricos, melhorar o nosso conhecimento no processo de decisão, e ainda, proporcionar resultados significativos no estabelecimento de estratégias públicas, possibilitando redirecionar objetivos e até mesmo reformular políticas alinhando-as a cada região de análise.

2.3 Desenvolvimento Sustentável

O conceito de desenvolvimento sustentável mais utilizado mundialmente é o do Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial de Desenvolvimento e Ambiente em 1987, que afirma que desenvolvimento sustentável é o que atende às necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades. Para Pereira e Cândido (2012) o relatório preconiza uma forma de desenvolvimento que garanta qualidade de vida para as gerações atuais e futuras sem a destruição do meio ambiente, a base de sua sustentação, a chamada sustentabilidade. Já

Lacerda e Cândido (2013) entendem que ele busca por limites ao sistema de desenvolvimento econômico visando atender as necessidades presentes da humanidade, preservar e conservar os recursos existentes no sentido de garantir o sustento das gerações futuras e a manutenção dos ecossistemas.

Segundo Sales, Cândido e Sales (2013), o referido relatório traz à tona a visão da incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo incentivados pelo modelo de desenvolvimento capitalista, emergindo a ideia de uma nova relação sociedade-meio ambiente. Além disso, para os autores, ele apresenta uma visão crítica do modelo de desenvolvimento capitalista adotado pelos países industrializados e que vem sendo reproduzido por outros países em desenvolvimento, e destaca os riscos e as incertezas do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas.

Para Campos, Ribeiro e Vieira (2014), o desenvolvimento sustentável corresponde a um permanente processo de aperfeiçoamento e ampliação dos patrimônios econômicos, sociais e ambientais de um país ou região, de forma harmônica e equânime. E a sustentabilidade como um modo de coexistência harmônica do homem com o meio ambiente. Para eles, mensurar a sustentabilidade requer a integração de um grande número de informações advindas de uma pluralidade de disciplinas e sua construção poderá subsidiar a formulação de políticas, à tomada de decisão, além de conferir maior concretude ao conceito de sustentabilidade.

As interpretações supracitadas apresentam alguma relação com o conceito de sustentabilidade de Martins e Cândido (2012) no qual a sustentabilidade relaciona-se com a melhor qualidade da vida das populações, a partir da capacidade de suporte dos ecossistemas. Capacidade esta entendida como a carga máxima que pode ser imposta ao meio ambiente pela sociedade. Assim, a sustentabilidade requer um padrão de vida dentro dos limites impostos pela natureza, devendo-se viver dentro da capacidade do capital natural.

Sintetizando, Lacerda e Cândido (2013) esclarecem que a sustentabilidade busca atender as necessidades humanas presentes, a manutenção da vida sem degradar as fontes de recursos ambientais, respeitando a capacidade de suporte dos ecossistemas para que gerações futuras possam ter as suas necessidades atendidas e o ambiente possa permanecer no seu sistema cíclico dando continuidade à perpetuação da biodiversidade de forma duradoura.

Diante deste contexto, observa-se que o conceito de desenvolvimento sustentável pode envolver várias interpretações, baseadas especialmente nos conceitos de sustentabilidade forte e fraca. De acordo com Hardi et al. (1997), na forte, compreende-se que é preciso garantir as mesmas condições ambientais do presente, no futuro, em quantidade e qualidade; e na fraca, pode-se substituir alguns recursos por outros, desde que a capacidade de suporte a vida não seja danificada.

Na Agenda 21 que é considerada ao mesmo tempo mapa e roteiro para a construção de uma sociedade sustentável, o desenvolvimento sustentável exige comprometimento com políticas econômicas saudáveis; uma administração pública eficaz e previsível; integração das preocupações ambientais ao processo de tomada de decisão; e avanço para um governo democrático, com a participação de todos os envolvidos, (AGENDA 21, 1995). Neste intuito, o documento propõe melhorar o processo de tomada de decisão integrando plenamente questões socioeconômicas e ambientais, além de uma maior participação do público.

Corroborando, segundo Hardi et al. (1997) e Sales, Cândido e Sales (2013), para avaliar o desenvolvimento sustentável é preciso levar em consideração os fatores econômicos, sociais e ambientais. Sobre isso, Froehlich (2014) ao analisar ferramentas de mensuração do desenvolvimento sustentável, observou claramente a relação entre crescimento econômico, com a manutenção do meio ambiente, além da justiça social, aliado a um claro compromisso com as gerações atuais e futuras. Por isso, para Van Belen (2004) existe um consenso de que em função da praticidade e efetividade, é preferível medir a sustentabilidade a partir de suas dimensões.

Para Sales, Cândido e Sales (2013), a água é considerada elemento básico do desenvolvimento sustentável. E, portanto, há a necessidade de destacar sua importância para as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a relação água e desenvolvimento econômico; a relação água e desenvolvimento social; e a relação água e proteção ambiental. Assim, a sustentabilidade dos recursos hídricos requer o atendimento de nossas necessidades de água (beber, irrigação, uso industrial, recreação e energia) sobre as quais o desenvolvimento da economia depende, e ao mesmo tempo, proteger o ambiente e melhorar suas condições (KUMAMBALA, 2010). Neste sentido, segundo o referido autor, a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável visam utilizar os recursos naturais, melhorar

a qualidade de vida das pessoas, e ao mesmo tempo preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações.

Diante do exposto, Sartori et al.(2014) entendem que apesar da variedade de interpretações sobre o que é desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade, existe uma inter-relação entre estes termos, já que um depende do outro para se alcançar um progresso nas condições de vida da população e no meio ambiente, bem como a necessidade de utilização de indicadores e dimensões para mensurá-los.

Segundo Hardi et al. (1997) existem muitas razões para medir o progresso em direção ao desenvolvimento sustentável, que vai desde um compromisso com o meio ambiente, ao uso para operações governamentais mais eficientes. Além disso, a medição torna o desenvolvimento sustentável operacional, ajudando os tomadores de decisão e o público a avaliarem o progresso alcançado no cumprimento das metas previstas. Diante deste cenário, a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD) da Organização das Nações Unidas (ONU), levantou a necessidade de criar padrões que sirvam de referência para medir o progresso da sociedade em direção ao que se convencionou chamar de um futuro sustentável e as ferramentas utilizadas para o monitoramento são os indicadores.

2.4 Indicadores de sustentabilidade

Um conjunto de indicadores pode ser considerado o melhor exemplo de ferramentas para auxiliar no processo permanente de construção e reconstrução das realidades locais que buscam o tão sonhado desenvolvimento sustentável. De acordo com Guimarães e Magrini (2008), a utilização destas ferramentas para avaliar a sustentabilidade ambiental tem aumentado desde a década de 1990 por serem instrumentos que de forma simples expressam uma mensagem complexa, e que permitem a transmissão de informações técnicas resumidamente, preservando a originalidade dos dados, e usando apenas as variáveis que melhor refletem os objetivos desejados.

Sinteticamente, pesquisadores do Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IISD) consideram indicadores como unidades de informação que resumem as características de um sistema ou realçam alguns pontos dele, que podem ser encontrados em

todas as esferas e simplificar fenômenos complexos e que tem como função, facilitar o processo de comunicação sobre desenvolvimento sustentável, transformando o conceito em dados numéricos, medidas descritivas e sinais orientativos, atuando como ferramentas de auxílio à decisão, Van Bellen (2006), Magalhães Júnior (2007) e Ramos e Caeiro (2010). Além disso, são capazes de captar periodicamente os resultados positivos e negativos de ações implementadas em busca do desenvolvimento sustentável local, caracterizando as mudanças contínuas, (MASCARENHAS et al., 2010) e (SALES, 2014).

O termo indicador, *indicare* no latim, significa descobrir, apontar, anunciar, estimar. Desta forma, os indicadores podem ser utilizados para comunicar ou informar sobre o progresso em direção a uma meta, bem como deixar mais perceptível uma tendência ou fenômeno. Para a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) eles servem como parâmetros que apontam e fornecem informações sobre o estado de um fenômeno. Para Van Bellen (2006), Tanguay et al. (2010) e Pires et al.(2017), além do estado, os indicadores informam as causas possíveis ou aquilo que está implícito, por isso, tornam-se um forte aliado no processo de gestão, daí sua relevância política.

Para Bartke e Schware (2015) e Pires et al. (2017) é mister considerar a opinião dos decisores ou utilizadores finais, tais como: instituições de gestão políticas, comitês de bacias hidrográficas, haja vista que alguns modelos de avaliação existentes não são utilizados pelos decisores por não abordarem aspectos de interesse local. Neste tocante, Bartke e Schware (2015) destacam que uma alternativa é a participação das partes interessadas através das abordagens *top-down* e *bottom-up*, com a participação de cientistas, decisores e público em geral, visto que entre estes existem diferentes prioridades de análise para a composição destas ferramentas de avaliação.

Quanto às características locais, segundo Cezare, Malheiros e Philippi Júnior (2007), cada município deve desenvolver suas próprias estratégias de desenvolvimento sustentável e escolher indicadores para sua avaliação, de acordo com as características locais. Segundo os autores, além de monitorarem as interações entre os componentes meio ambiente e socioeconômico, os indicadores servem como base de dados para planejamento estratégico e análise de políticas, permitem ajudar governos a formularem e monitorarem políticas econômicas com maior eficácia, a determinarem regulamentações ambientais estratégicas de

gestão de recursos mais eficazes e a utilizarem os impostos e subsídios com maior eficiência, representando uma forma de melhorar o diálogo político entre diferentes atores.

Já Mascarenhas et al. (2010) sugerem a elaboração de um conjunto comum de indicadores regionais que possam ser utilizados também em escala local evitando uma série de iniciativas de avaliações isoladas, que desconsidere o contexto regional. Segundo eles, a principal contribuição é envolver as partes interessadas na consecução de metas regionais e de monitoramento do desenvolvimento sustentável. Assim, com base neste conjunto de indicadores comuns, os recursos de um município podem ser comparados com os correspondentes em outros municípios.

Resultantes do cruzamento de pelo menos duas variáveis primárias, os indicadores, podem possuir valores de referência normativos ou científicos, mas também podem ser avaliados em termos de dinâmica temporal, Magalhães Júnior (2007). Como padrões de referência, expressam os limites nos quais sua ocorrência deve ser ou não nociva ao homem ou ao seu ambiente. Tanguay et al. (2010) explicam que quando são utilizados valores de referência baseados em territórios com características semelhantes, tem-se o desempenho relativo de um determinado território, ou seja, a distância em relação ao melhor ou pior desempenho.

Tal desempenho é geralmente utilizado nos casos em que não existem limites estabelecidos cientificamente ou valores consensuais. Sobre isso, Martins (2012) destaca a importância de estabelecer os limites relacionados à sustentabilidade, aspecto ainda pouco explorado, devido às dificuldades de definição. Pois estes, servem principalmente para a operacionalização dos indicadores em índices (entre 0 e 1), baseados em seus valores inferiores (mínimos) e superiores (máximos). Segundo Tanguay et al. (2010), os índices são utilizados para facilitar a compreensão e interpretação dos indicadores especialmente para o público.

Para Van Bellen (2006), os principais critérios que orientam a escolha dos indicadores são: relevância política; simplicidade; validade; série temporal de dados; disponibilidade de dados de boa qualidade; habilidade de agregar informações; sensibilidade; confiabilidade. Associado a estes critérios, Tanguay et al. (2010) sugerem como estratégia a união entre os indicadores mais utilizados e aqueles que integram os componentes do desenvolvimento sustentável. Para Sales (2014), no processo de seleção, a utilização de um marco referencial é

mais uma opção, que serve para orientar a escolha de indicadores adequados a avaliação do cumprimento dos objetivos estratégicos, ou das metas acordadas de forma compartilhada.

No entanto, segundo Sales (2014), o maior problema para a maioria dos municípios brasileiros, especificamente os do Semiárido: é que eles não possuem nenhum instrumento ou marco referencial estratégico, nem plano de ação. Por este motivo, indica que esta construção deva partir daquilo que a sociedade almeja, para assim, estimar metas que possam ser monitoradas através do sistema.

Quanto aos recursos hídricos, Magalhães Júnior (2007) afirma que o monitoramento é um dos pilares de qualquer processo de gerenciamento, podendo assegurar o acompanhamento das pressões antrópicas, do estado da água e das respostas do sistema de gestão em termos de decisões e ações efetivadas no controle e proteção dos recursos hídricos. Neste âmbito surgem os indicadores de sustentabilidade hidroambiental, que de acordo com Carvalho et al. (2015), apresentam uma conotação de correlação entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais e sua suposta relação com o recurso natural água.

Segundo Guimarães e Magrini (2008), o uso de indicadores em bacias hidrográficas organiza as informações de forma sistemática, ajuda no processo de tomada de decisão tanto para a gestão dos recursos hídricos quanto para o diagnóstico da bacia, além disso, fornece uma boa base para a preparação dos planos de bacia, para estruturação de sistemas de gestão, e padronização dos dados para fins de comparação. Por isso, na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433/97, o monitoramento está na base de operacionalização de todos seus instrumentos.

Diante deste contexto, e considerando as diversas iniciativas de mensuração da sustentabilidade, em 1996, um grupo de especialistas e pesquisadores em avaliação se reuniram em Bellagio, na Itália, para revisar estas iniciativas que vem sendo implementadas em diferentes níveis para avaliar a *performance* do desenvolvimento, e estabeleceram critérios gerais para construção de modelos de avaliação, os denominados Princípios de Bellagio (VAN BELLEN, 2006).

2.5 Princípios de Bellagio

Até a década de 90 os principais indicadores de medição do desenvolvimento foram os econômicos, exemplo: Produto Interno Bruto (PIB), PIB *per capita* (ALSHUWAIKHAT e NKWENTI, 2002). A avaliação do PIB permitia que os governos acompanhassem o fluxo de bens e serviços na economia. Considerado de fácil comunicação, popularizou-se como indicador do bem-estar de uma nação (HARDI e ZDAN, 1997). Essa forma de medição do progresso foi identificada como uma das alavancas para a construção de um desenvolvimento insustentável, dado a incapacidade do indicador em provocar medidas preventivas quanto ao meio ambiente (PINTÉR et al., 2012). Com o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável, veio à necessidade de avaliar o impacto do desenvolvimento econômico sobre o meio ambiente e a sociedade (ALSHUWAIKHAT e NKWENTI, 2002). Por isso, em 1987, a Comissão Brundtland apelou a novas formas para medir o progresso, para além dos sinais econômicos, capturando o bem-estar social e dos ecossistemas. Tal apelo estava relacionado tanto ao conceito de desenvolvimento sustentável, quanto ao reconhecimento de que é preciso uma mudança na natureza das atividades humanas para que as gerações futuras também possam atender suas necessidades (HARDI e ZDAN, 1997).

A partir daí, como se tornou preocupação geral monitorar e avaliar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável, cogitou-se inicialmente elaborar uma lista de indicadores comuns para avaliação do progresso global. Contudo, dado as diferenças entre lugares e de valores, um grupo de pesquisadores em avaliação de cinco continentes elaboraram segundo Alshuwaikhat e Nkwenti (2002), importantes diretrizes para construção de instrumentos de avaliação da sustentabilidade, qualquer que seja a preocupação. De acordo com Ko (2005), este grupo, organizado pelo Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IISD), se reuniu no Centro de Estudos e Conferências da Fundação Rockefeller em Bellagio, Itália, em 1996, e elaboraram os chamados Princípios de Bellagio, nos quais estabeleceram orientações para medir e avaliar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável. Os princípios estabelecidos foram aprovados por unanimidade e servem de orientação para toda avaliação, incluindo: escolha e concepção de indicadores, interpretação e comunicação dos resultados e medição do progresso. Eles também estão inter-relacionados e devem ser aplicados como um conjunto completo (HARDI e ZDAN, 1997). Ou seja, qualquer instrumento para avaliar a sustentabilidade deve atender a, pelo menos, 10 princípios básicos, denominados Princípios de Bellagio (Quadro 1).

Quadro 1 - Princípios de Bellagio.

1. VISÃO E OBJETIVOS ORIENTADORES

Avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve:

- ser guiada por uma visão clara de desenvolvimento sustentável e de metas que definam essa visão.

2. PERSPECTIVA HOLÍSTICA

Avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve:

- incluir a revisão de todo o sistema, bem como suas partes;
- considerar o bem-estar social, ecológico e econômico dos subsistemas, o seu estado, bem como a direção e a taxa de variação do referido estado, das suas partes componentes, e a interação entre as partes; e as consequências positivas e negativas dos sistemas ecológicos e humanos em termos monetários e não monetários.

3. ELEMENTOS ESSENCIAIS

Avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve:

- considerar a equidade e a disparidade dentro da população atual e entre as gerações presentes e futuras, lidar com tais preocupações como o uso de recursos, excesso de consumo e da pobreza, os direitos humanos, e o acesso aos serviços; as condições ecológicas das quais a vida depende; e o desenvolvimento econômico e outras atividades não mercantis que contribuam para o bem-estar humano/social.

4. ÂMBITO ADEQUADO

Avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve:

- adotar um horizonte de tempo longo o suficiente para capturar mudanças tanto humanas como do ecossistema, respondendo às necessidades das futuras gerações, bem como para auxiliar a tomada de decisão em curto prazo;
- definir a área de estudo para incluir não só impactos locais sobre pessoas e ecossistemas, mas também a longas distâncias;
- construir sobre as condições históricas e atuais, condições para antecipar futuro – onde queremos ir, onde poderíamos ir.

5. FOCO PRÁTICO

Avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve ser baseada em:

- um conjunto explícito de categorias ou uma estrutura de organização ligada a visão e as metas para indicadores e critérios de avaliação;
- um número limitado de questões-chave para a análise e/ou de indicadores ou combinações de indicadores para fornecer um sinal mais claro do progresso;
- padronização da medida, sempre que possível para permitir a comparação;
- comparar valores dos indicadores de metas, valores de referência, intervalos, limiares ou direção de tendências.

6. ABERTURA

Avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve:

- tornar os métodos e dados que são usados acessíveis a todos; bem como, todos os julgamentos, suposições e incertezas nos dados e interpretações.

7. COMUNICAÇÃO EFICAZ

Avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve:

- ser projetada para atender as necessidades do público e um conjunto de usuários;
- envolver os decisores no desenho dos indicadores;
- simplificar a estrutura e usar linguagem clara e simples.

8. AMPLA PARTICIPAÇÃO

Avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve:

- obter a ampla representação do público para assegurar o reconhecimento de valores diversos e dinâmicos;
- assegurar a participação dos decisores para garantir uma forte ligação das políticas adotadas e ação resultante.

9. AVALIAÇÃO CONTÍNUA

Avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve:

- desenvolver a capacidade de repetidas medidas para determinar tendências;
- ser iterativo, adaptável e sensível à mudança e incerteza porque os sistemas são complexos e mudam com frequência;
- ajustar objetivos, estruturas e indicadores aos conhecimentos obtidos;
- promover o desenvolvimento do aprendizado coletivo e o feedback para tomada de decisão.

10. CAPACIDADE INSTITUCIONAL

A avaliação do progresso em direção ao desenvolvimento sustentável deve ser assegurada por:

- atribuir claramente a responsabilidade e prestação de apoio contínuo no processo de tomada de decisões;
- fornecer capacidade institucional para a coleta de dados, manutenção, e documentação;
- apoiar o desenvolvimento da capacidade de avaliação local.

Fonte: (HARDI E ZDAN, 1997, traduzido).

Com base no exposto, observa-se que as avaliações em direção ao desenvolvimento sustentável podem se basear em um quadro conceitual que norteará sua construção. Sinteticamente, os princípios podem ser interpretados da seguinte forma: o Princípio 1 destaca a visão de desenvolvimento sustentável, como norteadora dos indicadores e das metas a serem alcançadas. Para tanto, segundo Hardi e Zdan (1997) é preciso um quadro de referência para identificar se a mudança é boa ou não. Os Princípios 2 e 3 se complementam e buscam avaliar as características das dimensões econômicas, sociais e ambientais do desenvolvimento sustentável, bem como as interações entre elas. Tal interação deve ocorrer porque, para Hardi e Zdan (1997) o poder de uma abordagem sistêmica deriva de algumas propriedades que não são evidentes simplesmente olhando as partes. Deste modo, o bem-estar geral de um sistema não pode ser testado por análise das partes de forma independente.

O Princípio 4 prioriza a análise espaço - temporal dos dados para identificar tendências; já o Princípio 5, evidencia as características necessárias na estrutura do modelo de indicadores, tais como: indicadores essenciais e em número limitado, padronização dos dados; comparação entre indicadores de referência, de metas ou do intervalo; e o Princípio 6, requer que dados, métodos e julgamentos sejam acessíveis a todos, especialmente para que haja confiança na sua aplicação. O Princípio 7 destaca que a estrutura deve usar uma linguagem clara e simples na comunicação dos resultados; o 8 considera essencial a participação de decisores e a ampla representação do público, tanto no desenho dos indicadores quanto para garantir uma ligação com as políticas adotadas; já o Princípio 9 instrui para construção de um modelo de monitoramento contínuo, que seja adaptável as mudanças ao longo do tempo com a inserção ou remoção de indicadores desejáveis ou não.

Segundo Hardi e Zdan (1997) os resultados obtidos em uma avaliação inicial exigem testes ao longo do tempo para desenvolver a confiança e garantir a credibilidade. Além disso, é somente através dessa avaliação contínua que o sucesso de medidas corretivas tomadas por empresas, governos e em toda a sociedade civil podem ser avaliados e modificados conforme apropriado; por fim, o Princípio 10 enfatiza que o modelo deve fornecer apoio ao processo de tomada de decisão, através de sua aplicabilidade pelas instituições.

Para Pintér et al. (2012) os princípios de Bellagio se tornaram um ponto de referência amplamente citado para medir o desenvolvimento. Mas, os novos desdobramentos em matéria de política, ciência, sociedade civil e tecnologia tornaram necessária a sua atualização. Os

Princípios de Bellagio foram atualizados através de um grupo de especialistas (19), um terço dos que atuaram em 1996, segundo Bakkes (2012). Semelhante ao processo de construção inicial – o grupo reuniu-se na Fundação Rockefeller, Bellagio, Itália em 2009, e utilizando os princípios originais, como ponto de partida, criou o Bellagio STAMP – Princípios para Avaliação e Medição da Sustentabilidade.

Devendo ser usado como um conjunto completo, o novo Bellagio STAMP inclui oito princípios: 1 - Visão orientadora; 2 - Considerações essenciais; 3 - Escopo adequado; 4 - Estrutura e indicadores; 5 - Transparência; 6 - Comunicação eficaz; 7 - Ampla participação; e 8 - Continuidade e capacidade. Segundo Pintér et al. (2012) os princípios foram sucintamente reformulados, eliminando algumas das ambiguidades e/ou duplicações que estavam presentes no conjunto original e também foram inseridos novos pontos de ênfase, com isso, o número de princípios foi reduzido de dez para oito. Conforme Pintér (2009) e Pintér et al. (2012), os novos princípios do Bellagio STAMP podem ser descritos da seguinte forma:

Princípio 1 (Visão orientadora) - É guiado pelo objetivo de atender o bem-estar da população considerando a capacidade de suporte da biosfera, para sustentá-la para as gerações futuras. Neste sentido, antes de se avaliar o progresso, é preciso definir uma visão de desenvolvimento sustentável para compreender, se esse desenvolvimento pode ser sustentado por gerações futuras. Para tanto, Ko (2005) informa que é necessário um padrão para medir o progresso, uma vez que a avaliação não pode ser julgada ou determinada a menos que um padrão seja fornecido para que as informações sejam utilizadas não como uma solução, mas como uma referência. Assim, sugere transformar a sustentabilidade em um guia operacional para a concepção de futuro, desenvolvendo um protocolo para avaliação, que o seguindo, assegure uma abordagem abrangente e cuidadosa no processo de tomada de decisão.

Princípio 2 (Considerações essenciais) – Para a avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável, deve-se considerar o sistema social, econômico e ambiental subjacente como um todo e as interações entre seus componentes incluindo questões relacionadas com a governança, além da dinâmica e interação entre as tendências atuais e futuras; riscos, incertezas de atividades que podem ter impacto além dos limites; e implicações na tomada de decisões. Neste princípio, além das três dimensões supracitadas, evidencia-se a importância da dimensão institucional para se mensurar a sustentabilidade.

Princípio 3 (Âmbito adequado) – Evidencia a adoção de um horizonte de tempo apropriado para captar os efeitos das decisões políticas atuais e das atividades humanas, tanto a curto como a longo prazo, além de um âmbito geográfico adequado. Neste entendimento, Ko (2005) salienta que é importante a comparação entre o estado anterior e atual da qualidade do sistema, para a tomada de decisão.

Princípio 4 (Estrutura e indicadores) - Baseia-se em um quadro conceitual que identifique os indicadores-chave para avaliar o progresso; métodos de medição normalizados, com interesse na comparabilidade; e comparação entre os valores dos indicadores de metas, de referência ou do intervalo, sempre que possível. Com isso, ratifica-se a necessidade de construção de uma estrutura sucinta, com valores que possam ser comparáveis e calculados com base em parâmetros e/ou referências.

Princípio 5 (Transparência) – Deve-se garantir que os dados, os indicadores e os resultados sejam acessíveis ao público; que sejam explicadas às escolhas, hipóteses e incertezas dos resultados da avaliação e divulgadas as fontes de dados e métodos; além de todas as fontes de financiamento e potenciais conflitos de uso. De acordo com Pintér et al. (2012) este princípio aborda duas questões cruciais: a importância da compreensão pública dos métodos, dados e pressupostos sobre os quais o processo de avaliação é construído; e a garantia pública de que os resultados das avaliações sejam viáveis e sujeitos a exames técnicos e/ou científicos. Visto que os métodos selecionados podem influenciar seriamente os resultados das avaliações e se essas escolhas não forem transparentes, as interpretações dos resultados da avaliação podem ser enganosas ou, em casos extremos, simplesmente, falsas. Da mesma forma, limitações na seleção de dados, como a falta de dados e o uso de dados substitutivos se não são revelados, podem levar a decisões políticas inadequadas ou erradas.

Princípio 6 (Comunicação eficaz) – De acordo com este princípio, o modelo de avaliação deve utilizar linguagem clara; apresentar a informação de uma forma objetiva; utilizar ferramentas e gráficos visuais inovadores para auxiliar na interpretação; e disponibilizar os dados com todos os detalhes para que sejam viáveis e aplicáveis.

Para Pintér et al. (2012), existem vários fatores que contribuem para confiança, mas uma das mais críticas é a apresentação objetiva da informação. Segundo ele, embora as pessoas possam entender as tendências dos indicadores na análise, o impacto da informação pode ser aumentado pela apresentação visual dos dados. Na última década, ao apresentar

indicadores, é cada vez mais importante não apenas apresentar dados estatísticos, mas também informações contextualizadas mais amplas em diferentes formatos. Isso inclui texto, mas também dados baseados em mapas ou histórias em formato multimídia para o acompanhamento dos indicadores.

Concordando com o exposto, Ko (2005) sugere alguns modelos de classificação da sustentabilidade assumindo que a condição "excelente" do estado de saúde na qualidade do sistema seja a mais "Sustentável", enquanto a condição "ruim" seja definida como "Insustentável". O autor apresenta modelos de escalas, que vão de cinco classes até duas, sempre com intervalos entre 0 e 100. Para o autor, modelos mais detalhados podem ser úteis para políticas, enquanto modelos mais simples podem ser úteis para o público em geral.

Princípio 7 (Ampla participação) – Neste princípio, deve-se encontrar formas adequadas de refletir as opiniões do público; empenhar-se desde cedo com os utilizadores da avaliação (lideranças) satisfazendo as suas necessidades, a fim de reforçar a legitimidade e relevância dos indicadores.

Segundo Pintér et al. (2012), as principais preocupações no que diz respeito aos sistemas de medição convencionais é que os indicadores utilizados fornecem uma representação inadequada dos valores e prioridades reais da sociedade. Por isso, representantes das necessidades públicas devem ser envolvidos no processo de desenvolvimento do indicador, bem como o próprio público, para fazer medições mais relevantes e aumentar a legitimidade dos resultados aos olhos das pessoas envolvidas, utilizando-se para tanto, de instrumentos de pesquisa, tais como: questionários ou entrevistas, (KO, 2005).

Princípio 8 (Continuidade e Capacidade) – A metodologia de avaliação deve permitir a medição repetida; capacidade de resposta às mudanças; investimento para desenvolver e manter o monitoramento e a aprendizagem contínua. Assim, o desenvolvimento sustentável exige um processo contínuo de planejamento com base em um fluxo regular de informações, daí a importância do monitoramento contínuo.

De acordo com o exposto, os Princípios de Bellagio e o Bellagio STAMP são importantes orientações para a formulação e para avaliação de ferramentas de avaliação da sustentabilidade. A partir destes princípios é possível construir uma ferramenta concisa e

relevante tanto para a gestão quanto para a população interessada, servindo também para avaliar as lacunas em modelos existentes e/ou sua atualização.

2.5.1 Aplicação dos Princípios de Bellagio por Instituições e/ou Governos

Visando ilustrar como os Princípios de Bellagio podem funcionar na prática, o Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IISD) através de Estudos de Caso, mostra exemplos de sua aplicação por instituições e/ou governos. Entre eles, de acordo com Rodriguez (1997), Costa Rica (País da América Central) incorporou no plano de desenvolvimento nacional uma visão de desenvolvimento sustentável e estabeleceu metas para as dimensões social, econômica, ambiental e institucional visando orientar a política de governo de acordo com as prioridades identificadas dentro desta visão.

Em British Columbia (Canadá) o governo utilizou o Barômetro da Sustentabilidade combinando o Índice de Bem – Estar Humano e do Ecossistema para dar uma visão global do progresso em direção à sustentabilidade. Com isso, ofereceu um mecanismo eficaz de comunicação do resultado (numérica e graficamente), Hodge (1997).

Visando avaliar a política ambiental global, o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP) criou o *Global Environment Outlook* (GEO – 1). O GEO 1 destacou a importância de consultas políticas para construção da avaliação e salientou a necessidade de transformar a linguagem técnica em informações que possam ser usadas pelo público-alvo. Nesta direção, concebeu um esquema conceitual de avaliação, denominado Pressão, Estado, Impacto e Resposta (PSIR). Segundo Bakkes e Woerden (1997), este tipo de avaliação pode ajudar a dar aos resultados um significado além dos indicadores isolados que são tratados quantitativamente.

Na região de *Feldbach* (Áustria), a Pegada Ecológica mostrou um consumo 50% maior do que deveria. Neste sentido, o governo passou a considerar em sua gestão, o tempo para os processos ambientais (que pode variar de minutos a milênios) e o prazo das ações humanas (dentro de pouco tempo), visando orientar a tomada de decisão. Para Narodoslawsky (1997), o uso de sistemas de indicadores com base em escalas de tempo ambientais ajudou a direcionar decisões e tendências para uma melhor perspectiva.

A empresa de eletricidade Ontario Hydro, utilizou um conjunto de indicadores e de metas para avaliar o desempenho rumo à sustentabilidade. Segundo Plagiannakos (1997), os indicadores, bem como um conjunto com as medidas e metas que os compreendem, podem ser usados como uma ferramenta de gestão eficaz para dirigir comportamentos e melhorar o desempenho.

Na União Europeia, indicadores ambientais foram utilizados para descrever os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente, Jesinghaus (1997). O modelo Pressão – Estado – Resposta foi utilizado para selecionar os indicadores e as regras de funcionamento foram: transparência, participação das partes interessadas e métodos consistentes. As partes envolvidas, especialistas e políticos, fizeram escolhas através de questionário, visando avançar no progresso rumo ao desenvolvimento sustentável. Na visão do autor, esta demonstração de abertura na elaboração de indicadores de pressão facilita a integração ambiental e o bem-estar social na avaliação.

O Reino Unido sugeriu a criação de um conjunto de indicadores para cada comunidade a fim de avaliar a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável, tendo como metodologia a ampla participação e a comunicação dos resultados à população, MacGillvray (1997). Segundo o autor, trabalhar com indicadores ajuda a decidir quais são as prioridades e o que se quer alcançar, monitorar no seu progresso, quais medidas precisam ser tomadas, bem como evidenciar realizações. Para ele, ficou evidente a importância da participação dos usuários, bem como da apresentação do modelo e dos resultados na comunicação da informação.

Cidadãos de *Seattle* (Washington - EUA) criaram um conjunto de indicadores para medir o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável. Segundo Palmer e Conlin (1997), o processo envolveu a participação de cidadãos de diversas áreas e a seleção de indicadores para as dimensões cultural, social, econômica e ambiental. A ampla participação no desenvolvimento dos indicadores deu legitimidade ao projeto e o público considerou os indicadores como ferramentas para orientar as decisões e ações que afetam a sustentabilidade da região.

Para avaliar o progresso em direção ao desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento (Colômbia, Zimbábue e Índia), duas instituições internacionais: *The World Conservation Union* (IUCN) e a *International Development Research Centre* (IDRC) criaram

uma metodologia que avalia o bem-estar das pessoas e do ecossistema. Nesta, foram priorizados a participação do público para seleção dos indicadores e a capacidade de adaptação às mudanças. Segundo Najam (1997) o propósito da avaliação foi permitir aos interessados saberem onde eles estão; determinar onde estão indo; definir onde eles querem ir; traçar um curso para chegar lá; e, mais importante, ser capaz de mudar esse curso em resposta as mudanças nas informações, valores, recursos e prioridades.

Segundo Hardi e Zdan (1997), os Princípios de Bellagio para avaliação e os estudos de caso incentivam medidas concretas para alcançar o desenvolvimento sustentável e implantar a Agenda 21, demonstrando não só a aplicabilidade dos princípios para vários setores e estágios do ciclo de governança, mas também o seu uso prático. Estes estudos de caso, sinalizam o interesse em aprender sobre o progresso através de indicadores, metas e relatórios. Além disso, sugerem que o esforço para avaliar o progresso é difundido mundialmente e que a avaliação do progresso aumenta o conhecimento e compreensão do mundo que nos rodeia. A avaliação de tendência do bem-estar humano e do ecossistema conduz a identificação de deficiências do sistema e indica sinais de alerta. E vê-se que avaliações de sucesso vêm de instituições que têm a capacidade de gerenciar, analisar, sintetizar e comunicar os resultados.

Para Hardi e Zdan (1997), avaliar o progresso no caminho sugerido pelos Princípios de Bellagio leva a um resultado que tem muitos benefícios. Ao utilizar um processo participativo e transparente, as oportunidades para aprendizagem são maximizadas e uma base é criada para encontrar os recursos e implementar as soluções necessárias. Ao identificar tendências que não são sustentáveis, crises podem ser evitadas. Ao fornecer uma visão sobre as ações necessárias, as estratégias mais eficazes para a mudança podem surgir, seja para um negócio, um governo local, ou uma nação. Em alguns casos, a questão da sobrevivência pode estar em jogo seja no sentido econômico de um negócio, ou de forma mais dramática quando atinge à vida humana. Assim, esses benefícios se tornarão mais evidentes quando o resultado ditar as tendências de desenvolvimento futuro, bem como a manutenção dos indicadores de desenvolvimento sustentável.

2.6 Metodologias de Avaliação da Sustentabilidade

Para Rohan, Branco e Soares (2018), o desenvolvimento sustentável possui complexidades que tornam difícil sua mensuração, no entanto, quanto mais precisas e aderentes à realidade as informações sobre a região objeto de avaliação forem, maiores são as chances de transformar em realidade operacional o conceito abstrato. Daí a importância de utilizar indicadores para auxiliar decisões e para formulação de políticas públicas, pois a partir da identificação das potencialidades e fragilidades é possível corrigir rotas e transformar a realidade, tornando possível a melhoria das condições de vida da população tendo como base a capacidade suporte do meio ambiente. Neste sentido, foram construídas várias ferramentas ou modelos de mensuração da sustentabilidade, em diferentes escalas e sobre temas variados.

2.6.1 Modelos Internacionais de Avaliação da Sustentabilidade

O *Ecological Footprint Method*, também conhecido por Pegada Ecológica, foi criado por Wackernagel e Ress, e fundamenta-se no conceito de capacidade de carga, a qual se refere à carga máxima que pode ser imposta ao meio ambiente pela sociedade. Este método consiste em estabelecer a área necessária para manter uma determinada população ou sistema econômico indefinidamente, fornecendo energia e recursos naturais e capacidade de absorver os resíduos ou dejetos do sistema (VAN BELLEN, 2004). De acordo com o método, o ecossistema terrestre não é capaz de sustentar indefinidamente o nível de atividade econômica e de consumo de matéria – prima, e segundo seus criadores, o atual modelo de desenvolvimento é autodestrutivo e as diversas iniciativas para modificar esse quadro não têm sido suficientemente efetivas para reverter o processo de deterioração global.

Segundo Van Bellen (2006), para os criadores do método Pegada Ecológica, no desenvolvimento sustentável, o imperativo econômico (maximização da produção econômica), deve ser restringido em favor dos imperativos sociais (minimização do sofrimento humano atual e futuro) e ecológicos (de proteção da ecosfera). Assim, a sustentabilidade requer um padrão de vida dentro dos limites impostos pela natureza, devendo-se viver dentro da capacidade do capital natural. A sustentabilidade, para os autores da ferramenta, “deve assegurar uma qualidade de vida satisfatória para todos e um dos pontos

mais importantes é trabalhar para alcançar alguns padrões de equidade, de materiais, insumos, e de justiça social dentro e entre nações” (VAN BELLEN, 2006, p. 120).

O *Dashboard of Sustainability*, conhecido como Painel de Sustentabilidade, foi criado pelo *Consultative Group on Sustainable Development Indicators* (CGSDI) junto ao *Bellagio Forum for Sustainable Development*. Tem como característica a representação das três dimensões do desenvolvimento sustentável em um painel com três *displays* que procuram mensurar a *performance* econômica, social e ambiental do território de interesse. Para Rohan, Branco e Soares (2018), tanto os especialistas quanto a literatura, indicam que estas dimensões são altamente relevantes. Por isso, a metodologia painel de sustentabilidade está baseada no consenso de que é preferível medir a sustentabilidade a partir de suas dimensões.

O referido método tem como fundamento os Princípios de Bellagio e uma preocupação com a aparência do sistema, por isso usa o painel com três *displays*, representando as dimensões da sustentabilidade (social, econômica e ambiental). O resultado é um índice agregado de vários indicadores dentro de cada dimensão (*displays*), e que através de uma média das dimensões pode chegar ao índice de sustentabilidade global. Nele observa-se o estabelecimento de limites para o desenvolvimento haja vista que cada *display*/mostrador aponta para a *performance* atual do sistema e quando se ultrapassa um valor considerado crítico, o painel chama atenção através de luzes. No protótipo mais atual, a Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CDS-ONU) utiliza quatro dimensões para análise: ecológica, econômica, social e institucional, Van Bellen (2006).

O *Barometer of Sustainability*, ou Barômetro de Sustentabilidade, desenvolvido por Prescott – Allen avalia o progresso em direção à sustentabilidade pela integração de indicadores biofísicos e de saúde social, que possam representar o bem-estar humano e do ecossistema. Assim, assume a hipótese de que o desenvolvimento sustentável consiste na combinação entre o bem-estar humano e do ecossistema (VAN BELLEN, 2004). O bem-estar humano é definido pela condição na qual todos os membros da sociedade são capazes para determinar e alcançar suas necessidades e ter uma ampla possibilidade de alcançar ou realizar seu potencial. O bem-estar do ecossistema é definido como a manutenção da condição segundo a qual o ecossistema mantém sua diversidade e qualidade, juntamente com sua capacidade de suporte para a vida. O bem-estar humano é premissa básica para o desenvolvimento sustentável, pois nenhuma pessoa consciente deve aceitar um baixo padrão

de existência por um longo período. Da mesma forma, o bem-estar do ecossistema é necessário, pois é ele que fornece a capacidade de suporte para todo o tipo de vida, Van Bellen (2006).

No Barômetro de Sustentabilidade, o objetivo não é apenas estabelecer uma comparação entre diferentes sociedades, para observar qual delas tem a melhor *performance*, mas verificar se a sociedade estudada se encontra num bom estado, por isso estabelece limites, definindo o melhor e o pior valor para os indicadores. Para tanto, Prescott-Allen (1997), indica a utilização de valores históricos, bem como a utilização de *performances* de outros países ou regiões, quando não existirem metas científicas. Para ele, definir o bom e mau desempenho para cada indicador, ajuda a melhorar a compreensão da natureza do desenvolvimento sustentável. O desempenho desejável para cada indicador, portanto, é fundamental para que a sociedade construa um consenso sobre a relação bem-estar humano e ambiental.

Diante deste quadro, Van Bellen (2006) considera necessário aprofundar os conhecimentos no desenvolvimento e aplicação de ferramentas de avaliação para que esses instrumentos sirvam como suporte a decisão nas esferas social, pública, e privada orientando o processo de desenvolvimento para uma direção realmente mais sustentável. Corroborando, Pereira (2012), além de afirmar que a partir dos modelos de indicadores de sustentabilidade já propostos diversos novos modelos poderão ser construídos ao longo dos anos em busca de mensurar a sustentabilidade, seja local, regional, nacional e/ou global, também considera necessário ampliar as discussões e a sua abrangência, caminhando-se para a construção de metodologias que gerem resultados mais efetivos e sustentáveis para contextos específicos. Neste sentido, serão apresentadas a seguir algumas metodologias desenvolvidas para avaliação da sustentabilidade a nível nacional ou regional.

2.6.2 Modelos Nacionais de Avaliação da Sustentabilidade

Para Silva, Cândido e Martins (2009), os indicadores de sustentabilidade apresentam-se como importantes instrumentos para a compreensão de uma dada localidade em relação à sustentabilidade. Os autores acreditam que os indicadores propiciam a elaboração de políticas públicas para garantir condições adequadas de qualidade de vida da população atual e futura.

Por isso, construíram o Índice de Desenvolvimento Local Sustentável (IDLS), utilizando para tanto uma metodologia híbrida que envolveu método científico e aspectos subjetivos, levando em consideração a participação dos atores locais. Para eles, a relevância do IDLS está em verificar sob a ótica das pessoas do próprio município em questão, quais são os indicadores mais importantes ou quais necessitam de melhorias. Para eles, isto é um avanço no processo de decisão, pois se trata de perceber os municípios de acordo com suas especificidades e buscar formas específicas de superar as dificuldades que são motivos de entraves para o processo de desenvolvimento local sustentável.

Quanto à sustentabilidade hídrica, Campos, Ribeiro e Vieira (2014) criaram um sistema de indicadores para gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas. Os indicadores foram avaliados em diferentes níveis de planejamento para um melhor conhecimento sobre a real situação da sustentabilidade hídrica, e para diagnosticar a influência de diferentes escalas geográficas nos resultados. Os principais resultados mostraram que no Indicador Potencialidade, Demanda e Disponibilidade, quanto menor a escala, melhores foram os resultados, assim como para o Indicador Eficiência e Uso da Água, que em escala municipal apresentou melhores resultados em detrimento do nível de sub-bacia, o qual é influenciado pelo baixo desempenho da maioria dos municípios. Já o indicador de Gestão dos Recursos Hídricos se mostrou com melhor desempenho no nível macro (bacia hidrográfica) em comparação aos níveis micro, que apresentam dificuldades na implantação de instrumentos de gestão de recursos hídricos.

Para avaliar o nível de sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos no Alto Curso do Rio Paraíba, Pereira (2012) utilizou 297 indicadores (ANEXO A). Tais indicadores foram propostos por Laura (2004), através da Modelagem de Indicadores de Sustentabilidade para Gestão dos Recursos Hídricos, o método MISGERH. Os indicadores utilizados foram selecionados para o contexto da Bacia do Rio Sinos (RS), e a estes relacionados níveis de referência e de impacto propostos por Laura (2004). Pereira (2012) fez à releitura destes níveis de impacto e de referência transformando-os dos níveis Bom e Neutro para Ideal, Satisfatório e Insatisfatório, bem como realizou a avaliação da sustentabilidade a partir dos dados coletados sobre os municípios da citada região paraibana. Com isso, o autor pode estimar o percentual de atendimento de cada município, indicando o grau de sustentabilidade atendido: se ideal, satisfatório ou insatisfatório.

O Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo (ISHAP), foi criado por Sales (2014), a partir de uma adaptação do Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal Participativo (IDSMP) de Vasconcelos (2011). O trabalho envolveu a realização de um *check-list*, entrevistas, visitas de campo e gravação de eventos relacionados à temática dos recursos hídricos na sub-bacia do Rio do Peixe – PB, tanto para identificar as principais características locais quanto para, através das filmagens, realizar o processo de ponderação e hierarquização das variáveis do modelo proposto. Após estas etapas, estabeleceu os indicadores necessários - 32 indicadores distribuídos entre as dimensões social, ambiental, econômica e institucional do desenvolvimento sustentável (ANEXO B) - e procedeu com os cálculos para avaliar a sustentabilidade dos municípios da referida sub-bacia. O processo de ponderação foi de caráter subjetivo, onde foram utilizadas gravações de reuniões sobre recursos hídricos e a partir destas, dimensionada a importância de cada variável. Foram utilizados os níveis de referência (máximo e mínimo) entre os dados encontrados no contexto da sub-bacia estudada, ou seja, entre os municípios da sub-bacia do rio do Peixe – PB, bem como as equações de positividade (Equação 1) e negatividade (Equação 2) da ONU para geração dos índices. São elas:

$$I_{ij} = \frac{x_i - m_i}{M_i - m_i} \quad (1)$$

$$I_{ij} = \frac{M_i - x_i}{M_i - m_i} \quad (2)$$

Onde,

I_{ij} = Índice calculado para a área analisada;

x_i = valor de cada variável;

M_i = valor máximo da variável;

m_i = valor mínimo da variável.

Para os municípios do Médio Curso do Rio Paraíba, Carvalho e Curi (2016) selecionaram 40 indicadores distribuídos em seis dimensões (ANEXO C), baseando-se no critério de estarem relacionados a aspectos econômicos, sociais e ambientais em relação à gestão dos recursos hídricos dos municípios. Em seguida, propuseram uma avaliação destes

indicadores por 34 especialistas na área de gestão de recursos hídricos, realizando a ponderação individual das respostas através do método PROMETHEE II (multicritério), e ordenando o desempenho de cada município de acordo com as preferências de cada especialista, gerando 34 simulações. Por fim, para obter a melhor ou pior situação em relação à gestão dos recursos hídricos e considerando todas as opiniões, utilizaram o método de ordenação COPELAND (multidecisor) para obterem o *ranking* dos municípios. O principal resultado mostra os municípios com as melhores e as piores *performances* quanto aos indicadores analisados.

Vieira (2014) avaliou Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental (ISHA) para áreas serranas no Semiárido, considerando como estudo de caso a Área de Proteção Ambiental de Baturité – CE (APA Baturité - CE), e realizou um *check-list* utilizando alguns critérios para escolha dos indicadores mais importantes para o contexto local. Desta ação, 27 indicadores foram considerados relevantes e distribuídos entre os componentes PSR (Pressão – Estado – Resposta), (ANEXO D). Para cada indicador foram coletados os dados para os quatro municípios da APA Baturité e para dois períodos distintos 2005 e 2013. Os dados foram ajustados para fins de comparação mediante a Equação 3:

$$X_i \text{ ajustado} = \frac{x_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (3)$$

Onde,

X_i ajustado = é o valor ajustado;

x_i = é o valor medido;

X_{\min} = é o valor mínimo da variável x;

X_{\max} = é o valor máximo da variável x.

Como Vieira (2014) considerou todos os indicadores, índices e dimensões igualmente importantes, não foram atribuídos pesos. Para avaliação dos resultados, foi utilizada uma escala de 0 a 100, dividida em cinco classes de 20 pontos cada.

Além destes, outro trabalho que merece atenção é o de Magalhães Júnior (2007) que, apresenta uma seleção de indicadores para gestão dos recursos hídricos a nível nacional, determinados por especialistas na área. A determinação dos indicadores foi realizada por meio da técnica Painel Delphi, na qual especialistas apontaram o grau de importância dos

indicadores a eles apresentados, os quais foram previamente obtidos por meio de um *check-list* entre trabalhos nacionais e internacionais sobre o assunto, e como resultado final obteve-se a determinação daqueles mais importantes (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007). O principal resultado mostra um quadro com os 18 indicadores mais valorizados (ANEXO E). Para estes, foi construída uma metodologia baseada na escala de desempenho, onde para cada indicador foi atribuído diferentes intervalos de classe e posteriormente avaliado a classificação dos valores referentes à área de estudo e a partir daí determinado o índice de desempenho: alto, médio ou baixo.

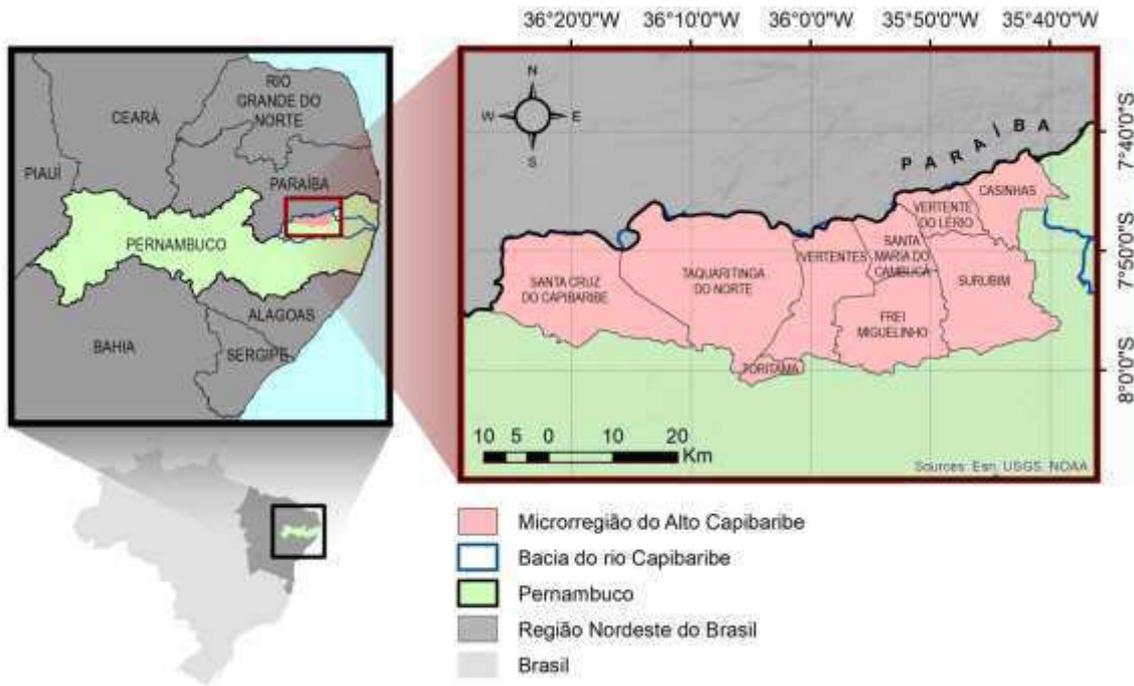
3 METODOLOGIA

3.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

Os municípios contemplados neste estudo faziam parte da microrregião do Alto Capibaribe, uma subdivisão da Mesorregião Agreste do estado de Pernambuco, formada por nove municípios com os respectivos números de habitantes (IBGE, 2010): Casinhas com 12.443; Frei Miguelinho, 13.719; Santa Cruz do Capibaribe, 82.649; Santa Maria do Cambucá, 12.923; Surubim, 56.729; Taquaritinga do Norte, 24.387; Toritama, 34.825; Vertente do Lério, 7.810; e Vertentes, 17.398. Contudo, de acordo com a nova divisão regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias, vigente desde 2017, os referidos municípios estão distribuídos nas regiões imediatas de Surubim (Casinhas, Santa Maria do Cambucá, Surubim e Vertente do Lério) e Caruaru (Santa Cruz do Capibaribe, Taquaritinga do Norte, Toritama, Vertentes, Frei Miguelinho e outros 21 municípios). E respectivamente, nas Regiões Intermediárias de Recife e Caruaru.

Os municípios estão cartograficamente inseridos entre as coordenadas 7°30' e 8°04'48"S e 35°19'12" e 36°26'24"W (Mapa 1). A população total é de 262.883 habitantes, concentrados em uma superfície de 1.783 km², que gera uma densidade demográfica de aproximadamente 147 hab/km². A maioria tem vocação agrícola rural, com exceção de Santa Cruz do Capibaribe e Surubim, que detém 70% da população nas zonas urbanas. Esta área foi selecionada por apresentar problemas relacionados à escassez e/ou à poluição dos recursos hídricos em todos os municípios. Além disso, hidrologicamente está inserida na bacia hidrográfica do rio Capibaribe, neste trecho, temporário devido às condições geológica e climatológica da região, situada no Polígono das Secas.

Mapa 1 - Localização dos municípios no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe - PE.



Fonte: Elaborado por Higor Costa de Brito (2019).

3.2 Aspectos Socioambientais

Segundo relatórios dinâmicos do Portal dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio, Portal ODM (2011), sobre o perfil dos municípios brasileiros, entre os nove municípios do Alto Capibaribe – PE avaliados, a maior parte apresenta problemas relacionados à falta de saneamento básico, haja vista 67% (constituída por Casinhas, Frei Miguelinho, Santa Maria do Cambucá, Taquaritinga do Norte, Vertente do Lério e Vertentes), não possuírem esgotamento sanitário adequados e acesso à rede geral de água, levando em consideração o valor mínimo de 50% da população local a ser assistida. Por outro lado, os municípios que conseguiram atingir mais de 50% de sua população com saneamento básico foram Santa Cruz do Capibaribe, Surubim e Toritama. Quanto aos principais problemas ambientais, no Portal ODM (2011), foram identificados em 67% dos municípios escassez de água, queimadas e desmatamentos. Em 56%, destaca-se a poluição dos recursos hídricos e contaminação do solo, seguido de 33% apresentando um processo de assoreamento nos rios, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Resumo dos principais problemas ambientais de municípios do Alto Capibaribe - PE.

Principais problemas ambientais	Municípios de ocorrência
Escassez de água	Casinhas, Frei Miguelinho, Sta. Maria do Cambucá, Surubim, Vertente do Lério e Vertentes.
Queimadas	Casinhas, Frei Miguelinho, Sta. Maria do Cambucá, Surubim, Taquaritinga do Norte e Vertentes.
Desmatamento	Casinhas, Sta. Cruz do Capibaribe, Sta. Maria do Cambucá, Surubim, Taquaritinga do Norte e Vertentes.
Poluição da água	Casinhas, Sta. Cruz do Capibaribe, Taquaritinga do Norte, Toritama e Vertentes.
Contaminação do solo	Casinhas, Frei Miguelinho, Sta. Cruz do Capibaribe, Surubim e Vertente do Lério
Assoreamento nos rios	Sta. Cruz do Capibaribe, Toritama e Vertentes.

Fonte: Elaboração própria (2019). Dados: Portal ODM (2011).

De acordo com os dados, observa-se um generalizado processo de degradação ambiental, especificamente dos recursos hídricos, que associado à escassez de água, apresenta limitações nas reservas existentes, devido à intensificação da poluição da água e pela contaminação do solo. De acordo com o Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do rio Capibaribe (SRH-PE, 2010) os referidos municípios correspondem a 23,44% da área da bacia hidrográfica do rio Capibaribe e têm como principal reservatório, Jucazinho, que abrange uma área de 3.918 km² e capacidade de armazenamento em torno de 327.035.000 m³ de água, para os seguintes usos: abastecimento humano, controle de enchentes e piscicultura. Ao relacionar demanda e consumo, a Unidade de Análise 2 (UA 2), onde situa-se Jucazinho, apresenta como maior demanda: o abastecimento humano, seguido da irrigação, indústria e pecuária. Esta UA possui a 2^a maior disponibilidade superficial de água (93,60 x 10⁶ m³/ano) entre as quatro Unidades de Análise da Bacia do Capibaribe, bem como a menor disponibilidade subterrânea (0,24 x 10⁶m³/ano). O reduzido volume de água subterrânea está diretamente relacionado à ocorrência de terreno cristalino nesta área.

De uma forma geral, o rio Capibaribe, apresenta-se poluído em todas as UAs, devido, principalmente, às elevadas concentrações de amônia, fósforo e coliformes termotolerantes. Também se observa o lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais acima da capacidade de autodepuração do rio. Em Jucazinho, o reservatório apresenta um estado supereutrófico, com elevadas concentrações de cianobactérias, elevados teores de sais, sendo a água classificada como salobra. No entanto, o Índice de Qualidade da Água (IQA) apresenta uma boa qualidade, bem como valores admissíveis de Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e coliformes termotolerantes (SRH-PE, 2010).

Na UA 2, estima-se que os resíduos sólidos foram destinados em 2010 a 22 lixões a céu aberto, 2 aterros sanitários (um em Toritama e outro em Santa Cruz do Capibaribe) e para 1 aterro controlado (em Vitória de Santo Antão). A este respeito, segundo a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos foi elaborado para cada município com a finalidade de equacionar a destinação inadequada e a inexistência de tratamento dos resíduos sólidos (SRH-PE, 2010).

Os dados populacionais entre 2000 e 2010 (Tabela 1) mostram um crescimento da população total em oito dos nove municípios, exceto em Vertente do Lério que apresentou uma queda de 7,8%. O maior crescimento foi observado no município de Toritama, com 63,1%. No tocante à população rural, cinco municípios tiveram uma redução percentual variando entre -10,3% até -39,0%, foram eles: Surubim, Taquaritinga do Norte, Toritama, Vertente do Lério, Vertentes. Enquanto isso, a população urbana no mesmo período teve um aumento percentual variando entre 19,6% e 105,3% em todos os municípios, sendo o menor crescimento no município de Casinhas e o maior em Vertentes. O crescimento em Vertentes pode estar associado ao crescimento econômico dos municípios do pólo têxtil do Agreste Pernambucano (Toritama, Santa Cruz do Capibaribe e Vertentes). Esta análise mostra que um forte processo de urbanização tem se consolidado, o que exige dos gestores políticas públicas adequadas.

Tabela 1 - Variação da população total, rural e urbana de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe - PE.

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO TOTAL (2000-2010)		POPULAÇÃO RURAL (2000-2010)		POPULAÇÃO URBANA (2000-2010)	
	Var_abs	Var_%	Var_abs	Var_%	Var_abs	Var_%
CASINHAS	421	3,2	142	1,2	279	19,6
FREI MIGUELINHO	1315	10,1	290	2,7	1025	43,4
SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	28534	48,3	166	9,1	28368	49,6
SANTA MARIA DO CAMBUCÁ	1282	10,9	268	2,8	1014	44,8
SURUBIM	8184	16,3	-2707	-15,8	10891	32,9
TAQUARITINGA DO NORTE	5146	26,0	-793	-10,3	5939	49,4
TORITAMA	13754	63,1	-244	-14,6	13998	69,5
VERTENTE DO LÉRIO	-663	-7,8	-968	-13,8	305	20,2
VERTENTES	3265	21,8	-3373	-39,0	6638	105,3

Fonte: Elaboração própria (2019). Dados: IBGE (2000/2010).

Quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) entre 2000 e 2010 (Tabela 2), observa-se que houve um aumento no valor do IDHM em todos os municípios, sendo que em oito dos nove a classificação passou de baixo para médio desenvolvimento,

enquanto em Santa Cruz do Capibaribe a classificação manteve-se constante, médio desenvolvimento. A maior variação percentual quanto ao crescimento do IDHM ocorreu em Vertente do Lério (47,4%) e a menor, no município de Santa Cruz do Capibaribe (24,6%), isto mostra que houve melhoria na qualidade de vida em todos os municípios.

Tabela 2 - Variação do IDHM 2000 e 2010 de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe - PE.

MUNICÍPIOS	IDHM (2000)	CLASSIFICAÇÃO	IDHM (2010)	CLASSIFICAÇÃO	IDHM (2000-2010)	
					Vabs	Var%
CASINHAS	0,417	Baixo	0,567	Médio	0,15	36,0
FREI MIGUELINHO	0,414	Baixo	0,576	Médio	0,162	39,1
SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	0,520	Médio	0,648	Médio	0,128	24,6
SANTA MARIA DO CAMBUCÁ	0,379	Baixo	0,548	Médio	0,169	44,6
SURUBIM	0,494	Baixo	0,635	Médio	0,141	28,5
TAQUARITINGA DO NORTE	0,480	Baixo	0,641	Médio	0,161	33,5
TORITAMA	0,481	Baixo	0,618	Médio	0,137	28,5
VERTENTE DO LÉRIO	0,382	Baixo	0,563	Médio	0,181	47,4
VERTENTES	0,452	Baixo	0,582	Médio	0,13	28,8

Fonte: Elaboração própria (2019). Dados: Atlas Brasil (2016).

3.3 Aspectos Fisiográficos

De um modo geral, esta área tem seu relevo situado na formação planáltica cristalina da Província Borborema, unidade formada por maciços altos e outeiros, com altitudes variando de 500 a 1000 m, ou seja, superfícies onduladas com relevos residuais altos. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos. Nas cristas residuais altas predominam os solos litólicos (pouco desenvolvidos, onde o horizonte A fica disposto diretamente sobre a rocha), nos topos e vertentes das ondulações, os solos bruno não-cálcicos (moderadamente rasos, apresentando um horizonte superficial de coloração marrom) e nas baixas vertentes das ondulações os planossolos (moderadamente ácidos com acentuada concentração de argila). Os solos são pouco profundos e de fertilidade variando entre média e alta (CPRM, 2005; JATOBÁ e ALBUQUERQUE, 2003).

O clima predominante é o BSh, segundo a classificação climática de Köppen, tropical semiárido, quente e seco, com chuvas no outono e inverno caracterizado pela grande irregularidade sazonal e interanual das precipitações. O período normal de chuva inicia-se em fevereiro/março e pode estender-se até agosto, sendo determinado essencialmente pela

posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ou ainda pela ocorrência do El Niño (FREITAS, 2006). Dados históricos de precipitação de municípios do Alto Capibaribe - PE revelam uma média anual de 691,8 mm, com um máximo de 1071 mm e um mínimo de 494 mm e temperaturas apresentando pouca variação térmica ao longo do ano (temperatura média anual em torno de 25 °C) segundo dados do Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE) de 1961a 1990 (LAMEPE, 2010).

A vegetação predominante é a Caatinga hipo e hiperxerófila, fortemente influenciada pelas condições climáticas e do solo, formadas por árvores e arbustos. Estes em geral, possuem um mecanismo de adaptação às condições climáticas baseada na economia d'água, sendo esta a principal característica das formações vegetais xerófilas. No entanto, em Santa Cruz do Capibaribe, Santa Maria do Cambucá, Taquaritinga do Norte e Vertentes se identifica além desta, uma vegetação tipo caducifólia e subcaducifólia, que apresenta árvores de grande porte, latifoliadas e que perdem suas folhas durante o período de estiagem. Quanto à hidrografia, predominam a existência de rios intermitentes, sendo na maioria afluentes da bacia do rio Capibaribe (CPRM, 2005).

3.4 Caracterização da Pesquisa

De acordo com Gil (2002), uma pesquisa deve ser classificada com base em seus objetivos e deve envolver dois ou mais métodos de investigação. Deste modo, levando-se em consideração o objetivo geral deste trabalho, construir um modelo de indicadores de sustentabilidade socioeconômico e hidroambiental para o Semiárido baseado nos Princípios do Bellagio STAMP, optou-se pela pesquisa descritiva e exploratória, tendo como objetivo a descrição das características da população e do fenômeno em estudo, identificando a existência de relações entre variáveis e os fatos que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, bem como proporcionar uma visão geral, do tipo aproximativo, acerca de determinado fato, quando este é pouco explorado.

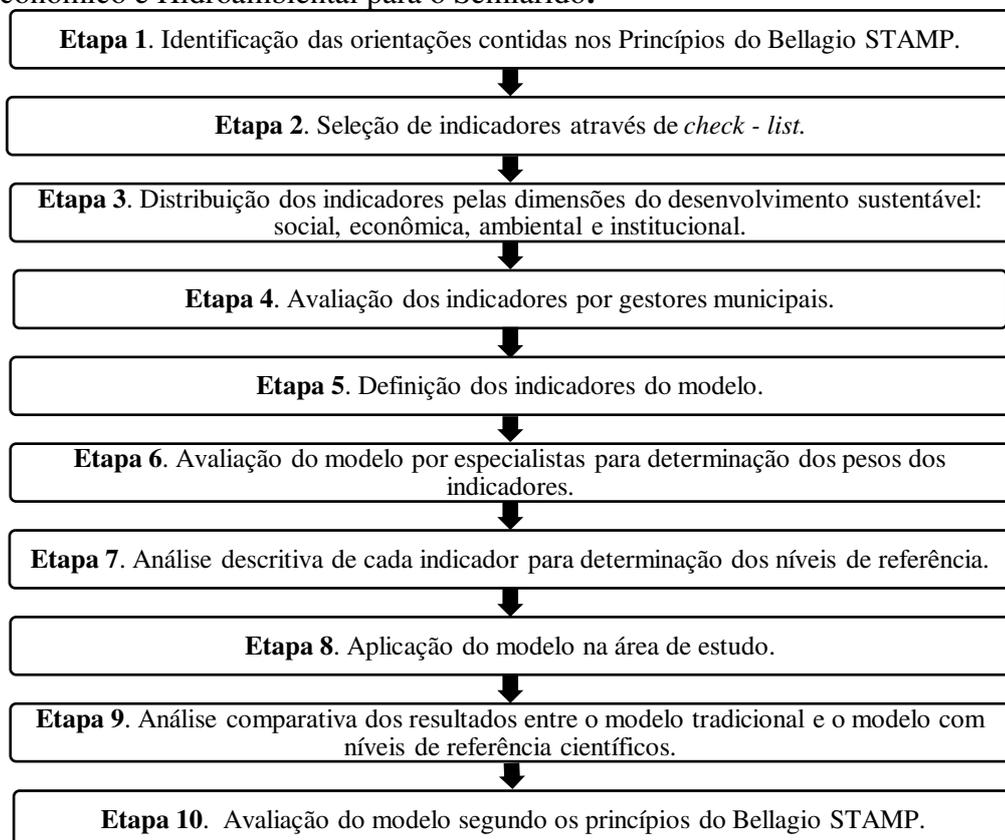
Com relação aos procedimentos técnicos, utilizou-se pesquisa bibliográfica e documental, a primeira desenvolvida a partir de material já elaborado (livros e artigos científicos) sobre os seguintes assuntos: Semiárido, desenvolvimento sustentável, indicadores de sustentabilidade, gestão de recursos hídricos e a segunda a partir de dados coletados (que não receberam nenhum tratamento analítico) em diferentes instituições, para análise e

interpretação, além do estudo de caso, que em profundidade e exaustivamente pode ser considerado representativo de muitos outros ou mesmo de todos os casos semelhantes permitindo o conhecimento amplo e detalhado. Quanto à finalidade da pesquisa, considera-se como uma pesquisa aplicada, tendo como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos.

3.5 Procedimentos Metodológicos

A criação do Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido seguiu os procedimentos metodológicos dispostos no fluxograma 1.

Fluxograma 1. Etapas da construção do Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido.



Fonte: Elaboração própria (2019).

Para seguir as orientações dos Princípios do Bellagio STAMP, foi preciso definir os elementos essenciais contidos no documento através da análise de conteúdo. Os elementos essenciais são aqui considerados os itens obrigatórios para construção de um modelo de indicadores para mensurar a sustentabilidade de qualquer elemento.

A seleção dos indicadores do referido modelo foi realizada por meio de *check-list* (listagem). Um método que permite identificar a frequência de um indicador em trabalhos com temáticas semelhantes. Com ele, acredita-se que são levantadas informações relevantes a uma determinada pauta. Neste sentido, foram investigados trabalhos já desenvolvidos sobre o tema indicadores hidroambientais, ou de sustentabilidade dos recursos hídricos, tanto em escala nacional quanto em internacional, publicados em periódicos ou livros, e determinados os indicadores e o número de citações. Nesta etapa, foram observados os indicadores mais utilizados, bem como, outros não muito citados, mas que são relevantes para o contexto da gestão dos recursos hídricos no Semiárido brasileiro.

Além da análise da frequência e do contexto geográfico, outros critérios devem ser observados: estar relacionado ao tema água e a uma das dimensões do desenvolvimento sustentável (social, econômica, ambiental, institucional); ser mensurável; existir disponibilidade de dados e confiabilidade; ser significativo para tomada de decisão e permitir a análise temporal. Estes critérios foram considerados por vários autores, entre eles: Van Bellen (2006) e Vieira (2014).

Após a ordenação dos indicadores, foram considerados para o modelo, inicialmente aqueles citados em pelo menos 50% dos trabalhos referenciados. De acordo com a necessidade, foram incluídos outros indicadores relevantes para o contexto geográfico, desde que atendessem um limite razoável de indicadores para avaliação, até 40 indicadores inicialmente, para posterior análise e exclusão dos excedentes, já que se considera aceitável entre 23 e 32 indicadores para determinação do desenvolvimento sustentável (TANGUAY et al., 2010).

De posse dos indicadores, foi construído o modelo, distribuindo-se os indicadores pelas dimensões do desenvolvimento sustentável: social, econômica, ambiental e institucional. Concluído o modelo, e considerando os municípios analisados e as determinações dos Princípios do Bellagio STAMP acerca da relevância política e da participação dos usuários, buscou-se a percepção dos gestores municipais para determinação do grau de importância de cada indicador. Os gestores foram escolhidos por serem os representantes máximos da população e os principais usuários do modelo para a mensuração da sustentabilidade socioeconômica e hidroambiental nos municípios. Neste contexto, foram consultados os gestores municipais de nove municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe -

PE. A consulta foi realizada pessoalmente, com a apresentação do projeto ao gestor, o qual pode concordar ou não em participar. O questionário pode ficar com o gestor para posteriormente ser entregue: pessoalmente ou via correio eletrônico.

Cada gestor participante avaliou o grau de importância do indicador mediante as opções e pesos propostos por Carvalho (2013), (Quadro 3).

Quadro 3 - Peso normalizado segundo o grau de importância.

Grau de importância	Pesos normalizados
Sem opinião	0,0
Nenhum	0,0
Baixo	0,25
Médio	0,50
Alto	0,75
Muito Alto	1,00

Fonte: Carvalho (2013).

Com base nas respostas dos gestores (APÊNCIDE A), uma análise estatística foi aplicada, para a determinação das médias ponderadas, e ordenação do grau de importância de cada indicador. Após este processo, uma reavaliação dos indicadores foi realizada, buscando relacionar as opiniões dos gestores e a importância dos indicadores segundo a literatura consultada, a fim de definir os indicadores que poderiam ser excluídos, substituídos e aqueles que deveriam permanecer.

De posse da nova estrutura pós - avaliação dos gestores, uma avaliação foi realizada por especialistas (APÊNDICE B), neste caso, em recursos hídricos ou em indicadores de sustentabilidade hidroambientais, garantindo assim, a utilização de diferentes tipos de abordagem (*top-down/bottom-up*), conforme orienta os Princípios do Bellagio STAMP. Nesta etapa, o grau de importância definido pelos especialistas foi determinante para o peso de cada indicador do modelo. Segundo Carvalho (2013), a opinião de vários especialistas em recursos hídricos acerca da importância de cada indicador do modelo apresenta um resultado mais alinhado com a realidade. Os especialistas consultados estavam direta ou indiretamente envolvidos com a construção de modelos de indicadores de sustentabilidade em recursos hídricos. A partir de publicações sobre o tema, foram listados 27 especialistas. Desde modo, considerando o grau de instrução e a afinidade com o tema, a consulta aos especialistas foi feita via e-mail. Os e-mails dos autores foram obtidos nos trabalhos científicos analisados, ou na plataforma Lattes. Cada especialista avaliou o grau de importância do indicador mediante as mesmas opções e pesos utilizados pelos gestores dos municípios (Quadro 3).

Considerando as opiniões dos especialistas, foi calculada a média ponderada. De posse das médias, foi aplicado o diagrama de Mudge avaliando par a par os indicadores para determinação dos pesos. O diagrama permitiu classificar hierarquicamente os indicadores, baseando-se numa análise comparativa entre os mesmos, dois a dois, até que todos fossem comparados entre si. Para sua construção, a distribuição dos indicadores foi feita de forma escalonada. Começando pelo primeiro indicador na segunda linha e primeira coluna, e assim sucessivamente, até inserir todos os indicadores avaliados. Na primeira linha da matriz foram colocados todos os indicadores, respeitando a ordem de distribuição, para que pudesse ser realizada a comparação par a par (MATTAR NETO, KRUGER, DZIEDZIC, 2009).

A comparação foi feita um em relação ao outro. Para tanto, foi atribuído 0 = quando o indicador foi de igual importância; 1 = quando pouco importante; 2 = quando importante; e 3 = quando muito importante. Ao completar a matriz, foram identificados os indicadores mais importantes e os menos importantes, a partir da soma dos valores associados a letra da linha e da coluna da matriz. Com este resultado, foi possível estabelecer o percentual, que é a importância relativa de um indicador em relação ao outro, e que deverá ser usado para distribuição dos pesos, observando sempre os limites entre 0 e 1.

Determinados os indicadores do modelo, os temas e as dimensões, uma análise descritiva dos indicadores foi necessária para determinação dos níveis de referência de cada indicador. Os níveis de referência foram considerados parâmetros que deveriam ser alcançados pelos municípios, associados à melhoria das condições de vida da população e visando alcançar o melhor nível da sustentabilidade. Para tanto, foram utilizados referenciais científicos, leis, produções técnicas, dados institucionais, entre outros documentos, como base teórica, para determinação dos valores a serem alcançados. Através da análise de conteúdo, foi construído um quadro – síntese com todos os indicadores, descrição, níveis de referências, fórmulas, tipo de relação, e fonte para ser utilizado na aplicação do modelo.

A etapa seguinte consistiu na aplicação do modelo na área de estudo. Para isso, foram coletados os dados sobre todos os indicadores do modelo, para todos os municípios, e para dois períodos distintos, neste caso, 2000 e 2010, que correspondem aos anos dos últimos Censos do IBGE, a fim de identificar tendências. Quando necessário, para normalização dos valores entre 0 e 1 foram aplicadas as mesmas equações utilizadas por Sales (2014), Equações 1 (Relação positiva) e 2 (Relação negativa):

$$I_{ij} = \frac{x_i - m_i}{M_i - m_i} \quad (1)$$

$$I_{ij} = \frac{M_i - x_i}{M_i - m_i} \quad (2)$$

Onde,

I_{ij} = Índice calculado para a área analisada;

x_i = valor de cada variável;

M_i = valor máximo da variável;

m_i = valor mínimo da variável.

Para uma relação ser positiva, quanto maior o valor do indicador, melhor será para o sistema e, quanto menor o valor do indicador, pior será. Quando acontece o contrário, ou seja, quando ocorre um aumento no valor do indicador resultando numa regressão do sistema, ou quanto maior o valor do indicador, pior, essa seria característica da relação negativa (SALES, 2014).

Aplicando-se as Equações (1) e (2), obteve-se um valor entre 0 e 1 que multiplicado ao peso sugerido, gerou o índice ponderado por indicador. Os índices foram classificados conforme o grau de sustentabilidade proposto por Sales (2014).

Conforme o referido autor, o grau de sustentabilidade pode ser interpretado da seguinte forma: de 0,000 a 0,200 (insustentável); de 0,201 a 0,500 (baixa sustentabilidade); de 0,501 a 0,699 (média sustentabilidade); de 0,700 a 0,800 (sustentabilidade aceitável) e de 0,801 a 1,000 (sustentabilidade ideal). Cada classe apresenta uma coloração diferente para fins de visualização dos resultados de forma rápida e clara (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação e representação dos Índices de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental.

ÍNDICE (0-1)	NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL	COLORAÇÃO
0,000-0,200	Insustentável	
0,201-0,500	Baixa Sustentabilidade	
0,501-0,699	Média Sustentabilidade	
0,700-0,800	Sustentabilidade Aceitável	
0,801-1,000	Sustentabilidade Ideal	

Fonte: Adaptado de Sales (2014).

De posse dos índices ponderados, foram calculados os níveis de sustentabilidade para as dimensões e o geral, aqui denominado Índice de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido (ISSHSAB). Os resultados dos temas foram obtidos pela soma de cada índice ponderado dos indicadores do tema (Equação 3), Silva (2008) e Sales (2014) adaptada.

$$\sum T_i = pV_1.IV_1 + pV_2.IV_2 + pV_3.IV_3 \dots + pV_n.IV_n \quad (3)$$

Onde,

$\sum T_i$ = Somatório dos índices ponderados dos indicadores do tema;

pV_n = Peso atribuído a variável n

IV_n = Índice da variável n

E o da dimensão foi obtido pela soma dos valores de cada tema dividido pelo número de temas da dimensão (Equação 4), Sales (2014).

$$ID_i = (T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n)/n \quad (4)$$

Onde,

ID_i = Índice da Dimensão i ;

T_n = Tema n ;

n = Número de temas.

Por fim, determinou-se o índice geral. Que foi obtido pela soma dos valores dos índices das dimensões, dividido pelo número de dimensões do modelo (Equação 5).

$$ISSHSAB = (IDS + IDE + IDA + IDI)/4 \quad (5)$$

Onde,

ISSHSAB = Índice de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido;

IDS = Índice da Dimensão Social;

IDE = Índice da Dimensão Econômica;

IDA = Índice da Dimensão Ambiental;

IDI = Índice da Dimensão Institucional.

De posse dos resultados e, para melhor visualização, os dados foram apresentados por município através de uma base cartográfica georreferenciada.

A fim de avaliar a contribuição científica deste modelo, uma análise comparativa entre este e os resultados obtidos pela metodologia utilizada por modelos tradicionais, àquela que define o grau de sustentabilidade com base nos índices observados nos municípios avaliados, foi aplicada. Além disso, uma avaliação deste modelo segundo os Princípios do Bellagio STAMP foi proposta, visando verificar o percentual de atendimento a estes, já que são princípios que devem ser seguidos por qualquer metodologia de mensuração da sustentabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação dos Critérios Essenciais nos Princípios do Bellagio STAMP

Os princípios do Bellagio STAMP podem ser interpretados para sua operacionalização da seguinte forma: o Princípio 1 - sugere que o instrumento de avaliação deva seguir uma visão orientadora de desenvolvimento sustentável que esteja preocupada com a capacidade de suporte da biosfera; o Princípio 2 - evidencia a necessidade de abordar as dimensões social, ambiental, econômica e institucional e as interações entre elas; o Princípio 3 – busca captar os efeitos das decisões políticas e das atividades humanas através de uma análise espaço-temporal apropriada como auxílio a tomada de decisão; no Princípio 4 – considera essencial a utilização de indicadores chave e limitados, padronização de medidas e a comparação entre os valores de referência ou normativos e os valores do intervalo, para tornar aplicável a ferramenta, tanto na análise entre territórios quanto na análise individual.

Já o Princípio 5 – solicita que dados e métodos sejam respectivamente acessíveis e detalhados para que o público possa entendê-los e utilizá-los; o Princípio 6 – busca apresentar de forma objetiva e didática os resultados obtidos, devendo utilizar para tanto, dados numéricos e recursos visuais adequados para auxiliar na interpretação; o Princípio 7 – sugere que na construção de modelos de avaliação sejam consideradas as opiniões do público para reforçar a legitimidade e relevância dos indicadores. Neste caso, segundo Van Bellen (2006), dois tipos de abordagem podem ser utilizadas: a *top-down* e a *bottom-up*. A primeira considera apenas a opinião de especialistas e a segunda, inicia com o posicionamento dos decisores e conclui com a análise de especialistas, sendo que a ocorrência de uma ou outra não invalida o resultado. O último princípio, o 8, exige que a avaliação possa ser repetida para fins de monitoramento e que seja sobretudo adaptável as mudanças (OLIVEIRA e CURI, 2018).

Os princípios e os elementos essenciais foram sintetizados no quadro a seguir (Quadro 4):

Quadro 4 - Elementos essenciais dos princípios do Bellagio STAMP.

BELLAGIO STAMP	
Princípios	Elementos essenciais para avaliação
1. Orientar a visão	<ul style="list-style-type: none"> • Visão de desenvolvimento sustentável; • Capacidade de suporte da biosfera.
2. Considerações essenciais	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensão social; • Dimensão econômica; • Dimensão ambiental; • Dimensão institucional.
3. Âmbito adequado	<ul style="list-style-type: none"> • Escala temporal; • Escala espacial.
4. Estrutura e indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Número limitado de indicadores (23 a 32); • Padronização de medidas (normatização); • Comparação de resultados entre indicadores do intervalo e indicadores de referência.
5. Transparência	<ul style="list-style-type: none"> • Dados acessíveis; • Metodologia detalhada.
6. Comunicação eficaz	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados objetivos; • Ferramentas visuais para apresentação.
7. Ampla participação	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorrência de processo participativo; • Abordagem <i>top-down</i> ou <i>bottom-up</i>.
8. Capacidade de renovação e continuidade	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento contínuo; • Capacidade de resposta à mudança.

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.2 Aplicação do *Check-list* (listagem)

Para obter os indicadores mais importantes da temática sustentabilidade dos recursos hídricos, foi utilizado o método *check-list* (listagem). Para tanto, foram selecionadas publicações nacionais e internacionais sobre o tema, foram elas: Laura (2004); Magalhães Júnior (2007); Maranhão (2007); Francisco e Carvalho (2008); Guimarães e Magrini (2008); Vieira e Studart (2009); Carvalho (2013); Sales e Cândido (2013); Campos, Ribeiro e Vieira (2014); Carvalho et al. (2015); Pires et al. (2017); Maynard, Cruz e Gomes (2017), (ANEXOS A, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O).

De posse dos indicadores utilizados em cada publicação, foi realizada uma comparação, pela qual foi possível estabelecer a frequência dos indicadores, identificando os mais citados, bem como outros não muito utilizados, mas, considerados relevantes para o contexto do Semiárido brasileiro. Os principais resultados podem ser analisados no quadro a seguir (Quadro 5):

Quadro 5 - Frequência de citações por indicador.

Ordenação	Indicadores	Número de citações
1°	Disponibilidade de água (superficial, subterrânea, <i>per capita</i>)	10
2°	Índice de atendimento de esgoto sanitário	8
3°	Demanda de água	
4°	Acesso ao sistema de abastecimento de água	
5°	Taxa de lixo coletado	7
6°	Quantidade de lixo para aterro sanitário	6
7°	Taxa de crescimento da população	
8°	PIB <i>per capita</i>	
9°	Índice de Qualidade da Água	
10°	Tratamento de esgotos	5
11°	Taxa de mortalidade infantil	
12°	Taxa de alfabetização	
13°	Índice de cobertura vegetal	4
14°	Índice de urbanização	
15°	Densidade populacional	
16°	Expectativa de vida	
17°	Doenças por veiculação hídrica (diarreia)	
18°	<u>Vazões mínimas</u>	3
19°	<u>Taxa de conformidade em relação ao DBO</u>	
20°	Outorga de abastecimento (animal, industrial, irrigação, abastecimento humano)	
21°	Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica	2
22°	Consumo <i>per capita</i> de energia	
23°	Despesa com gestão ambiental	
24°	Índice de Capacidade Institucional	
25°	Disponibilidade de água subterrânea	
26°	<u>Quantidade de água para animais</u>	
27°	Cobrança pelo uso dos recursos hídricos	
28°	Participação no Comitê de Bacia Hidrográfica	1
29°	Índice de perdas na distribuição	
30°	<u>Coeficiente de escoamento superficial</u>	
31°	<u>Taxa de conformidade em relação a OD</u>	
32°	<u>Índice de aridez</u>	2
33°	<u>Susceptibilidade a desertificação</u>	
34°	IDHM	
35°	Despesa <i>per capita</i> com saúde	1
36°	<u>Taxa de conformidade em relação aos coliformes</u>	
37°	<u>Quantidade de animais</u>	
38°	<u>Intensidade energética</u>	
39°	<u>Participação de fontes renováveis no fornecimento de energia</u>	1
40°	Índice de Gini	
41°	<u>Tarifa média de água</u>	
42°	<u>Educação Ambiental Formal</u>	
43°	Quantidade de empresas que demandam reconversíveis (reciclagem)	
44°	Índice de atendimento da população com cisternas	1
45°	<u>Taxa de uso e ocupação do solo</u>	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Diante dos indicadores obtidos por meio de *check-list*, foram considerados inicialmente os citados por 50% das publicações analisadas. Neste caso, os dez primeiros indicadores compuseram o modelo denominado Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido. Os demais puderam escolhidos tanto

pela frequência, quanto pela relevância para o contexto Semiárido. Além disto, foram desconsiderados indicadores redundantes e pouco significativos.

Neste sentido, no grupo de menor frequência, o mais importante foi o indicador de atendimento da população com cisternas, já que estes são os principais locais de armazenamento de água para conviver no Semiárido no período seco. A quantidade de empresas que demandam reconversíveis (reciclagem) é importante, mas não tem aporte legal (obrigação), como a implantação da coleta seletiva nos municípios. As taxas de conformidade em relação a OD, DBO e coliformes estão contempladas no Índice de Qualidade da Água, portanto, não cabe análise em separado. Os Índices de aridez e de susceptibilidade à desertificação, por serem características consideradas intrínsecas a região semiárida, são naturais à região, portanto, não entrará nesta análise. No grupo com a segunda menor frequência, a quantidade de animais está contemplada no indicador demanda e os relacionados a energia estão ligados ao consumo *per capita* de energia. Por fim, as vazões mínimas, estão relacionadas com a disponibilidade de água, por estes motivos, os indicadores supracitados puderam ser dispensados desta análise.

4.3 Análise dos Indicadores pela Gestão Municipal

Esta etapa busca responder ao princípio 7 do Bellagio STAMP, a ampla participação. Neste sentido, os nove municípios da antiga microrregião do Alto Capibaribe – PE, hoje distribuídos entre as regiões imediatas de Caruaru e Surubim, fizeram parte do universo da pesquisa. Os municípios foram representados pelos gestores municipais, também considerados os representantes máximos da população e os principais usuários do modelo de avaliação da sustentabilidade hidroambiental para o Semiárido. O modelo foi apresentado nos nove municípios, tanto aos gestores como aos secretários e/ou assessores após aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Alcides Carneiro da Universidade Federal de Campina Grande, CEP/HUAC/UFCG (APÊNDICE A).

Dos nove municípios, seis aceitaram participar da avaliação dos indicadores, correspondendo a 66,7% do universo. Todas as respostas foram enviadas por comunicação eletrônica: *e-mail* ou *WhatsApp*. O questionário mostrou a percepção de cada gestor quanto ao grau de importância de cada um dos indicadores que podem ser inseridos no modelo.

De posse das respostas dos gestores (APÊNDICE A), foram estabelecidas as frequências e calculadas as médias ponderadas por indicador através da Equação 6:

$$X_i = \frac{\sum f_i * p_i}{n} \quad (6)$$

Onde:

X_i = média ponderada;

f_i : é a frequência das respostas;

p_i : é o peso normalizado;

n : é o número de gestores consultados.

Analisando os resultados por dimensão, conseguiu-se identificar os indicadores menos importantes para a gestão municipal (Quadro 6). Na dimensão social, os indicadores menos importantes foram: densidade demográfica e índice de Gini.

Quadro 6 - Grau de importância dos indicadores da dimensão social, segundo os gestores municipais.

DIMENSÕES	INDICADORES	ORDENAÇÃO
Dimensão Social	Expectativa de vida ao nascer	0,917
	Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais)	0,917
	Taxa de mortalidade infantil	0,875
	Taxa de alfabetização	0,875
	Acesso ao sistema de esgoto sanitário	0,833
	Acesso ao sistema de abastecimento de água	0,833
	Despesa <i>per capita</i> com saúde	0,833
	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	0,792
	Taxa de crescimento da população	0,667
	Doenças por veiculação hídrica (diarreia)	0,667
	Taxa de urbanização	0,625
	Densidade populacional total (hab./km ²)	0,583
	Índice de Gini	0,542

Fonte: Elaboração própria (2019).

Avaliando os indicadores citados, percebe-se que a densidade populacional além de estar relacionada a taxa de crescimento da população, é um indicador de difícil controle pela gestão municipal. Sabe-se também, que existem áreas com alta densidade demográfica e uma boa qualidade de vida, bem como áreas pouco habitadas, e com baixa qualidade de vida e vice-versa, portanto, de difícil correlação. Além disso, a capacidade de carga dos ecossistemas de vários países, segundo o documento divulgado pela Population Matters (2016), já ultrapassaram essa biocapacidade, quando se relaciona população e a biocapacidade

do território, o que não é o caso do Brasil, que apresentou uma projeção de população sustentável de até 580 milhões de habitantes.

Apesar do índice de Gini ter sido considerado pouco importante, segundo pesquisas, este é o indicador que aliado ao rendimento *per capita*, apresenta a realidade da desigualdade social, principal problema a ser enfrentado para se alcançar uma melhoria da qualidade de vida da população, principal objetivo da sustentabilidade, portanto, cabe sua permanência. Quanto ao IDHM, apesar de ser um dos indicadores de avaliação da qualidade de vida mais utilizado, não se consegue demonstrar no resultado final, em que dimensão analisada o município teve o melhor ou o pior desempenho, se saúde, educação ou renda. Neste sentido, como existem indicadores no modelo que contemplam estas dimensões, sua permanência torna-se redundante.

Na dimensão econômica (Quadro 7), os indicadores menos importantes foram: PIB *per capita* e a água outorgada para a indústria. Mesmo considerados menos importantes, não há como excluí-los do modelo. O PIB *per capita* é o indicador de crescimento econômico mais utilizado e a água outorgada para indústria, está relacionada ao crescimento industrial, um dos setores econômicos de maior participação no PIB do país. Além disso, é através do somatório das outorgas de todas as atividades econômicas que se analisa se a demanda está acima ou abaixo do volume outorgável.

Quadro 7 - Grau de importância dos indicadores da dimensão econômica, segundo os gestores municipais.

DIMENSÃO	INDICADORES	ORDENAÇÃO
Econômica	Água outorgada para o abastecimento humano	0,958
	Água outorgada para o abastecimento animal	0,708
	Água outorgada para irrigação	0,708
	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica	0,708
	Água outorgada para indústria	0,625
	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,583

Fonte: Elaboração própria (2019).

Na dimensão ambiental (Quadro 8), os indicadores menos importantes foram: as disponibilidades de água subterrânea, *per capita* e superficial. Como se trata de um modelo para avaliação da sustentabilidade hidroambiental, ou seja, que avalia indicadores que estão direta ou indiretamente relacionados a disponibilidade de água em quantidade e qualidade, os indicadores supracitados são essenciais, portanto, cabe sua permanência. No entanto, vale ressaltar que o grau de salinidade torna-se dispensável, haja vista que de acordo com os dados

(APAC, 2018), no reservatório Jucazinho, os valores não chegam a impedir os usos prioritários.

Quadro 8 - Grau de importância dos indicadores da dimensão ambiental, segundo os gestores municipais.

DIMENSÃO	INDICADORES	ORDENAÇÃO
Ambiental	Tratamento de esgotos	0,958
	Coleta seletiva do lixo	0,875
	Índice de Qualidade da Água	0,875
	Demanda de água	0,833
	Acesso à coleta de lixo	0,833
	Destino final do lixo	0,833
	Taxa de cobertura vegetal nativa	0,833
	Índice de perdas na distribuição de água	0,833
	Grau de salinidade da água	0,792
	Disponibilidade de água superficial	0,750
	Disponibilidade de água <i>per capita</i>	0,750
	Disponibilidade de água subterrânea	0,667

Fonte: Elaboração própria (2019).

Na dimensão institucional (Quadro 9), os indicadores menos importantes para a gestão municipal foram: o Plano de Recursos Hídricos para a bacia hidrográfica e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Estes indicadores são instrumentos essenciais para a implantação da Lei Federal nº 9.433/97, da Política Nacional dos Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), portanto, não devem ser excluídos. Já o indicador participação do município no Comitê de Bacia Hidrográfica, cabe alteração, pois não é obrigatória a participação de todos os municípios da bacia no comitê. Por isso, este indicador foi alterado para implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica, um dos objetivos da Lei Federal nº 9.433/97.

Embora o Índice de Capacidade Institucional tenha sido considerado o mais relevante, é preciso observar que este, ao evidenciar a presença de um conselho ou secretaria exclusiva de meio ambiente, torna-se redundante diante do indicador despesa com gestão ambiental. Pois, entende-se que para haver investimento em meio ambiente, o município possui alguma política voltada para as questões ambientais, realizada por meio de conselhos ou secretarias exclusivas (ou afins) de meio ambiente.

Quadro 9 - Grau de importância dos indicadores da dimensão institucional, segundo os gestores municipais.

DIMENSÃO	INDICADORES	ORDENAÇÃO
Institucional	Índice de capacidade institucional	0,625
	Despesas com gestão ambiental	0,583
	Participação do município no Comitê de bacia hidrográfica	0,542
	Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica	0,417
	Cobrança pelo uso dos recursos hídricos	0,417

Fonte: Elaboração própria (2019).

A percepção dos gestores municipais mostrou que os assuntos prioritários, são aqueles relacionados à educação, saúde e saneamento básico. Os indicadores relativos à disponibilidade de água em quantidade e qualidade para os diferentes usos, não foram os prioritários, embora os municípios estejam localizados no Semiárido brasileiro, região propensa a secas periódicas, onde a população depende, muitas vezes, de caminhões-pipa.

4.4 Avaliação dos Indicadores do Modelo de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental por Especialistas em Recursos Hídricos

Ainda de acordo com o princípio 7, do Bellagio STAMP, sobre a ampla participação, considerou-se importante consultar especialistas em recursos hídricos, para avaliarem os indicadores do modelo. Esta avaliação permitiu determinar a ordenação dos indicadores, do mais importante para o menos importante, e definir diferentes pesos. Para tanto, os especialistas foram escolhidos a partir de trabalhos publicados sobre o tema sustentabilidade hidroambiental ou dos recursos hídricos. Após aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética em Pesquisa do HUAC/UFCG, foram convidados um total de 27 especialistas. O convite foi feito via e-mail, e junto a ele, foi enviado o questionário e o termo de compromisso livre e esclarecido (APÊNDICES B e C). Os *e-mails* foram obtidos nos trabalhos científicos consultados ou pela plataforma Lattes. Dos 27 especialistas, quatro responderam ao questionário. A taxa de retorno foi considerada satisfatória, haja vista que para este tipo de consulta, via *e-mail*, espera-se algo em torno de 10% (PEREIRA, 2014), e neste caso, a taxa de retorno foi de 14,8%.

Para cada indicador, os especialistas atribuíram um grau de importância, dentre os seguintes: sem opinião, nenhum, baixo, médio, alto e muito alto (APÊNDICE B). Foram considerados os mesmos pesos normalizados, utilizados por Carvalho (2013), Quadro 3. De

posse das respostas, foi calculada a média ponderada para cada indicador. Diferentemente da percepção dos gestores municipais, na dimensão social (Quadro 10), os especialistas em recursos hídricos atribuíram menor importância aos indicadores taxa de alfabetização e urbanização, enquanto valorizaram àqueles relacionados à quantidade e qualidade da água.

Quadro 10 - Grau de importância dos indicadores da dimensão social, segundo os especialistas em recursos hídricos.

DIMENSÃO	INDICADORES	ORDENAÇÃO
Social	Acesso ao sistema de abastecimento de água	0,938
	Acesso ao sistema de esgoto sanitário	0,875
	Doenças por veiculação hídrica (diarreia)	0,875
	Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais)	0,813
	Índice de Gini	0,625
	Taxa de crescimento da população	0,625
	Taxa de mortalidade infantil	0,625
	Despesa com saúde	0,563
	Expectativa de vida ao nascer	0,563
	Taxa de alfabetização	0,5
	Taxa de urbanização	0,5

Fonte: Elaboração própria (2019).

Na dimensão econômica (Quadro 11), assim como os gestores, os especialistas também consideraram o indicador renda *per capita* pouco significativo.

Quadro 11 - Grau de importância dos indicadores da dimensão econômica, segundo os especialistas em recursos hídricos.

DIMENSÃO	INDICADORES	ORDENAÇÃO
Econômica	Água outorgada para o abastecimento humano	0,875
	Água outorgada para irrigação	0,75
	Água outorgada para indústria	0,75
	Água outorgada para o abastecimento animal	0,625
	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica	0,563
	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,438

Fonte: Elaboração própria (2019).

Na dimensão ambiental (Quadro 12), as opiniões entre gestores e especialistas foram contrárias. Entre os especialistas, tanto a demanda quanto a disponibilidade de água foram os indicadores mais valorizados, em detrimento daqueles relacionados à destinação e manejo dos resíduos sólidos urbanos, mais valorizados pelos gestores.

Quadro 12 - Grau de importância dos indicadores da dimensão ambiental, segundo os especialistas em recursos hídricos.

DIMENSÃO	INDICADORES	ORDENAÇÃO
Ambiental	Demanda de água	1,000
	Tratamento de esgotos	1,000
	Índice de Qualidade da Água	1,000
	Disponibilidade de água superficial	0,938
	Disponibilidade de água subterrânea	0,938
	Disponibilidade de água <i>per capita</i>	0,938
	Taxa de cobertura vegetal	0,875
	Índice de perdas na distribuição de água	0,813
	Acesso à coleta de lixo	0,750
	Destino final do lixo	0,688
	Coleta seletiva do lixo	0,625

Fonte: Elaboração própria (2019).

Já na dimensão institucional (Quadro 13), os especialistas valorizaram os indicadores relacionados à Política Nacional de Recursos Hídricos, enquanto consideraram pouco significativo o indicador Despesa com Gestão Ambiental.

Quadro 13 - Grau de importância dos indicadores da dimensão institucional, segundo os especialistas em recursos hídricos.

DIMENSÃO	INDICADORES	ORDENAÇÃO
Institucional	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica	0,875
	Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica	0,875
	Cobrança pelo uso dos recursos hídricos	0,813
	Despesas com gestão ambiental	0,688

Fonte: Elaboração própria (2019).

Com base nas médias obtidas, foi possível aplicar o diagrama de Mudge, por dimensão, e avaliar par a par os indicadores do modelo. Os indicadores foram dispostos em linhas e colunas, e analisados segundo o grau de importância de um em relação ao outro. Cada indicador da dimensão foi associado a uma letra do alfabeto, assim, por exemplo, o primeiro indicador, acesso ao sistema de esgoto sanitário foi considerado o indicador A e assim sucessivamente. Em seguida, foi atribuído 0 = ao indicador igualmente importante; 1 = ao pouco importante; 2 = ao importante; e 3 = ao muito importante, em relação ao seu par da comparação. A partir das somas obtidas em cada linha e coluna correspondente ao indicador avaliado, foi possível obter um percentual, o qual foi utilizado para auxiliar na distribuição dos pesos entre os indicadores. No entanto, neste processo, admitiu-se que o valor máximo por indicador deve ser 1, que os valores excedentes podem ser transferidos para os de menor

importância e que nenhum dos indicadores pode ter peso 0, isto porque a pouca importância não deve remeter a sua exclusão do modelo.

Na dimensão social, a soma dos pesos foi 5, equivalente ao número de temas da dimensão (Acesso, população, saúde, educação, e distribuição de renda), (Quadro 14). Considerando a importância de um indicador em relação ao outro, percebe-se que o indicador acesso ao sistema de abastecimento de água, foi considerado o de maior importância, e seguindo a lógica da distribuição percentual obteve o maior peso.

Quadro 14 - Aplicação do Diagrama Mudge para determinação dos pesos da dimensão social.

DIMENSÃO SOCIAL		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	TOTAL	%	PESOS	
Acesso ao sistema de esgoto sanitário	A	B3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A0	A3	A3	24	18,46	0,923	
Acesso ao sistema de abastecimento de água	B		B3	30	23,08	1,000									
Taxa de crescimento da população	C			C2	C0	C2	C2	C2	I3	J3	C0	8	6,15	0,308	
Expectativa de vida ao nascer	D				E2	D2	0	D2	I3	J3	K2	4	3,08	0,154	
Taxa de mortalidade infantil	E					E2	E2	E2	I3	J3	E0	8	6,15	0,308	
Taxa de alfabetização	F						G2	F0	I3	J3	K2	0	0	0,076	
Despesa com saúde	G							G2	I3	J3	K2	4	3,08	0,154	
Taxa de urbanização	H								I3	J3	K2	0	0	0,076	
Doenças por veiculação hídrica (diarreia)	I									I2	I3	23	17,7	0,885	
Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais)	J										J3	21	16,15	0,808	
Índice de Gini	K											8	6,15	0,308	
												TOTAL	130	TOTAL	5,000

Fonte: Elaboração própria (2019).

Na dimensão econômica, a soma dos pesos correspondeu a 3, equivalente aos temas: PIB, outorga da água e consumo (Quadro 15). O indicador água para o abastecimento humano foi considerado o mais importante, enquanto o PIB *per capita*, foi considerado o de menor importância.

Quadro 15 - Aplicação do Diagrama Mudge para determinação dos pesos da dimensão econômica.

DIMENSÃO ECONÔMICA		B	C	D	E	F	TOTAL	%	PESOS
Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	A	B2	C3	D3	E3	F2	0	0	0,164
Água outorgada para o abastecimento animal	B		C2	D3	E2	B2	4	12,12	0,364
Água outorgada para irrigação	C			D2	C0	C2	7	21,21	0,636
Água outorgada para o abastecimento humano	D				D2	D3	13	39,4	1,000
Água outorgada para indústria	E					E2	7	21,21	0,636
Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica	F						2	6,06	0,200
						TOTAL	33	TOTAL	3,000

Fonte: Elaboração própria (2019).

Para a dimensão ambiental, a soma dos pesos foi igual a 3, correspondendo ao número de temas da dimensão (Recurso, controle de resíduos e ambiente), (Quadro 16). O maior peso entre os indicadores foi 0,490, que corresponde aos indicadores demanda de água, tratamento de esgotos e Índice de Qualidade da Água, considerados os mais importantes desta dimensão.

Quadro 16 - Aplicação do Diagrama Mudge para determinação dos pesos da dimensão ambiental.

DIMENSÃO AMBIENTAL		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	TOTAL	%	PESOS	
Disponibilidade de água superficial	A	A0	A0	D2	A2	A3	A3	A2	I2	J2	A2	12	10,43	0,313	
Disponibilidade de água subterrânea	B		B0	D2	B2	B3	B3	B2	I2	J2	B2	12	10,43	0,313	
Disponibilidade de água <i>per capita</i>	C			D2	C2	C3	C3	C2	I2	J2	C2	12	10,43	0,313	
Demanda de água	D				D2	D3	D3	D2	D0	D0	D2	19	16,52	0,490	
Acesso à coleta de lixo	E					E2	E2	H2	I3	J3	K2	4	3,48	0,104	
Destino final do lixo	F						F2	H2	I3	J3	K2	2	1,74	0,052	
Coleta seletiva do lixo	G							H3	I3	J3	K3	0	0,00	0,017	
Taxa de cobertura vegetal	H								I2	J2	H2	9	7,83	0,235	
Tratamento de esgotos	I									I0	I2	19	16,52	0,490	
Índice de Qualidade da Água	J										J2	19	16,52	0,490	
Índice de perdas na distribuição de água	K											7	6,09	0,183	
												TOTAL	115	TOTAL	3,000

Fonte: Elaboração própria (2019).

Na dimensão institucional, a soma dos pesos foi 2, equivalente ao número de temas da dimensão (Política de recursos hídricos e Gestão dos recursos), (Quadro 17). De acordo com os especialistas, os indicadores mais valorizados foram: o da Implantação do comitê e do Plano de recursos hídricos para bacia hidrográfica.

Quadro 17 - Aplicação do Diagrama Mudge para determinação dos pesos da dimensão institucional.

DIMENSÃO INSTITUCIONAL		B	C	D	TOTAL	%	PESOS
Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica	A	A3	A0	A2	5	41,7	0,830
Despesas com gestão ambiental	B		C3	D2	0	0,0	0,010
Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica	C			C2	5	41,7	0,830
Cobrança pelo uso dos recursos hídricos	D				2	16,7	0,330
				TOTAL	12	TOTAL	2,000

Fonte: Elaboração própria (2019).

Diante destes resultados, foi criado o Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido, composto por quatro dimensões, 13 temas e 32 indicadores (Quadro 18).

Quadro 18 - Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido.

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO			
DIMENSÕES	TEMAS	INDICADORES	PESOS
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário	0,923
		Acesso ao sistema de abastecimento de água	1,000
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais)	0,808
	População	Taxa de crescimento da população	0,308
		Taxa de urbanização	0,076
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil	0,308
		Expectativa de vida ao nascer	0,154
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia)	0,885
		Despesa com saúde	0,154
	Educação	Taxa de alfabetização	0,076
Distribuição de renda	Índice de Gini	0,308	
ECONÔMICA	PIB	Rendimento per capita (PIB per capita)	0,164
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal	0,364
		Água outorgada para irrigação	0,636
		Água outorgada para o abastecimento humano	1,000
		Água outorgada para indústria	0,636
Consumo	Consumo per capita de energia elétrica	0,200	
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial	0,313
		Disponibilidade de água subterrânea	0,313
		Disponibilidade de água per capita	0,313
		Demanda de água	0,490
		Índice de perdas na distribuição de água	0,183
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo	0,104
		Destino final do lixo	0,052
		Coleta seletiva do lixo	0,017
		Tratamento de esgotos	0,490
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água	0,490
		Taxa de cobertura vegetal	0,235
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica	0,830
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica	0,830
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos	0,330
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental	0,010

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.5 Análise Descritiva dos Indicadores para Obtenção dos Níveis de Referência

A partir de uma revisão da literatura foi possível estabelecer os níveis de referência científicos para cada um dos indicadores do modelo.

4.5.1 Descrição dos Indicadores da Dimensão Social

A seguir, serão apresentadas as definições sobre cada indicador da dimensão social, que estão relacionados à população de um território, e ao final, um quadro-resumo (Quadro 19) com todos os níveis de referência propostos.

4.5.1.1 Acesso ao Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

Os indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário fazem parte do conjunto de serviços de saneamento básico descritos na Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007). A referida lei considera o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

Entre os princípios fundamentais da Lei Federal nº 11.445/2007, destaca-se: a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico à população de acordo com suas necessidades. A referida universalização é caracterizada pela ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico, e pode ser efetivada a partir de subsídios, isto é, instrumento econômico de política social para garantir a universalização do acesso ao saneamento básico, especialmente para populações e localidades de baixa renda (BRASIL, 2007). Diante deste contexto, é possível inferir que a meta para os indicadores de acesso ao sistema de esgotamento sanitário e de abastecimento de água é atingir 100% dos domicílios, bem como a integralidade dos serviços de saneamento básico.

4.5.1.2 Taxa de crescimento da população

A taxa de crescimento da população é o percentual de incremento médio anual da população residente em determinado espaço geográfico, no período considerado. Neste sentido, indica o ritmo de crescimento populacional, o qual pode ser influenciado pela dinâmica da natalidade, da mortalidade e das migrações.

A taxa de crescimento da população está diretamente associada à capacidade de suporte dos ecossistemas, que segundo Peroni e Hernández (2011) pode ser calculada por um modelo logístico, no qual a população aumenta até alcançar o limite máximo, ou seja, até a capacidade suporte. Em 2016, a organização Population Matters (2016), calculou o Overshoot Index, ou Índice da População Excedente, a partir do consumo e da biocapacidade *per capita* dos países, identificando até que ponto um país pode se sustentar a partir de seus próprios recursos renováveis. Os principais resultados mostraram que mundialmente, a população excedente já ultrapassa 2.767 milhões de habitantes, e que o Brasil, poderia ter uma população sustentável de até 580 milhões de habitantes.

Segundo a referida organização, o aumento na produtividade reduziria a dependência de um país, enquanto um aumento da população e do consumo *per capita* aumentaria essa dependência. Atendendo às preocupações com as questões globais e nacionais relacionadas à alta taxa de fecundidade e ao crescimento populacional, a Rede de Soluções em Desenvolvimento Sustentável apresentou como meta reduzir a fecundidade ao nível de reposição em todo o mundo (2,1). Segundo Herrmann (2016), essa medida ajuda a diminuir as taxas de fecundidade e a desacelerar o ritmo do crescimento populacional, ampliando as possibilidades para o desenvolvimento sustentável.

Diante deste cenário, subentende-se que para contribuir com o desenvolvimento sustentável é preferível uma queda na taxa de crescimento populacional, em qualquer território, haja vista que o número de habitantes no planeta já ultrapassa a capacidade de carga. No Semiárido, a média da taxa de crescimento da população, considerando os dois últimos censos – em relação ao ano de referência, será o elemento norteador.

4.5.1.3 Expectativa de vida

A expectativa de vida ao nascer é um indicador sintético de mortalidade que reflete as condições gerais de vida de uma população, sendo definida como o número de anos de vida esperados para um recém-nascido de determinado espaço geográfico, se mantidas as condições de mortalidade observadas no período e seu aumento está diretamente relacionado com a melhoria das condições de vida dessa população, Corrêa e Miranda-Ribeiro (2017). Assim, como o indicador é obtido a partir de uma tábua de mortalidade, as variações nas taxas de mortalidade, provocam mudanças na expectativa de vida de uma população.

Ao buscar identificar a participação dos grupos etários no aumento da expectativa de vida dos brasileiros, Corrêa e Miranda – Ribeiro (2017) identificaram que todos os grupos contribuíram positivamente para o aumento da expectativa de vida, mas, os menores de 1 ano de idade foram responsáveis pela maior parcela, ou seja, 23,4% dos anos acrescidos. Segundo os autores, essa alta contribuição dos grupos etários iniciais para o aumento da expectativa de vida mostra que o Brasil tem combatido, mas ainda tem que avançar no combate à mortalidade infantil, que estão fortemente relacionadas a condições precárias de vida: água e esgoto não tratados adequadamente, cobertura da vacinação, pobreza, baixa escolaridade entre outros. Informações específicas como estas podem ser úteis para elaboração de políticas públicas de saúde, na medida em que permite identificar causas e/ou grupos etários carentes de maior atenção.

Considerando que a expectativa de vida média da região Semiárida em 2000, foi de 64,5 anos (SIGSAB, 2019), e da região Nordeste foi de 67,1 anos (IBGE, 2004), observa-se que a primeira difere da expectativa de vida da própria região Nordeste. Neste sentido, buscando valorizar os aspectos físicos, econômicos e sociais do Semiárido brasileiro, a expectativa de vida média desta região, para o ano de referência, deverá ser o parâmetro para avaliar se o município está fornecendo as condições mínimas para melhoria da qualidade de vida da população.

4.5.1.4 Taxa de mortalidade infantil

A taxa de mortalidade infantil é um indicador amplamente empregado para sumarizar as condições gerais relacionadas à saúde de uma população (MENEZES E UCHOA, 2011). Formalmente, consiste no número de crianças nascidas vivas, que morreram antes de completar um ano de idade, divididos pelo número total de crianças nascidas vivas (no mesmo tempo, período e local), multiplicando-se por mil.

A literatura sobre saúde indica claramente que a falta de condições adequadas de saneamento no que se refere à água e esgotamento sanitário é uma das principais causas da mortalidade na infância (MENDONÇA E MOTTA, 2007). Também é nesta fase da vida, de acordo com Leivas et al. (2015), que as condições de saúde irão constituir um importante mecanismo de transmissão intergeracional das desigualdades sociais, na medida em que indivíduos que enfrentam problemas de saúde enquanto crianças chegam à idade adulta com menor capacidade cognitiva, menor escolaridade e ganham relativamente menos do que os

que tiveram uma boa saúde na infância. Isto porque tanto a pobreza quanto a subnutrição corroboram com o fraco desempenho escolar tendo como consequência uma renda menor na vida adulta (JACK E LEWIS, 2009).

Considerando o exposto, a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, destaca entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, o objetivo de número 3, de assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades, tendo como meta, reduzir a mortalidade neonatal para 12‰ (por mil) e de menores de 5 anos para 25‰ (por mil), até 2030 (ONUBr, 2019).

4.5.1.5 Índice de Gini

Segundo Barros, Foguel e Ulyssea (2006) e Neri (2006), o coeficiente de Gini é o índice de desigualdade mais utilizado no mundo. É construído com base na “curva de Lorenz” e a partir da ordenação das pessoas segundo o seu nível de renda. O referido índice varia de zero a um, sendo que quanto mais próximo a um, mais desigual será a sociedade. No Brasil, a desigualdade de renda está entre as maiores do mundo, 0,568, ou seja, mais próximo da perfeita desigualdade (NERI, 2006).

De acordo com Barros, Foguel e Ulyssea (2006) e Barros et al. (2006a; 2006b), uma redução de 4% no coeficiente de Gini, por exemplo, tem resultados equivalentes a um crescimento econômico de 20% do PIB *per capita*. Para os autores, uma redução no coeficiente de Gini é o que efetivamente promove redução na pobreza. Todavia, crescimento econômico e reduções no grau de desigualdade não são excludentes, pois, o impacto do crescimento econômico sobre a pobreza é tão maior quanto menor for a desigualdade na distribuição de renda. Corroborando com os autores supracitados, Neri (2006) ressalta que a proporção de miseráveis no Brasil cairá se a renda nacional ou *per capita* crescer e vier de mãos dadas com redução da desigualdade.

Segundo Barros et al. (2006a; 2006b), reduções no grau de desigualdade representam um instrumento extremamente efetivo no combate à pobreza, mesmo em períodos de pouco ou nenhum crescimento. Assim, sempre que houver um aumento generalizado na proporção da renda apropriada pelos mais pobres, tem-se um declínio no grau de desigualdade, que pode ser medido por qualquer instrumento de avaliação da desigualdade.

4.5.1.6 Taxa de atendimento da população com cisternas

A taxa de atendimento da população com cisternas é um indicador que representa o percentual de domicílios com cisternas nas zonas rurais. Com ele é possível observar a relação de convivência com o Semiárido brasileiro, quanto ao armazenamento de água de chuva, principal meio de abastecimento da população nestas áreas. Segundo Gomes et al. (2014), nas áreas rurais, em virtude da dispersão da população, a captação de água de chuva e seu posterior armazenamento em cisternas tem sido a alternativa adotada para ampliar o acesso da população à água potável.

Segundo Carvalho, Lima e Silva (2017), a implantação da cisterna de placas no Semiárido promove uma mudança na vida das famílias, principalmente no tempo que antes era destinado para fazer o manuseio ou transporte de água utilizando animais, e passou a ser utilizado para o desenvolvimento de outras atividades cotidianas, em especial, a agricultura e as atividades domésticas. Segundo os autores, nas comunidades onde estão inseridas, as cisternas promovem a perspectiva de que a convivência com o Semiárido é viável, sendo a estocagem de água a responsável por amenizar boa parte dos efeitos da seca. Assim, a cisterna torna-se para o Semiárido, um objeto de uso importante para as famílias na convivência com o clima, melhorando as condições de vida da população. Deste modo, ampliar a toda população o acesso às cisternas é o principal objetivo de uma política de gestão dos recursos hídricos no Semiárido.

4.5.1.7 Doenças de Veiculação Hídrica

De acordo com Zanini (2009), a taxa de mortalidade infantil que expressa a probabilidade que um recém-nascido tem de morrer antes de completar um ano é considerado um dos mais eficientes indicadores na avaliação da qualidade de vida da população. O Fundo das Nações Unidas para a Infância, UNICEF (2008), afirma que todos os dias, em média, mais de 26.000 crianças menores de 5 anos de idade morrem em todo o mundo, principalmente de causas evitáveis. Quase todas elas vivem nos países em desenvolvimento, exatos 60 países, entre eles, o Brasil. No entanto, mais de um terço dessas crianças morrem logo durante o primeiro mês de vida. As principais causas são: diarreia, problemas respiratórios e desnutrição. Segundo a UNICEF (2008) isto ocorre, pois, nos países em desenvolvimento, uma em cada cinco pessoas não usa água potável, e metade não tem saneamento adequado.

Neste sentido, monitorar o número de casos de diarreia em um determinado território é essencial para subsidiar a elaboração de políticas públicas para controlar epidemias/surtos, ou seja, o número de casos acima do esperado em uma dada localidade. Uma das metodologias que pode ser empregada para tanto, é a do corredor endêmico, que avalia a distribuição de frequência da doença para o período de um ano, baseado no comportamento da doença em anos anteriores (5 anos ou mais) e em sequência considerando como limite esperado o Quartil 3 (Q₃) (OPAS, 2010).

4.5.1.8 Taxa de urbanização

A taxa de urbanização refere-se ao maior número de pessoas na zona urbana de um território em comparação com a zona rural. Santiago (2014) explica que quanto mais urbanizado é um território, maior é o percentual de domicílios com saneamento e moradias adequadas e salienta que menor é o número de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado. Sobre isto, UHR, Schmechel, UHR (2016) encontraram uma forte correlação entre, taxa de urbanização, PIB *per capita* e taxa de alfabetização com o saneamento básico. De acordo com os autores, quanto maior a renda, maior a possibilidade de ter acesso ao sistema de saneamento básico; quanto maior o número de habitantes na zona urbana, maior será o atendimento desta população ao sistema; e quanto maior o grau de escolaridade da família, maiores serão os cuidados com a saúde e mais rapidamente a busca por atendimento médico-hospitalar.

Corroborando, Ázaro Júnior e Mourão (2016) encontraram uma correlação positiva (moderada) entre as variáveis taxa de urbanização e IDHM no estado do Paraná, de 34,8%. Eles defendem a premissa de que quanto maior a taxa de urbanização, melhor é o IDHM. Fato este também observado por Lira e Monteiro (2017), nos municípios do estado do Espírito Santo. Segundo os autores, nos municípios que apresentaram altas taxas de urbanização prevaleceram, de maneira geral, IDHM em níveis altos. Deste modo, tal correlação espacial revela indícios de que quanto maior as taxas de urbanização, maiores os níveis de IDHM.

4.5.1.9 Despesa com saúde

Na Lei Orgânica da Saúde, nº 8.080/1990 (BRASIL, 1990), artigo 2, a saúde é considerada um direito fundamental do ser humano, devendo o Estado prover as condições indispensáveis ao seu pleno exercício. Esse dever consiste na formulação e execução de políticas econômicas e sociais que visem à redução de riscos de doenças e de outros agravos e

no estabelecimento de condições que assegurem acesso universal e igualitário às ações e aos serviços para a sua promoção, proteção e recuperação.

Segundo a Lei Complementar dos gastos com saúde, nº 141/2012 (BRASIL, 2012a), artigo 7, para os Municípios e Distrito Federal, serão aplicados anualmente em ações e serviços públicos de saúde, no mínimo, 15% (quinze por cento) da arrecadação dos impostos e recursos a que se referem os artigos 156, 158 e 159 da Constituição Federal, entre eles: Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), Imposto de Renda (IR), Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), entre outros impostos da União e do Estado.

Ainda de acordo com a Lei nº 141/2012, artigo 31, os órgãos gestores de saúde da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios deverão dar ampla divulgação, inclusive em meios eletrônicos de acesso público, das prestações de contas periódicas da área da saúde, para consulta e apreciação dos cidadãos e de instituições da sociedade, com ênfase no que se refere dentre outras, a comprovação do cumprimento do disposto nesta Lei Complementar, ou seja, o gasto mínimo com saúde, aplicando no mínimo 15% da receita do município nesta área.

4.5.1.10 Taxa de alfabetização

Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nº 9.394/96 (BRASIL, 1996), artigo 2, a educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. Tendo a educação básica, artigo 22, por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.

Considerando estes benefícios, é preciso elevar o acesso da população a educação para que esta através do conhecimento e formação, adquira melhores condições de vida. Por isso, a Lei do Plano Nacional de Educação, Lei nº 13.005/2014 (BRASIL, 2014), artigo 2, tem como uma de suas diretrizes, a erradicação do analfabetismo. E entre outras metas, elevar a taxa de alfabetização da população com 15 (quinze) anos ou mais para 93,5% até 2015 e, até o final da vigência deste PNE (2014-2024), erradicar o analfabetismo absoluto e reduzir em 50% a taxa de analfabetismo funcional. Estas metas coadunam para um verdadeiro processo de

desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Deste modo, a educação permite ampliar as oportunidades de trabalho dos cidadãos, potencializar suas atividades, entender seus direitos, conseguir melhores rendimentos e conseqüentemente cuidar de sua saúde e moradia.

De posse dos conteúdos das publicações anteriormente referidas, foram estabelecidos os níveis de referência científicos, resumidamente apresentados no quadro a seguir, e junto a eles, somaram-se descrição, fórmula, tipo de relação e a fonte dos dados para aplicação do modelo.

Quadro 19 - Quadro – resumo com os níveis de referência científicos da dimensão social.

DIMENSÃO SOCIAL					
Indicador	Descrição	Fórmula	Níveis de referência científicos	Tipo de Relação (Positiva ou Negativa)	Fonte dos dados
Acesso ao sistema de esgoto sanitário	Percentual de domicílios, na zona urbana, com sistema de esgotamento sanitário;	$\frac{N^{\circ} \text{ de domicílios com coleta de esgoto}}{N^{\circ} \text{ total de domicílios na zona urbana}}$	Máximo = 100% Mínimo = 0	Positiva	Censo IBGE
Acesso ao sistema de abastecimento de água	Percentual de domicílios, na zona urbana, com acesso a abastecimento de água por rede geral;	$\frac{N^{\circ} \text{ de domicílios com abastecimento de água por rede geral}}{N^{\circ} \text{ total de domicílios na zona urbana}}$	Máximo= 100% Mínimo = 0	Positiva	Censo IBGE
Taxa de crescimento da população	É o percentual de incremento médio anual da população residente em determinado espaço geográfico;	$\left[\left(\sqrt[n]{\frac{Pt(final)}{Po(inicial)}} \right) - 1 \right] * 100$, se igual ou menor que a média do Semiárido, 1, se maior, 0.	Média Semiárido 2000 = 0,117 2010 = 0,468	Negativa	INSA
Expectativa de vida ao nascer	Número de anos de vida esperados para um recém-nascido de determinado espaço geográfico;	Se igual ou maior que a média do Semiárido, 1, se menor que a média, 0.	Média Semiárido 2000 = 64,6 2010 = 70,4	Positiva	INSA
Taxa de mortalidade infantil	Percentual de crianças nascidas vivas, que morreram antes de completar um ano de idade;	$\left(\frac{N^{\circ} \text{ de crianças que morreram antes de 1 ano}}{N^{\circ} \text{ total de crianças nascidas vivas}} \right) * 1000$; se igual ou menor que 12‰, 1, se maior, 0.	Máximo = 12‰	Negativa	Atlas Brasil
Taxa de alfabetização	Percentual da população alfabetizada com 15 anos ou mais de idade;	$\frac{N^{\circ} \text{ de pessoas alfabetizadas acima de 15 anos}}{N^{\circ} \text{ de habitantes acima de 15 anos}}$	Máximo = 100%	Positiva	Censo IBGE

			Mínimo = 0		
Despesa com saúde	Percentual das despesas com saúde por município	$\frac{\text{Despesa com saúde}}{\text{Receita total}}$, se igual ou maior que 15%, 1, se menor, 0.	Mínimo = 15%	Positiva	SIOPS/PE
Taxa de urbanização	Percentual da população urbana em relação a população total;	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de habitantes na zona urbana}}{\text{N}^\circ \text{ total de habitantes}}$, se igual ou maior que 51%, 1, se menor, 0	Mínimo = 51%	Positiva	Censo IBGE
Doenças por veiculação hídrica	Número de casos de diarreia;	Se igual ou menor que a frequência esperada por município, 1, se maior, 0.	Frequência esperada considerando os últimos 5 anos (Q3)	Negativa	DataSus
Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais)	Percentual de domicílios com cisternas nas zonas rurais.	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de domicílios com cisternas na zona rural}}{\text{N}^\circ \text{ total de domicílios na zona rural}}$	Máximo = 100% Mínimo = 0	Positiva	ASA Brasil
Índice de Gini	Expressa o grau de concentração de renda da população no município;	Quanto mais próximo de 0, maior é a igualdade de renda, quanto mais próximo de 1, maior é a desigualdade.	Máximo = 1 Mínimo = 0	Negativa	Atlas Brasil

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.5.2 Descrição dos Indicadores da Dimensão Econômica

Nesta etapa, serão apresentadas as definições utilizadas como base para determinação dos níveis de referência científicos de cada um dos indicadores da dimensão econômica (Quadro 20), que apresenta indicadores relativos ao consumo de água por setores e crescimento econômico.

4.5.2.1 Água outorgada para abastecimento humano, indústria, irrigação e dessedentação de animais.

Além de ser um bem vital, a água se constitui em um insumo necessário aos processos produtivos. Assim, as diversas atividades econômicas que usam a água, afetam diretamente a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. Deste modo, em um território onde há alta demanda e baixa disponibilidade de recursos hídricos, a gestão é estratégica para o desenvolvimento, pois da água depende a vida humana, os ecossistemas e as diversas atividades econômicas e sociais (ANA, 2017a).

Visando assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, a Lei 9.433/97, da Política Nacional dos Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), criou um instrumento de controle denominado outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Através dele, o poder público atribui ao interessado, público ou privado, o direito de usar privativamente o recurso hídrico (ANA, 2005a). Segundo a ANA (2011b), a outorga deve ser solicitada por todos aqueles que usam, ou pretendem usar, os recursos hídricos, seja para captação de águas, superficiais ou subterrâneas, seja para lançamento de efluentes, ou para qualquer ação que interfira no regime hídrico existente, além do uso de potenciais hidrelétricos. A exceção é para algumas formas de uso da água que podem ser consideradas de pouca expressão, em relação à quantidade de água demandada frente à disponibilidade existente no local. Contudo, segundo a referida lei, mesmo que independa de outorga, o uso deve ser devidamente informado ao poder público.

Para a ANA (2013) a disponibilidade hídrica é aquela vazão ou volume de água que, tomados como referência, possibilita a emissão das respectivas outorgas de direito de uso de recursos hídricos demandadas pelos diversos usuários. Neste sentido, a ANA (2013) considera a vazão regularizada como um valor mais representativo para a disponibilidade

hídrica de reservatórios (exceto os reservatórios do setor elétrico). Vazão esta, que o reservatório pode fornecer em longo prazo, sem que o volume mínimo ou volume morto seja atingido. No entanto, segundo a ANA (2011), os critérios adotados pelas instituições outorgantes permitem constatar que as vazões de referência utilizadas para avaliação dos pedidos de outorga, bem como os percentuais considerados outorgáveis, são bastante diversificados pelo país, o que configura um importante desafio para a articulação entre os órgãos gestores, na prática da gestão compartilhada de bacias hidrográficas.

Observando a vazão máxima outorgável, constatou-se que, para a ANA, esta vazão é de 70% da Q_{95} , podendo variar em função das peculiaridades de cada região. Os estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará determinam que possa ser outorgáveis até 90 % da Q_{90} regularizada. Já a Agência Pernambucana de Águas e Climas, APAC – PE, não tem legislação específica sobre o tema (ANA, 2011). Corroborando com a ANA (2011), Ribeiro et al. (2014) explicam que no estado da Paraíba, a soma dos volumes de água outorgados em uma determinada bacia não poderá exceder 90% da vazão regularizada anual com 90% de garantia de acordo com o Decreto 19.260/97.

O princípio da vazão máxima outorgável foi utilizado por Garcia et al. (2007) para avaliar a relação entre oferta e volume de água outorgado em uma microbacia no estado de Goiás. Os autores partiram do entendimento de que o volume máximo de água a ser outorgado (ou a soma das vazões outorgadas) na bacia no estado de Goiás não poderá exceder 70% da vazão de referência definida pelo Q_{95} . Segundo os autores, através desta análise é possível determinar se há ou não uma situação de conflito pelo uso da água dentre os diversos setores usuários, especialmente, quando verificado que o volume de água captada excede a capacidade de regulação do sistema hidrológico, determinado no cálculo do Q_{95} .

Assim como Garcia et al. (2007), Queiroz e Oliveira (2013) analisaram a relação entre produção e demanda de água em uma bacia hidrográfica em Minas Gerais (MG), utilizando-se dados de vazão da rede fluviométrica e informações de outorgas superficiais. Com base nos dados, observaram que ao considerar a vazão de referência do estado de MG, a $Q_{7,10}$, e que a outorga não pode exceder 50% desta vazão, identificaram que nesta bacia, será inevitável o conflito pelo uso da água, tendo como base o volume outorgado na bacia na atualidade e a disponibilidade hídrica.

Diante das informações, é possível inferir que a outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um instrumento imprescindível para garantir a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e conseqüentemente, assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água para os diversos usos em uma bacia hidrográfica. Além disso, considera-se importante analisar a relação entre vazões outorgadas para as diferentes atividades econômicas (abastecimento humano, indústria, irrigação e dessedentação de animais) e as vazões de referência (disponibilidade) para identificar possíveis conflitos pelo uso da água.

4.5.2.2 Consumo *per capita* de energia elétrica

A energia elétrica é uma das formas mais usuais de energia utilizadas no planeta. Seu uso possibilita o desenvolvimento tecnológico, proporciona maior conforto para a população, além de promover o aumento da capacidade da produção de bens e serviços nos diversos setores da economia (WERLANG e GELLER, 2018).

O consumo *per capita* de energia elétrica expressa o consumo final anual de energia por habitante, em um determinado território. É um dos indicadores da dimensão econômica do modelo de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para avaliar o nível deste desenvolvimento no Brasil. É utilizado para este fim, pois costuma estar associado ao grau de desenvolvimento de um país. Segundo o IBGE (2015), o consumo final de energia engloba a quantidade de energia diretamente utilizada em processos produtivos e na manutenção do bem-estar da população.

Diante do exposto, entende-se que o consumo *per capita* de energia elétrica tem uma forte correlação com o crescimento econômico. Considerando o crescimento econômico, como o aumento das atividades produtivas de um território, espera-se que este contribua positivamente para o PIB *per capita* e conseqüentemente para a melhoria da qualidade de vida da população. Como ainda não foi estabelecido um valor de referência considerado ideal para o consumo de energia elétrica, já que o valor ideal depende do ritmo de desenvolvimento de cada território, os níveis de referência aqui considerados serão os valores realmente consumidos, ou valores úteis, como determina o documento IBGE (2015), assim, o valor consumido deverá ser o valor ideal para cada território.

4.5.2.3 PIB *per capita* (Renda *per capita*)

O PIB *per capita* indica o nível de produção econômica em um território em relação ao seu contingente populacional. Segundo o documento Brasil (2015), valores baixos deste indicador influem no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que é uma medida importante para avaliar a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico de uma população.

Considerando a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável e seus objetivos, observa-se que o PIB *per capita* é um forte contribuinte para alcançar este desenvolvimento, haja vista que dentre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), o oitavo visa promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos. Para tanto, indica como primeira meta sustentar o crescimento econômico *per capita*, de acordo com as circunstâncias nacionais e, em particular, pelo menos um crescimento anual de 7% do PIB nos países menos desenvolvidos (ONUBr, 2019).

Quadro 20 - Quadro – resumo com os níveis de referência científicos dos indicadores da dimensão econômica.

DIMENSÃO ECONÔMICA					
Indicador	Descrição	Fórmula	Níveis de referência científicos	Tipo de Relação (Positiva ou Negativa)	Fonte dos dados
Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	Expressa o grau de crescimento econômico de um território.	$\left[\left(\sqrt[n]{\frac{Pt(final)}{Po(inicial)}} - 1 \right) * 100, \text{ se igual ou maior que } 7\% \text{ de crescimento anual, } 1, \text{ se menor, } 0.$	Ter obtido no mínimo 7% de crescimento anual	Positiva	DATASUS
Água outorgada para o abastecimento animal	Volume de água outorgada para abastecimento animal	$\frac{\text{Volume outorgado para abastecimento animal}}{\text{Volume disponível para outorga}}$	Se o somatório dos volumes outorgados for igual ou menor que 90% da Q ₉₀ do reservatório, 1, se maior, 0.	Positiva	APAC
Água outorgada para irrigação	Volume de água outorgada para irrigação.	$\frac{\text{Volume outorgado para irrigação}}{\text{Volume disponível para outorga}}$			
Água outorgada para o abastecimento humano	Volume de água outorgada para o abastecimento humano.	$\frac{\text{Volume outorgado para o abastecimento humano}}{\text{Volume disponível para outorga}}$			
Água outorgada para indústria	Volume de água outorgada para a indústria.	$\frac{\text{Volume outorgado para indústria}}{\text{Volume disponível para outorga}}$			
Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica	Expressa o consumo final anual de energia elétrica por habitante.	$\frac{\text{Total de energia elétrica consumida}}{\text{n}^\circ \text{ de habitantes}}, \text{ se houver consumo, } 1, \text{ se não, } 0.$	Valor consumido <i>per capita</i> .	Positiva	BDE/PE

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.5.3 Descrição dos Indicadores da Dimensão Ambiental

A dimensão ambiental apresenta indicadores relacionados ao meio ambiente. Neste sentido, serão apresentadas as definições e reflexões sobre cada um dos indicadores desta dimensão, para obtenção dos níveis de referência (Quadro 21).

4.5.3.1 Acesso, Tipo de Coleta e Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

Os indicadores acesso à coleta de resíduos sólidos urbanos, tipo de coleta, e destinação final dizem respeito ao serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos. De acordo com a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), esse serviço é composto pelas seguintes atividades: de coleta, transbordo e transporte dos resíduos; de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos; de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana, que devem ser universalizados, ou seja, atender a todos os domicílios ocupados.

Sobre as formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos, a Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), da PNRS, artigo 47, proíbe: lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos; lançamento in natura a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração; queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade; entre outras formas vedadas pelo poder público. Na referida lei, o artigo 54, indica que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, deverá ser implantada em até quatro anos após a data de publicação desta Lei, ou seja, até 2014. No estado de Pernambuco, a meta obrigatória do Plano Estadual de Resíduos Sólidos é a mesma descrita na Lei Federal Nº 12.305/2010, onde fica determinado o mesmo prazo para a implantação da destinação final ambientalmente adequada, com a erradicação dos lixões ou aterros controlados. No entanto, este prazo foi alterado pelo Projeto de Lei nº 425/2014 para extinção dos lixões até 2021.

Neste sentido, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco (SEMAS/PE, 2012) tem como principais diretrizes: a erradicação e recuperação das áreas de disposição inadequada de resíduos sólidos a céu aberto; a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos em aterros sanitários; a redução dos resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários; o

incentivo às associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis; o incentivo, conscientização e motivação às práticas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos; o incentivo ao aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos como fonte renovável e sustentável de energia térmica e elétrica; e o acesso da sociedade aos serviços de limpeza pública. Com isso, subentende-se que a erradicação dos lixões e a disposição adequada dos rejeitos em aterros sanitários, pressupõe um processo de seleção de materiais recicláveis antes do descarte final, via coleta seletiva do lixo.

4.5.3.2 Índice de Qualidade da Água

A água é um elemento fundamental para a vida e sua qualidade é um fator de proteção à saúde e prevenção de doenças. Assim, a provisão de água para consumo humano implica que a população tenha acesso à água em quantidade suficiente para todos os fins e com qualidade compatível com o que é determinado pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, de forma a garantir sua potabilidade (BRASIL, 2015). A referida Portaria determina, no artigo 3, que toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. Para isso, define o padrão de potabilidade como o conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano.

Para a água bruta, as metas de qualidade da água a serem alcançadas são definidas com base no enquadramento dos corpos d'água de uma bacia hidrográfica. Como a bacia hidrográfica do rio Capibaribe - PE não possui proposta de enquadramento dos corpos de água em classes de usos preponderantes, de acordo com a legislação vigente, os corpos de água doce desta bacia são enquadrados automaticamente na classe 2 (SRH/PE, 2010). Neste sentido, devem ser observados os parâmetros máximos permitidos para esta classificação, estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005. Segundo Oliveira et al. (2014), a informação sobre a qualidade da água bruta é fundamental para definir a tecnologia adequada para o tratamento com objetivo de abastecimento público, bem como para avaliar o desempenho da própria estação. Neste sentido, para o monitoramento da qualidade da água dos mananciais são utilizados índices que têm como proposta retratar, por meio de um número, a qualidade da água nos pontos de interesse.

No Brasil, o mais utilizado é o Índice de Qualidade das Águas (IQA) desenvolvido pela CETESB (2003) e que é uma adaptação do IQA criado pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos em 1970. Nesta adaptação, a CETESB incorporou nove parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas brutas, tendo como determinante principal sua utilização para o abastecimento público. Estes nove parâmetros foram escolhidos por especialistas em qualidade de água dentre os 35 parâmetros/indicadores de qualidade de água apresentados. Segundo a ANA (2005b), estes parâmetros são utilizados como forma de monitoramento da qualidade da água por vários estados brasileiros, incluindo Pernambuco.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros e respectivos pesos: temperatura da amostra (0,10), pH (0,12), oxigênio dissolvido (0,17), demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C) (0,10), coliformes termotolerantes (0,15), nitrogênio total (0,10), fósforo total (0,10), resíduo total (0,08) e turbidez (0,08). A partir deste cálculo, obtêm-se um IQA entre 0 e 100, e determina-se a qualidade das águas brutas entre: ótima ($79 < \text{IQA} \leq 100$); boa ($51 < \text{IQA} \leq 79$); aceitável ($36 < \text{IQA} \leq 51$); ruim ($19 < \text{IQA} \leq 36$); e péssima ($\text{IQA} \leq 19$). Sendo assim, o IQA igual ou maior que 36 deverá ser o resultado esperado.

4.5.3.3 Disponibilidade de água superficial, subterrânea e *per capita*

Para estudo da disponibilidade de água superficial, são considerados todos os reservatórios com capacidade igual ou superior a 10 hm³, ou seja, reservatórios com capacidade igual ou maior que 10.000.000 m³, já que estes são passíveis de fornecer água com garantia de 100% na região Semiárida (ATLAS NORDESTE, 2006). Este é o volume considerado, tendo em vista que reservatórios com capacidade inferior não servem como reservas interanuais, pois em anos secos consecutivos, não apresentam volume para o atendimento às demandas.

Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, SRH/PE (2010), a disponibilidade efetiva, também chamada de disponibilidade atual própria é representada, para águas superficiais, como o volume de água efetivamente à disposição dos usuários nas condições atuais e corresponde à disponibilidade de água em açudes anuais,

interanuais e a fio-d'água. Nos açudes interanuais (água superficial) se considera disponível a vazão regularizada com 90% de confiança de atendimento em um mês qualquer.

Quanto à água subterrânea, Ribeiro et al. (2014) explica que seu uso é estratégico e só deverá acontecer quando não for possível o suprimento a partir dos recursos hídricos superficiais. Para eles,

“os recursos hídricos subterrâneos são estratégicos por responderem pela perenização dos cursos d'água fluviais, e pela manutenção das condições de umidade das zonas do solo e de subsaturação, através dos quais suprem a demanda ecológica natural do meio ambiente, especialmente no período de estiagem, o que deve ser preservado” (RIBEIRO et al. 2014, p.136).

Na relação entre demanda e disponibilidade de água subterrânea, a ANA (2005a) propõe observar se a disponibilidade atende à demanda relacionada ao consumo total de água dos municípios. Deste modo, para ser considerado aceitável, o volume de água subterrânea deverá atender no mínimo o consumo humano e a dessedentação animal no município, conforme orienta a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/97, em casos de escassez de água superficial.

Para avaliar a disponibilidade hídrica *per capita*, a ANA (2005a) propõe calcular a razão entre a vazão média anual e a população (m³/hab/ano). O documento explica que embora não reflita a real disponibilidade hídrica, ou seja, a efetiva quantidade de água disponível para uso, uma vez que a vazão média não está disponível em todas as circunstâncias, é muito utilizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) para avaliar situações de escassez. Os principais resultados indicam: situação de escassez (< 500 m³/hab/ano); situação de estresse (500 a 1.700 m³/hab/ano); e situação confortável (> 1.700 m³/hab/ano). Esta mesma classificação foi utilizada por Kumambala (2010) para avaliar a disponibilidade hídrica *per capita* em Malawi.

4.5.3.4 Demanda de água

Em virtude do crescimento da população, do fenômeno da urbanização e da produção de alimentos e mercadorias, tem-se aumentado também as demandas hídricas. Nesse contexto,

segundo a SRH/PE (2010), conhecer as necessidades de água atuais e/ou futuras através das demandas, juntamente com o conhecimento das potencialidades e/ou disponibilidades hídricas, são elementos essenciais para a realização do balanço dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. Além de ser um valioso instrumento de planejamento na formulação de uma política de recursos hídricos.

Estimar a demanda significa descobrir a quantidade de água que é requerida para atender às necessidades dos usuários. Para tanto, é essencial conhecer os fatores de demanda e os coeficientes de demanda (SRH/PE, 2010). Os primeiros, representam os elementos fornecidos pelos estudos socioeconômicos da situação atual e/ou projetada, que permitem calcular as demandas e os consumos para as diferentes categorias de usuários. São exemplos de fatores: número de habitantes, efetivos dos rebanhos, hectares irrigados, número de empregados na indústria. Já os coeficientes de demanda correspondem aos gastos de água dos diversos usuários (SRH/PE, 2010).

De posse das informações sobre demandas e disponibilidades, é possível classificar o reservatório, em termos percentuais, como: excelente até 5%; confortável (entre 5 e 10%); preocupante (entre 10 e 20%); crítico (entre 20 e 40%) e muito crítico ($\geq 40\%$), tendo em vista a demanda sobre o volume médio anual disponível, ANA (2005a). Assim, poderá ser considerado aceitável um comprometimento igual ou menor que 20% do volume médio anual.

4.5.3.5 Taxa de cobertura vegetal nativa

O Brasil apresenta 62% do território nacional ou cerca de 530 milhões de hectares cobertos por vegetação nativa e figura como um dos países com maior cobertura vegetal natural no mundo, Scaramuzza (2016). Uma redução da cobertura vegetal pode provocar além da exposição da superfície do solo, um processo erosivo no qual as perdas de solo podem ocasionar prejuízos ao ambiente e ao setor agrícola, resultando no depauperamento dos solos, poluição e assoreamento dos cursos d'água, Bertoni e Lombardi Neto (1999).

Diante deste contexto, e visando garantir a proteção da vegetação nativa, foi criada a Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012b), que tem como objetivo o desenvolvimento sustentável e dentre seus princípios a preservação de florestas e da vegetação nativa, as quais têm função estratégica para a sustentabilidade, para o crescimento econômico e para a melhoria da qualidade de vida da população. Com base na referida lei, artigo 12, todo imóvel rural deve

manter área com cobertura de vegetação nativa, chamada de reserva legal, observando-se os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel: se localizado na Amazônia Legal considera-se 80%; 35% em área de Cerrado; 20% em área de Campos gerais; todavia, se localizado nas demais regiões do país: reserva-se 20%.

Como a reserva legal varia em função do tipo de vegetação e da região geográfica, com o objetivo de preservar remanescentes da vegetação nativa em todo o país e conservar a biodiversidade, Chiavari e Lopes (2016), a distribuição percentual de reserva legal na Caatinga, bioma predominante no Semiárido brasileiro, se enquadra no grupo denominado demais regiões do país, que estabelece 20% da área do imóvel rural como reserva legal.

Essa lei é estratégica para a sustentabilidade hídrica, porque a cobertura natural permanente mantém na paisagem fluxos de água, com aumento da infiltração, com o crescimento da vegetação, com diminuição da erosão do solo, do escoamento superficial e da incidência de inundações, ou seja, gera muitos serviços ecossistêmicos. Por isso, diz-se que a gestão de recursos hídricos na paisagem é a gestão da cobertura da vegetação permanente, pois melhora a produção de biomassa, rende produtos florestais não madeireiros e enriquece a biodiversidade (UNEP, 2009).

4.5.3.6 Índice de perdas na distribuição de água

O indicador denominado índice de perdas está relacionado aos volumes totais perdidos (perda real e comercial), sobre o volume total produzido (fornecido). Em um mesmo sistema de abastecimento, a avaliação sistemática dos dados fornecem as tendências e a evolução das perdas, ou seja, é uma ferramenta útil para o controle das perdas na rede de distribuição (TARDELLI FILHO, 2006). O índice de perdas é calculado por meio de um balanço hídrico, no qual se considera o volume de água que entra no sistema e o consumo autorizado (medidos ou não), sendo as perdas, obtidas pela diferença entre o volume de entrada e o consumo autorizado (OLIVEIRA et al., 2018).

A Associação Internacional da Água (IWA) classifica as perdas de água como reais (físicas) ou aparentes (comerciais). As perdas reais equivalem ao volume de água perdido durante as diferentes etapas de produção - captação, tratamento, armazenamento e distribuição - antes de chegar ao consumidor final, afetando diretamente os custos de produção e a

demanda hídrica, ou seja, ocorre por meio de vazamentos no percurso. Já as perdas aparentes, correspondem aos volumes de água consumidos, mas não autorizados, nem faturados. Tais perdas são decorrentes de erros na medição dos hidrômetros, por fraudes, ligações clandestinas ou mesmo por falhas no cadastro comercial, tendo impacto direto sobre a receita das empresas (OLIVEIRA et al., 2018). Deste modo, os principais ganhos com a redução de perdas no Brasil são: o aumento da receita (com a redução das perdas comerciais) e a diminuição de custos (com diminuição das perdas físicas).

No entanto, estas perdas que ocorrem da captação no manancial até a entrega da água ao consumidor final não podem ser totalmente eliminadas, ou seja, não se pode trabalhar com perda zero, já que tubulações enterradas e medidores com certo grau de imprecisão levam a trabalhar com níveis de perdas aceitáveis, Tardelli Filho (2006). Corroborando com o exposto, a Associação Internacional da Água, explica que como não há como eliminar todas as perdas de água, determinam-se os limites eficientes para redução das perdas. Este limite corresponde ao nível mínimo de vazamento, ou seja, aquele volume de perdas que não pode ser reduzido por limitações de tipo tecnológico, mesmo nos sistemas de abastecimento de água considerados eficientes. Assim, tanto para perdas no faturamento, quanto perdas na distribuição, o parâmetro ideal deve ser igual ou menor que 15%, Oliveira et al. (2018).

4.5.3.7 Tratamento de esgotos

A Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico, tem como princípios fundamentais: a universalização do acesso e a integralidade dos serviços. Isto significa que todos os domicílios ocupados devem ter acesso aos serviços de saneamento básico, e em sua integralidade, ou seja, envolvendo todas as etapas previstas em cada serviço. O tratamento de esgoto corresponde a uma das etapas do serviço de esgotamento sanitário, que compõe por sua vez o conjunto dos serviços públicos do saneamento básico.

Segundo Corioletti, Barbisan e Benetti (2016), o saneamento básico está diretamente ligado à sustentabilidade do meio ambiente, pois o despejo inadequado em redes pluviais interfere diretamente na qualidade de vida ambiental, social e na saúde pública. Por outro lado, o saneamento adequado contribui para a proteção dos recursos hídricos, evitando a contaminação dos solos e das águas subterrâneas, reduzindo os índices de doenças

ocasionadas pela falta do mesmo. Deste modo, investir em saneamento é melhorar a qualidade do meio ambiente, evitando a contaminação dos recursos naturais, a fim de garantir uma qualidade de vida melhor para todos.

Como exemplo, Marçal e Silva (2017) avaliaram os efeitos do lançamento de esgoto tratado no rio Parnaíba e constataram que o lançamento do efluente pela ETE-Pirajá não provoca aumento de cargas dos poluentes, nem impacto significativo sobre o rio. Neste sentido, quando realizado o tratamento de esgotos observa-se que o corpo receptor sofre pouco impacto. Assim, a existência de um sistema de tratamento de esgoto é fundamental.

Quadro 21- Quadro - resumo com os níveis de referência científicos dos indicadores da dimensão ambiental.

DIMENSÃO AMBIENTAL					
Indicador	Descrição	Fórmula	Níveis de referência científicos	Tipo de Relação (Positiva ou Negativa)	Fonte dos dados
Disponibilidade de água superficial	Volume médio de água disponível no reservatório interanual em m ³ .	$\frac{\sum \text{volumes de água por ano}}{\text{n}^\circ \text{ de registros}}, \text{ se igual ou maior que a } Q_{90}, 1, \text{ se menor, } 0.$	Ter no mínimo a vazão regularizada com 90% de garantia de cada reservatório por município.	Positiva	APAC
Disponibilidade de água subterrânea	Volume de água subterrânea disponível em m ³ .	Nº de poços * Vazão dos poços * 1.460, se o volume disponível for igual ou maior que a demanda, 1, se menor, 0.	Deve atender no mínimo a demanda para o consumo humano e dessedentação de animais por município.	Positiva	CPRM
Disponibilidade de água per capita	Volume de água do reservatório dividido pela população.	$\frac{\text{Volume médio de água no ano}}{\text{N}^\circ \text{ de habitantes}}, \text{ se igual ou maior que } 1.700 \text{ m}^3/\text{hab./ano}, 1, \text{ se menor, } 0.$	Ter no mínimo 1.700 m ³ /hab./ano	Positiva	APAC e Censo IBGE
Demanda de água	Soma de todas as demandas de água no município (consumo humano, animal, indústria e irrigação) por ano.	$\frac{\sum \text{das demandas de água por ano}}{\text{Volume médio anual}}, \text{ se igual ou menor que } 20\% \text{ do volume médio}, 1, \text{ se maior, } 0.$	A demanda deve comprometer no máximo 20% do volume médio anual.	Negativa	Censo IBGE
Acesso à coleta de lixo	Percentual de domicílios atendidos pelos serviços de coleta nas zonas urbanas	$\frac{\text{n}^\circ \text{ de domicílios atendidos}}{\text{n}^\circ \text{ total de domicílios na zona urbana}}$	Máximo = 100% de atendimento Mínimo = 0	Positiva	SNIS
Destinação final do lixo	Corresponde a destinação final ambientalmente adequada (aterro sanitário).	Existe aterro sanitário?	Se sim, 1, se não, 0.	Positiva	PERS/PE

Coleta seletiva	Diz respeito a implantação da coleta seletiva no município	Existe coleta seletiva?	Se sim, 1, se não, 0.	Positiva	IBGE Cidades
Taxa de cobertura vegetal nativa	Percentual de área coberta por vegetação natural.	$\frac{\text{Área com cobertura vegetal}}{\text{Área total}}$, se igual ou maior que 20% de cobertura vegetal, 1, se menor, 0.	Deve apresentar no mínimo 20% de cobertura vegetal	Positiva	SIMACaatinga
Tratamento de esgotos	Avalia a existência de um sistema de tratamento de esgotos.	Existe sistema de tratamento de esgotos?	Se sim, 1, se não, 0.	Positiva	SNIS
Índice de Qualidade da Água	Avalia a qualidade da água bruta.	Produtório ponderado de nove parâmetros $\prod_{i=1}^n q_i^{W_i}$. Se igual ou maior que 36, 1, se menor, 0.	O IQA deve ser igual ou maior que 36.	Positiva	APAC
Índice de Perdas na distribuição de água	Volume percentual de água desperdiçado durante a distribuição.	Volume de entrada - Volume consumido. Se igual ou menor que 15, 1, se maior, 0.	O índice de perda aceitável deve ser igual ou menor que 15%.	Negativa	SNIS

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.5.4 Descrição dos Indicadores da Dimensão Institucional

Esta dimensão apresenta indicadores relativos às respostas de governo e da sociedade quanto a implantação da sustentabilidade hídrica. Para tanto, de acordo com a literatura, serão apresentadas as definições, e a partir dela, estabelecidos os níveis de referência para cada um dos indicadores propostos (Quadro 22).

4.5.4.1 Despesas com gestão ambiental

Em virtude das crescentes ameaças relacionadas à degradação ambiental, nas últimas décadas, têm crescido a preocupação em se analisar os gastos ambientais, como forma de avaliar sua dinâmica e a efetividade da política ambiental, Tridapalli et al. (2011). Os referidos autores explicam que o Estado pode implementar uma política ambiental, utilizando um conjunto de instrumentos que combinam ações de comando e controle - tais como normas e legislações, zoneamentos, licenciamentos e fiscalização - e ações econômicas - tais como taxas, impostos, permissões negociáveis de utilização, créditos subsidiados, isenções de impostos e outras facilidades contábeis para efeito da redução da carga fiscal. E uma destas leis que pode colaborar com a política ambiental é a Lei de Responsabilidade Fiscal, nº101/2000 (BRASIL, 2000), que no artigo 52, explicita que no Relatório Resumido de Execução Orçamentária serão demonstradas as despesas por função e subfunção, conforme determina a Portaria nº42/1999 (BRASIL, 1999), favorecendo a análise e o acompanhamento dos gastos públicos no Brasil.

De acordo com a Portaria nº 42/1999, a despesa pública é classificada por funções e subfunções. Segundo seu artigo 1, parágrafo 1, deve-se entender como função, o maior nível de agregação das diversas áreas de despesa que competem ao setor público. Já a subfunção, parágrafo 3, representa uma partição da função, visando agregar determinado subconjunto de despesa do setor público. Neste sentido, de acordo com esta Portaria, a função Gestão Ambiental agrega as subfunções: Preservação e Conservação Ambiental; Controle Ambiental; Recuperação de Áreas Degradadas; Recursos Hídricos e Meteorologia. Segundo Moura et al. (2017), esta função abrange o conjunto de ações desenvolvidas para a proteção de recursos naturais.

Carneiro, Moura e Gouveia Neto (2013) investigaram o perfil da aplicação na função de despesa com Gestão Ambiental nos municípios do estado de Rondônia. Considerando que

apenas 6% dos municípios no Brasil têm secretarias exclusivas de meio ambiente e que 32% não tem nenhum órgão para cuidar do meio ambiente, observaram que os gastos com gestão ambiental não é uma prioridade, algo preocupante, haja vista que é através dela que se pode inferir o quanto os gestores estão preocupados com o meio ambiente.

De acordo com o entendimento das Leis de Responsabilidade Fiscal e de Diretrizes Orçamentárias, a gestão ambiental não é uma função considerada de investimento obrigatório, portanto, não existe um valor limite ou mínimo para sua execução. Neste sentido, cabe avaliar este indicador com base nos valores disponibilizados pelos municípios, ou seja, considerando as aplicações reais. Já que se entende que o gestor não tem obrigação de dispor de um valor específico para esta função, e, portanto, ao investir nesta, subentende-se que demonstra preocupação com as demandas ambientais e financia algumas ações de preservação, recuperação, conservação do meio ambiente e dos recursos hídricos.

4.5.4.2 Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica é a unidade de implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e de formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (COBHs). É no âmbito da bacia hidrográfica que é possível colocar em prática o fundamento de que a gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada e participativa. E é por meio do comitê de bacia que se dá a descentralização das decisões envolvendo os usuários da água, a sociedade civil organizada e o poder público que atua nessas bacias (ANA, 2013). Além disso, é a instância – base tanto para aprovação do Plano de Bacia Hidrográfica, quanto dos demais instrumentos da PNRH, pois é nele que são tomadas as decisões referentes à bacia e aos usos da água (ANA, 2017a). Esta configuração busca atingir os objetivos da PNRH, que resumidamente visam: assegurar água em quantidade e qualidade adequada aos respectivos usos; promover o uso racional dos recursos hídricos; atuar na prevenção contra eventos hidrológicos e incentivar a captação e o armazenamento de águas pluviais.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas, ou parlamento das águas, são fóruns de decisão política no âmbito de cada bacia hidrográfica que além de contar com a participação de todos os atores sociais relevantes na gestão das águas têm como principais atribuições: arbitrar em primeira instância administrativa os conflitos pelo uso da água; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das

obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo; e aprovar o plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica. Deste modo, é por meio dos comitês de bacias que o Estado brasileiro e os cidadãos se aproximam numa relação de negociação para melhor gerenciar e diminuir os conflitos sobre os recursos hídricos locais (ANA, 2017b). Com a formação de um COBH subentende-se que há uma gestão que visa a promoção do desenvolvimento da bacia hidrográfica.

4.5.4.3 Cobrança pelo uso dos recursos hídricos

A cobrança é um instrumento de gestão de recursos hídricos, assim como o são o plano de recursos hídricos, o enquadramento, a outorga de direito de uso e o sistema de informações sobre recursos hídricos, que são utilizados para atingir os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (ANA, 2014). Para Assis, Ribeiro e Moraes (2018) a cobrança é um dos instrumentos de gestão de maior grau de complexidade da PNRH, e o único que possui caráter econômico e cuja implantação é uma iniciativa dos comitês em atuação na bacia hidrográfica.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, ou seja, da água bruta, reconhece a água como um recurso natural limitado dotado de valor econômico. Ela tem por objetivo dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água; e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos, visando: reduzir o desperdício; regular a oferta e a demanda; e gerar recursos financeiros para servir de investimento na própria bacia (SRH/PE, 2010; ANA, 2014; ANA, 2017a).

A cobrança é considerada um preço público, que é fixado a partir de um pacto entre os usuários de água, as organizações civis e os poderes públicos presentes no Comitê de Bacia Hidrográfica, sendo os valores aprovados pelo respectivo conselho de recursos hídricos, que deve levar em conta os programas existentes e a capacidade de pagamento dos usuários (ANA, 2014). Esse preço visa a remunerar o uso de um bem público – a água – por um particular. Por ela só pagando os usuários outorgáveis, ou seja, aqueles que utilizam quantidades expressivas de água dos rios, barragens ou lençóis subterrâneos. Sendo os valores arrecadados aplicados prioritariamente na bacia em que foram gerados, tendo no plano de recursos hídricos o instrumento para nortear a aplicação dos recursos (ANA, 2017c).

Instituir a cobrança é primordial para o uso otimizado da água. Todavia, o estado de Pernambuco ainda não implementou a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas águas de seu domínio, uma vez que ainda não foram cumpridos alguns pontos fundamentais, tais como: a regulamentação da lei, a regularização/cadastramento de usuários e a aprovação dos planos de investimento pelos respectivos comitês de bacias (SRH/PE, 2010).

4.5.4.4 Plano de Recursos Hídricos para Bacia Hidrográfica

Os Planos de Recursos Hídricos – PRH, ou Planos de Bacia Hidrográfica, são instrumentos de planejamento que servem para orientar a atuação dos gestores e da sociedade no que diz respeito ao uso, recuperação, proteção, conservação e desenvolvimento dos recursos hídricos. Segundo a Lei das Águas (Lei nº 9.433/97), os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a gestão das águas através de diretrizes de usos dos recursos hídricos e medidas correlatas (ANA, 2013).

O PRH tem como principal característica integrar e articular todos os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, além de orientar as ações de gestão integrada e compartilhada dos usos multissetoriais dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Assim, o Plano de Bacia estabelece as diretrizes para a definição das metas de qualidade da água (enquadramento dos corpos de água); aponta as prioridades para outorga de direito de uso; estabelece as diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso de recursos hídricos; tudo com base em um sistema de informações (ANA, 2013).

O PRH também é considerado um instrumento para orientar o desenvolvimento do território. Segundo a ANA (2017c), quando construído para a bacia hidrográfica, deve-se agregar em um único instrumento os anseios das diferentes políticas setoriais, atendendo às particularidades desse território, de ordem social, cultural, ambiental e econômica. Assim, os planos são elaborados tendo em vista a construção de cenários que levam em conta as perspectivas de desenvolvimento da região.

Além disso, pressupõem a existência de um conjunto de ações não diretamente de responsabilidade do sistema de recursos hídricos, mas que tem implicações sobre a quantidade

e qualidade das águas, tais como: tratamento de esgotos, reflorestamento, proteção de nascentes, controle de erosão e poluição, preservação de áreas de recarga de aquíferos, obras de infraestrutura hídrica, etc, demonstrando a necessidade de interdependência entre os PRHs e demais políticas setoriais (ANA, 2017c). Assim, ter um Plano de Bacia Hidrográfica significa ter uma orientação na tomada de decisões para a construção de cenários cada vez melhores.

Quadro 22 - Quadro resumo com os níveis de referência científicos dos indicadores da dimensão institucional.

DIMENSÃO INSTITUCIONAL					
Indicador	Descrição	Fórmula	Níveis de referência científicos	Tipo de Relação (Positiva ou Negativa)	Fonte dos dados
Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica	Avalia se foi formado o Comitê de Bacia Hidrográfica.	Foi formado o Comitê de Bacia do rio Capibaribe?	Sim = 1 Não = 0	Positiva	APAC
Despesas com gestão ambiental	Avalia a existência de recursos financeiros para gestão ambiental no município.	Valor em real (R\$) disponibilizado por ano para gestão ambiental no município. Se igual ou maior que o valor mínimo disponibilizado, 1, se menor, 0.	Apresentar qualquer valor (em reais) acima de zero.	Positiva	FINBRA
Plano de Recursos Hídricos para Bacia Hidrográfica	Avalia a existência do Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica.	Existe um Plano de Recursos Hídricos para a bacia do rio Capibaribe?	Sim = 1 Não = 0	Positiva	ANA
Cobrança pelo uso dos recursos hídricos	Avalia se foi implementada a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.	O instrumento de cobrança pelo uso da água é aplicado?	Sim = 1 Não = 0	Positiva	ANA

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.6 Análise sobre a construção dos índices por indicador

Para executar a aplicação do modelo, foi necessário coletar os dados sobre cada um dos indicadores, para nove municípios do Alto Curso do rio Capibaribe – PE, e para dois períodos distintos, 2000 e 2010, anos de recenseamento da população brasileira pelo IBGE. Esse procedimento foi necessário para que se pudesse avaliar o desempenho dos indicadores no período. Além disso, os dados dos nove municípios só foram necessários para aplicação do Modelo Tradicional (MT) de obtenção dos níveis de sustentabilidade de um território, que é caracterizado pela utilização dos limites máximos e mínimos para cada indicador dentro de uma amostra. Os limites encontrados entre os municípios para o referido período podem ser visualizados no Quadro 23.

Quadro 23 - Níveis de referência utilizados no Modelo Tradicional para os anos 2000 e 2010.

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO							
DIMENSÕES	TEMAS	INDICADORES	PESOS	Níveis de referência – MT/2000		Níveis de referência – MT/2010	
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário	0,923	88,6	3,2	87,4	11,3
		Acesso ao sistema de abastecimento de água	1,000	86,3	0,4	95,2	2,9
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais)	0,808	28,1	1,1	56,5	10,7
	População	Taxa de crescimento da população	0,308	7,4	-1,8	2,3	-0,8
		Taxa de urbanização	0,076	96,9	10,7	97,7	12,2
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil	0,308	72,7	36,3	32,5	17,9
		Expectativa de vida ao nascer	0,154	70,3	62	73,4	68,2
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia)	0,885	213	13	84	7
		Despesa com saúde	0,154	48,2	2,7	63,6	29,7
	Educação	Taxa de alfabetização	0,076	74,4	54,1	79,4	64,6
	Distribuição de renda	Índice de Gini	0,308	0,64	0,45	0,52	0,42

ECONÔMICA	PIB	Rendimento per capita (PIB per capita)	0,164	2.039,83	1.221,38	8.050,66	4.211,84	
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal	0,364	0	0	0	0	
		Água outorgada para irrigação	0,636	0	0	0	0	
		Água outorgada para o abastecimento humano	1,000	12 * 10 ⁶	0	12 * 10 ⁶	0	
		Água outorgada para indústria	0,636	0	0	41.245	0	
	Consumo	Consumo per capita de energia elétrica	0,200	690,6	151,4	1.096	313,5	
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial	0,313	103 * 10 ⁶	3 * 10 ⁶	304 * 10 ⁶	12 * 10 ⁶	
		Disponibilidade de água subterrânea	0,313	245.280,0	15.330,0	270.830	17.374	
		Disponibilidade de água per capita	0,313	477,5	41,4	1.291	110,9	
		Demanda de água	0,490	8 * 10 ⁶	458441,0	7 * 10 ⁶	436827	
		Índice de perdas na distribuição de água	0,183	79	25,1	81,5	51,2	
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo	0,104	100	77,8	100	98	
		Destino final do lixo	0,052	Lixão = 0 Aterro = 1		Lixão = 0 Aterro = 1		
		Coleta seletiva do lixo	0,017	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0		
		Tratamento de esgotos	0,490	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0		
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água	0,490	75	66	84	73	
		Taxa de cobertura vegetal	0,235	100	50	97,8	50,6	
	INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica	0,830	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0	
			Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica	0,830	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0	
Cobrança pelo uso dos recursos hídricos			0,330	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0		
Gestão dos recursos financeiros		Despesas com gestão ambiental	0,01	0	0	29250	0	

Fonte: Elaboração própria (2019)

Para que os resultados obtidos pelo modelo tradicional fossem comparados aos resultados obtidos pelo modelo aqui desenvolvido, denominado modelo com Níveis de Referência Científicos (NR), que nesta perspectiva é aquele que utiliza os limites científicos que devem ser alcançados para se chegar ao desenvolvimento sustentável, foram utilizados os níveis de referência com base em documentos técnicos-científicos conforme Quadro 24.

Quadro 24 - Níveis de referência do Modelo com Níveis de Referência Científicos para os anos 2000 e 2010.

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO							
DIMENSÕES	TEMAS	INDICADORES	PESOS	Níveis de referência – NR/2000		Níveis de referência – NR/2010	
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário	0,923	100	0,0	100	0,0
		Acesso ao sistema de abastecimento de água	1,000	100	0,0	100	0,0
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais)	0,808	100	0,0	100	0,0
	População	Taxa de crescimento da população	0,308	≤ 0,117		≤ 0,468	
		Taxa de urbanização	0,076	≥ 51		≥ 51	
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil	0,308	≤ 12‰		≤ 12‰	
		Expectativa de vida ao nascer	0,154	≥ 64,6 anos		≥ 70,4 anos	
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia)	0,885	≤ Q ₃ (Frequência esperada)		≤ Q ₃ (Frequência esperada)	
		Despesa com saúde	0,154	≥ 15%		≥ 15%	
	Educação	Taxa de alfabetização	0,076	100	0,0	100	0,0
	Distribuição de renda	Índice de Gini	0,308	1	0	1	0
	ECONÔMICA	PIB	Rendimento per capita (PIB per capita)	0,164	Taxa de crescimento ≥ 7%		Taxa de crescimento ≥ 7%
Outorga da água		Água outorgada para o abastecimento animal	0,364	Volume de água outorgada ≤ ao volume máximo outorgável		Volume de água outorgada ≤ ao volume máximo outorgável	
		Água outorgada para irrigação	0,636				

		Água outorgada para o abastecimento humano	1,000				
		Água outorgada para indústria	0,636				
	Consumo	Consumo per capita de energia elétrica	0,200	Se houver consumo = 1	Se houver consumo = 1		
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial	0,313	Volume médio $\geq Q_{90}$	Volume médio $\geq Q_{90}$		
		Disponibilidade de água subterrânea	0,313	Volume \geq demanda para abastecimento humano e animal	Volume \geq demanda para abastecimento humano e animal		
		Disponibilidade de água per capita	0,313	$\geq 1700\text{m}^3/\text{hab.}/\text{ano}$	$\geq 1700\text{m}^3/\text{hab.}/\text{ano}$		
		Demanda de água	0,490	Demanda $\leq 20\%$ do volume médio	Demanda $\leq 20\%$ do volume médio		
		Índice de perdas na distribuição de água	0,183	$\leq 15\%$	$\leq 15\%$		
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo	0,104	100	0,0	100	0,0
		Destino final do lixo	0,052	Lixão = 0 Aterro = 1		Lixão = 0 Aterro = 1	
		Coleta seletiva do lixo	0,017	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0	
		Tratamento de esgotos	0,490	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0	
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água	0,490	Deve ser ≥ 36		Deve ser ≥ 36	
Taxa de cobertura vegetal		0,235	Deve ser $\geq 20\%$		Deve ser $\geq 20\%$		
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica	0,830	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0	
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica	0,830	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0	
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos	0,330	Sim = 1 Não = 0		Sim = 1 Não = 0	
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental	0,01	Se houver consumo = 1		Se houver consumo = 1	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Ao comparar os níveis utilizados pelos modelos, percebe-se que no Modelo Tradicional (MT), para cada ano avaliado, existem diferentes níveis de referência, exceto para os indicadores com respostas tipo Sim ou Não, que são os mesmos independente do modelo. Já no Modelo com Níveis de Referência Científicos (NR), observa-se um padrão a ser alcançado para cada um dos indicadores, independente do ano analisado. Deste modo, tem-se

neste modelo uma alternativa para estabelecer o Nível de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido de qualquer município desta região.

De posse dos dados de cada município, foi preciso normalizar os valores encontrados para índices entre 0 e 1, para fins de comparação, haja vista que cada indicador apresenta uma unidade de medida diferente. Para isso, foram aplicadas as equações de positividade e negatividade da ONU (Equações 1 e 2). A escolha da equação levou em consideração a seguinte análise: se um aumento no valor do indicador resultar em melhoria do sistema, a relação é positiva, caso contrário, se o aumento no valor resultar em regressão do sistema tem-se uma relação negativa. Aplicando-se as equações, obteve-se um valor entre 0 e 1, que multiplicado ao peso sugerido, gerou um índice ponderado por indicador para os dois modelos. Cada índice gerado pode ser classificado quanto ao nível de sustentabilidade socioeconômico e hidroambiental atingido, se insustentável, baixa sustentabilidade, média sustentabilidade, sustentabilidade aceitável ou sustentabilidade ideal (Tabela 3).

Tomando-se como exemplo o indicador acesso ao sistema de esgotamento sanitário (Quadro 25), notou-se que mesmo aplicando a mesma equação (para ambos os modelos utilizados), os resultados apresentaram diferenças. Tais diferenças ocorreram em virtude da determinação de diferentes níveis de referência para cada modelo. No modelo tradicional, os valores máximos e mínimos foram àqueles encontrados na amostra. No modelo com níveis de referência, o valor máximo foi 100% dos domicílios e o mínimo 0 (zero), tendo como base na ideia de universalização do sistema de esgotamento sanitário. Com isso, foi possível perceber que no modelo tradicional a sustentabilidade ideal foi atingida com 80% ou 87% de domicílios atendidos com esgotamento. No modelo com níveis de referência, a sustentabilidade ideal também foi atingida, mas o valor do índice não atingiu o máximo, 1, o que significa que o sistema ainda deve melhorar, para que todos possam ser atendidos. Esta análise sem os pesos é adequada para avaliação individualizada dos indicadores, e para auxiliar a gestão quanto aos indicadores que precisam de mais atenção.

Em relação ao nível de sustentabilidade dos municípios, para o indicador esgotamento sanitário (Quadro 25), no ano 2000, em ambos os modelos, a classificação foi a mesma, exceto para o município de Surubim, que no modelo tradicional apresentou sustentabilidade aceitável e no modelo com níveis de referência, foi classificado como média sustentabilidade. No ano 2010, dos nove municípios, dois tiveram mudanças de classificação em relação ao modelo utilizado, foram eles: Casinhas e Toritama. Estes municípios, que no modelo

tradicional apresentaram uma sustentabilidade ideal passaram, no modelo com níveis de referência, para uma sustentabilidade aceitável. Os resultados com base nos níveis de referência se mostraram mais realistas, visto que o valor científico que se deseja alcançar reflete em todos os domicílios, e com este resultado vê-se que é preciso investir mais na promoção do saneamento básico para assim poder alcançar a todos.

Quadro 25 - Índice do indicador acesso ao sistema de esgoto sanitário pelo modelo tradicional e com níveis de referência.

MUNICÍPIOS	(% de domicílios na zona urbana com esgotamento)		Modelo Tradicional		Modelo Níveis de Referência	
	ACESSO AO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO		ESGOTAMENTO		ESGOTAMENTO	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
CASINHAS	44	73	0,478	0,811	0,440	0,730
FREI MIGUELINHO	9,7	38,5	0,076	0,357	0,097	0,385
SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	80,8	87,4	0,909	1,000	0,808	0,874
SANTA MARIA DO CAMBUCÁ	30,9	49,2	0,324	0,498	0,309	0,492
SURUBIM	66,8	71,4	0,745	0,790	0,668	0,714
TAQUARITINGA DO NORTE	40,3	53,1	0,434	0,549	0,403	0,531
TORITAMA	88,6	80	1,000	0,903	0,886	0,800
VERTENTE DO LÉRIO	3,2	11,3	0,000	0,000	0,032	0,113
VERTENTES	15,6	43	0,145	0,417	0,156	0,430
FONTE DOS DADOS	Censo IBGE	Censo IBGE*	Dados do autor		Dados do autor	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Considerando os pesos atribuídos para cada indicador pelos especialistas, outros resultados puderam ser observados (Quadro 26). Comparando –se aos valores dos índices sem os pesos, todos os municípios apresentaram uma redução nos valores dos índices quando utilizados os pesos, e, portanto, muitos alteraram sua classificação nos níveis de sustentabilidade. Essa redução se deve a determinação do grau de importância, e estes resultados não devem determinar a classificação dos indicadores, isoladamente, pois muitas vezes, em virtude da baixa importância do indicador, mesmo que este atinja o nível desejado, vai apresentar uma classificação insatisfatória. Portanto, a utilização de pesos é relevante apenas para obtenção dos índices das dimensões e o geral.

Quadro 26 - Índice ponderado do indicador acesso ao sistema de esgoto sanitário pelo modelo tradicional e com níveis de referência.

MUNICÍPIOS	(% de domicílios na zona urbana com esgotamento)		Modelo Tradicional (MT/CP)		Modelo Níveis de Referência (NR/CP)	
	ACESSO AO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO		ESGOTAMENTO		ESGOTAMENTO	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
CASINHAS	44	73	0,441	0,748	0,406	0,674
FREI MIGUELINHO	9,7	38,5	0,070	0,330	0,090	0,355
SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	80,8	87,4	0,839	0,923	0,746	0,807
SANTA MARIA DO CAMBUCÁ	30,9	49,2	0,299	0,460	0,285	0,454
SURUBIM	66,8	71,4	0,687	0,729	0,617	0,659
TAQUARITINGA DO NORTE	40,3	53,1	0,401	0,507	0,372	0,490
TORITAMA	88,6	80	0,923	0,833	0,818	0,738
VERTENTE DO LÉRIO	3,2	11,3	0,000	0,000	0,030	0,104
VERTENTES	15,6	43	0,134	0,384	0,144	0,397

Fonte: Elaboração própria (2019). Dados: Censo IBGE (2000-2010).

Deste modo, de posse dos índices dos indicadores de cada município, foram determinados os índices das dimensões e o geral, para os dois períodos pré-estabelecidos. Para tanto, com os índices ponderados por indicador, procedeu-se ao somatório destes para determinar os valores de cada tema. De posse dos resultados dos temas, foram calculados os índices das dimensões, dado pela divisão do somatório dos temas pelo número de temas da dimensão. Já o índice geral, denominado Índice de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido (ISSHSAB), foi determinado pela divisão entre o somatório das dimensões e o número de dimensões.

4.7 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Casinhas – PE

Considerando o modelo construído com base nos níveis de referência estabelecidos, mediante a literatura científica, foi gerado para cada indicador um índice, o Índice NR (Quadro 27). A análise destes índices permitiu identificar a classificação do nível de sustentabilidade alcançada para cada indicador.

Avaliando os indicadores da dimensão social do município de Casinhas – PE, no ano 2000, percebe-se que dos 11 indicadores, três alcançaram uma sustentabilidade ideal: taxa de crescimento da população, doenças por veiculação hídrica e despesa com saúde. Isto significa respectivamente, que o município teve uma redução do crescimento da população, apresentou queda no número de casos de doenças por veiculação hídrica, bem como, atendeu ao valor

mínimo que deve ser disponibilizado para a área de saúde. O indicador taxa de alfabetização alcançou a média sustentabilidade e os demais indicadores, obtiveram as classificações mais baixas entre os níveis de sustentabilidade. Já no ano 2010, observou-se uma mudança positiva em relação ao nível de sustentabilidade em alguns indicadores: aumentou o acesso da população ao esgotamento sanitário e ao abastecimento de água, bem como aumentou a taxa de alfabetização; houve uma redução na desigualdade social, percebida pelo índice de Gini e mantiveram-se ideais o crescimento da população e a despesa com saúde. Por outro lado, o indicador doenças por veiculação hídrica apresentou um nível insustentável, visto que o número de casos aumentou em relação ao esperado na curva epidemiológica. Os demais indicadores, apresentaram níveis insustentáveis.

De posse dos índices com níveis de referência (índice NR), foi possível calcular os índices ponderados (índice NR/CP). Para tanto, multiplicou-se os valores obtidos no índice NR, pelo peso do indicador correspondente. Este procedimento foi realizado para obtenção dos índices das dimensões do modelo. No município de Casinhas – PE, os resultados do índice da dimensão social foram: em 2000, 0,393, e em 2010, 0,446. Apesar do aumento no valor do índice da dimensão, não houve mudança no nível da sustentabilidade alcançada, que permaneceu como baixa.

Na dimensão econômica, no ano 2000, dos seis indicadores, cinco alcançaram a sustentabilidade ideal, e apenas a renda *per capita*, apresentou-se insustentável. Nesta dimensão, a taxa de crescimento da renda foi inferior ao estabelecido nas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis para 2030, que é de um crescimento anual mínimo de 7%. No entanto, no ano 2010, essa taxa foi alcançada, permitindo alcançar a sustentabilidade ideal, assim como os demais indicadores da dimensão. Neste sentido, os índices da dimensão econômica para o município de Casinhas – PE, em 2000 e 2010 foram respectivamente: 0,945 e 1,000. Esta dimensão, portanto, alcançou a sustentabilidade ideal.

Na dimensão ambiental, observou-se que dos 11 indicadores, no ano 2000, quatro alcançaram a sustentabilidade ideal, foram eles: disponibilidade de água superficial, demanda de água, Índice de Qualidade da Água e taxa de cobertura vegetal. O indicador acesso à coleta de lixo alcançou a sustentabilidade aceitável e os demais foram considerados insustentáveis. No ano 2010, além dos indicadores acima citados, o indicador acesso a coleta de lixo tornou-se ideal. E os demais, continuaram insustentáveis. O indicador disponibilidade de água subterrânea, não foi capaz de atender a demanda para abastecimento humano e dessedentação

de animais em caso de estiagem; a disponibilidade *per capita* está abaixo do que é considerado ideal pela ONU (1.700m³/hab/ano); o índice de perdas na distribuição de água, está acima do ideal, que é de 15%; o destino do lixo continua sendo o lixão e não há coleta seletiva, portanto, não cumprem os requisitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos; além disso, também não há tratamento de esgotos. Todos estes aspectos precisam de maior atenção, isso inclui o desenvolvimento de políticas públicas para melhoria das condições socioambientais.

Para a dimensão ambiental, o município de Casinhas – PE apresentou, no ano 2000, no modelo com níveis de referência, um índice de 0,536 e no ano 2010, 0,544. Os resultados mostram um aumento do índice no período, evidenciando alguma melhoria nos indicadores observados. Contudo, este aumento não promoveu uma mudança na classificação do nível de sustentabilidade, que permaneceu na faixa considerada média. É possível observar que para alcançar um melhor resultado, deve-se investir nos seguintes indicadores: disponibilidade de água subterrânea e *per capita*, no índice de perdas na distribuição, no destino e na coleta seletiva do lixo, bem como no tratamento de esgotos.

Quanto à dimensão institucional, dos quatro indicadores, observou-se que no ano 2000, nenhum atendeu aos critérios estabelecidos, mas no ano de 2010, dois indicadores conseguiram alcançar uma sustentabilidade ideal, foram eles: a implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica e o Plano de Recursos Hídricos para a bacia hidrográfica. Estas ações configuram melhoria para toda a bacia hidrográfica, portanto, atinge todos os municípios nela inseridos. Os demais indicadores, seguem na classificação insustentáveis. No nível de bacia, percebe-se que é preciso estabelecer a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e no âmbito municipal, é preciso investir na gestão ambiental.

Avaliando conjuntamente os indicadores, foram obtidos os índices da dimensão institucional, que em 2000 foi de 0,000, e em 2010 foi de 0,830. Diante deste, evidencia-se um aumento considerável no valor do índice, tanto que influenciou numa mudança de classificação da dimensão, que passou de insustentável para sustentabilidade ideal.

4.7.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Casinhas - PE

Ao avaliar os índices gerados pelo modelo tradicional, nos anos 2000 e 2010, para cada um dos indicadores da dimensão social, foi possível inferir que ao considerar na construção do índice valores máximos e mínimos da amostra, alguns indicadores atingiram uma sustentabilidade ideal, sem considerar a totalidade no atendimento, como nos indicadores de acesso aos sistemas de esgotamento sanitário e de água em 2010. Estes indicadores, por exemplo, no Modelo Tradicional (MT), apresentaram respectivamente os seguintes índices: 0,811 e 0,823, e no Modelo com Níveis de Referência (MNR) alcançaram, 0,730 e 0,789, assim, modificaram a classificação do município quanto ao nível de sustentabilidade alcançada (Quadro 27), porque no MNR, o valor máximo a ser alcançado é a universalidade dos domicílios.

Na dimensão econômica, ao considerar os parâmetros encontrados na amostra, nos anos 2000 e 2010, o MT mostrou que todos os indicadores são insustentáveis. Já com a determinação dos níveis de referência, observou-se que apenas um não alcançou a meta estabelecida no ano 2000, mas em 2010 todas as metas foram alcançadas, o que permitiu que todos os indicadores fossem classificados como sustentabilidade ideal.

Na dimensão ambiental, encontraram-se divergências na classificação de alguns indicadores, foram eles: disponibilidade *per capita* e Índice de Qualidade de Água (IQA). No Modelo Tradicional (MT), a disponibilidade *per capita* alcançou a sustentabilidade ideal, no entanto, no MNR, de acordo com o mínimo *per capita* estabelecido para uma situação confortável (1.700m³/hab./ano), apresentou uma situação de insustentabilidade para os dois períodos analisados (2000 e 2010). O IQA, no Modelo com Níveis de Referência (MNR) levou em consideração o valor mínimo aceitável pela classificação da SABESP, 36, assim, valores iguais ou maiores estariam dentro do esperado. Por isso, nos dois períodos analisados a qualidade da água atingiu a sustentabilidade ideal. Já considerando os dados do MT, este mesmo valor foi considerado insustentável nos dois períodos.

Comparando-se os resultados dos índices das dimensões, obtidos pelo modelo tradicional com pesos (MT/CP) e pelo modelo com níveis de referência com pesos (MNR/CP), observou-se que na dimensão social, no ano 2000, os resultados foram respectivamente, 0,326 e 0,393. Apesar do MNR/CP ter sido maior do que o MT/CP, ambos permaneceram na classe denominada baixa sustentabilidade. Já em 2010, os índices foram

respectivamente, 0,578 e 0,446. Devido às metas estabelecidas pelo MNR/CP, os valores divergiram. Este modelo exigiu melhores resultados, e acabou impactando na classificação em comparação ao MT/CP. Assim, no MT/CP o município apresentou média sustentabilidade e no MNR/CP, continuou na baixa sustentabilidade, embora tenha apresentado uma melhoria quando comparado aos valores de 2000. O que provocou um índice menor no MNR/CP foi o indicador doenças por veiculação hídrica. Na dimensão social, este é o terceiro indicador mais importante, e no ano 2010, por ter apresentado um número de casos acima do esperado, não alcançou a sustentabilidade ideal, o que influenciou no resultado.

Para o município de Casinhas - PE, a dimensão econômica foi considerada insustentável no modelo tradicional com pesos. Já no modelo níveis de referência com pesos, o município alcançou a sustentabilidade ideal. Nele, a maioria dos indicadores alcançaram as metas estabelecidas. O valor outorgado foi abaixo do valor disponível para outorga, o consumo de energia foi o ideal por habitante, e o rendimento *per capita* teve o aumento de no mínimo 7% anual, como estabelecido nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentáveis para 2030 (ONUBr, 2018).

Na dimensão ambiental, os índices, para 2000 e 2010, do modelo tradicional com pesos foram de 0,451 e 0,497, já no modelo com níveis de referência, foram de 0,536 e 0,544. Com base nestes resultados, percebe-se que no primeiro modelo, a classificação da dimensão foi baixa sustentabilidade, e no segundo, a classificação foi média sustentabilidade. Nesta dimensão, o IQA como um dos indicadores mais valorizados, foi o que promoveu esta discrepância nos resultados. Já na dimensão institucional os índices obtidos foram: 0,000 no ano 2000 e 0,830, no ano de 2010, para ambos os modelos utilizados. Isso foi possível porque nesta dimensão, para todos os indicadores, a forma de obtenção do índice foi binária, 0 ou 1, para as respostas do tipo sim ou não.

Por fim, considerando que o Índice de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido, o ISSHSAB, em 2000 e 2010, foram de 0,194 e 0,476 no modelo tradicional com pesos, e de 0,469 e 0,705 no modelo níveis de referência com pesos. Observa-se que ambos os modelos alteraram sua classificação para melhor: no primeiro, foi de insustentável para baixa sustentabilidade e no segundo, foi de baixa para média sustentabilidade, indicando uma melhoria no alcance de metas em ambos os modelos. Contudo, vale ressaltar que os resultados do modelo níveis de referência com pesos, mostraram-

se mais realistas, pois levam em consideração diversas metas científicas que devem ser atingidas para se alcançar a sustentabilidade ideal diante dos indicadores do modelo.

Considerando os municípios circunvizinhos, Casinhas – PE demonstrou baixo desempenho no MT, já no modelo NR, alcançou a média sustentabilidade, o que mostra um bom desempenho quando levado em consideração as metas científicas. Neste ínterim, evidencia-se que a depender do elemento de comparação a ser empregado, os resultados dos níveis de sustentabilidade por município podem variar drasticamente. Daí a importância em se analisar todos os métodos possíveis e determinar aquele que pode representar melhor o nível de desenvolvimento do município e suas peculiaridades.

Quadro 27 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Casinhas – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.

Casinhas – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010					
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário (%)	0,923	44	0,478	0,441	0,440	0,406	73	0,811	0,748	0,730	0,674
		Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)	1,000	3,6	0,037	0,037	0,036	0,036	78,9	0,823	0,823	0,789	0,789
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais) (%)	0,808	1,1	0,000	0,000	0,011	0,009	10,7	0,001	0,001	0,107	0,086
	Σ Acesso*				0,515	0,478	0,487	0,451	*	1,635	1,572	1,626	1,549
	População	Taxa de crescimento da população (%)	0,308	-1,8	1,000	0,308	1,000	0,308	0,3	0,645	0,199	1,000	0,308
		Taxa de urbanização (%)	0,076	10,7	0,000	0,000	0,000	0,000	12,2	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ População*				1,000	0,308	1,000	0,308	*	0,645	0,199	1,000	0,308
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil (%)	0,308	71,5	0,033	0,010	0,000	0,000	32,5	0,000	0,000	0,000	0,000
		Expectativa de vida ao nascer (anos)	0,154	62,2	0,024	0,004	0,000	0,000	68,2	0,000	0,004	0,000	0,000
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia) (n°)	0,885	52	0,805	0,712	1,000	0,885	13	0,922	0,816	0,000	0,000
		Despesa com saúde (%)	0,154	38,4	0,280	0,043	1,000	0,154	43,8	0,416	0,064	1,000	0,154
	Σ Saúde*				1,142	0,769	2,000	1,039	*	1,338	0,884	1,000	0,154
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	0,076	57,2	0,151	0,011	0,572	0,043	68,6	0,267	0,02	0,686	0,052
	Σ Educação*				0,151	0,011	0,572	0,04347	*	0,267	0,02	0,686	0,0521
	Distribuição de renda	Índice de Gini (0-1)	0,308	0,600	0,211	0,065	0,400	0,123	0,450	0,700	0,216	0,550	0,169
	Σ Distribuição de Renda*				0,211	0,065	0,400	0,123	*	0,700	0,216	0,550	0,169
ÍNDICE DIMENSÃO SOCIAL*				0,604	0,326	0,892	0,393	*	0,917	0,578	0,972	0,446	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Casinhas – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP
ECONÔMICA	PIB	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,164	1.221,38	0,000	0,000	0,000	0	4903,67	0,180	0,000	1,000	0,164
	Σ PIB <i>per capita</i> *				0,000	0,000	0,000	0,000	*	0,180	0,000	1,000	0,164
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal (m ³ /ano)	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364
		Água outorgada para irrigação (m ³ /ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
		Água outorgada para o abastecimento humano (m ³ /ano)	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000
		Água outorgada para indústria (m ³ /ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
	Σ Outorga*				0,000	0,000	4,000	2,636	*	0,000	0,000	4,000	2,636
	Consumo	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica (kwh/hab/ano)	0,200	151,4	0,000	0,000	1,000	0,200	313,5	0,000	0,000	1,000	0,200
	Σ Consumo*				0,000	0,000	1,000	0,200	*	0,000	0,000	1,000	0,200
ÍNDICE DIMENSÃO ECONÔMICA*				0,000	0,000	1,667	0,945	*	0,060	0,000	2,000	1,000	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Casinhas – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÕES	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010					
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial (m³/ano)	0,313	103 * 10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313	304*10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313
		Disponibilidade de água subterrânea (m³/ano)	0,313	40.880	0,111	0,035	0,000	0,000	67452	0,198	0,062	0,000	0,000
		Disponibilidade de água <i>per capita</i> (m³/hab/ano)	0,313	477,5	1,000	0,313	0,000	0,000	1291,06	1,000	0,313	0,000	0,000
		Demanda de água (m³/ano)	0,490	885.596	0,944	0,462	1,000	0,490	640726,5	0,97	0,475	1,000	0,490
		Índice de perdas na distribuição de água (%)	0,183	73	0,111	0,02	0,000	0,000	78,3	0,106	0,019	0,000	0,000
	Σ Recurso*				3,166	1,143	2,000	0,803	*	3,274	1,182	2,000	0,803
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo (%)	0,104	77,8	0,000	0,000	0,778	0,081	100	1,000	0,104	1,000	0,104
		Destino final do lixo (Local)	0,052	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000
		Coleta seletiva do lixo (Sim/Não)	0,017	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
		Tratamento de esgotos (Sim/Não)	0,490	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Controle de Resíduos*				0,000	0,000	0,778	0,081		1,000	0,104	1,000	0,104
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água (0-1)	0,490	66	0,000	0,000	1,000	0,49	73	0,000	0,000	1,000	0,49
		Taxa de cobertura vegetal (%)	0,235	94,9	0,898	0,211	1,000	0,235	91,5	0,867	0,204	1,000	0,235
	Σ Ambiente*				0,898	0,211	2,000	0,725	*	0,867	0,204	2,000	0,725
ÍNDICE DIMENSÃO AMBIENTAL*				1,355	0,451	1,593	0,536	*	1,714	0,497	1,667	0,544	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Casinhas – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010						
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Sim/Não)	0,330	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Política de Recursos Hídricos*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	2,000	1,660	2,000	1,660
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental (R\$)	0,010	0		0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Gestão de Recursos Financeiros*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	0,000	0,000	0,000	0,000
	ÍNDICE DIMENSÃO INSTITUCIONAL*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,000	0,830	1,000	0,830
ISSHSAB*					0,490	0,194	1,038	0,469	*	0,923	0,476	1,410	0,705	

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.8 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Frei Miguelinho – PE

Considerando os níveis de referência estabelecidos para o Semiárido, os índices calculados para cada indicador da dimensão social do município de Frei Miguelinho– PE, (Quadro 28), mostraram que no ano 2000, dos 11 indicadores da dimensão, apenas três atingiram a sustentabilidade ideal, foram eles: expectativa de vida ao nascer, doenças de veiculação hídrica e despesa com saúde. Os demais indicadores se situaram entre os níveis baixa e média sustentabilidade ou insustentáveis. Em 2010, além dos três supracitados, outros indicadores melhoraram sua classificação. O indicador acesso ao abastecimento de água foi classificado como sustentabilidade ideal, o índice de Gini passou de baixa para média sustentabilidade e o indicador acesso ao esgotamento sanitário evoluiu de insustentável para baixa sustentabilidade. Embora esta última não seja uma classificação satisfatória, é preciso destacar que houve melhorias neste campo.

O índice NR/CP da dimensão social, para o ano 2000, alcançou um valor de 0,297 e em 2010, 0,534. A melhoria nos indicadores considerados mais relevantes promoveu uma mudança na classificação da dimensão, que saiu da baixa para a sustentabilidade média.

Dos seis indicadores da dimensão econômica, os seis alcançaram uma sustentabilidade ideal no ano 2000, e mantiveram a classificação em 2010. Isto quer dizer que o crescimento da renda *per capita* tem alcançado os 7% ao ano, que a quantidade de água outorgada está dentro da vazão outorgável e que o consumo de energia está atendendo as necessidades humanas. Deste modo, o índice NR/CP da dimensão econômica foi 1,000 nos dois períodos analisados, portanto, atingiu a sustentabilidade ideal.

Na dimensão ambiental, dos 11 indicadores, cinco atingiram a sustentabilidade ideal tanto em 2000 quanto em 2010, foram eles: disponibilidade de água superficial, demanda de água, acesso à coleta de lixo, Índice de Qualidade de Água (IQA) e taxa de cobertura vegetal. Isto significa que a disponibilidade de água foi maior que a vazão regularizada com 90% de garantia, que a demanda foi menor que 20% da disponibilidade média anual, que todos os domicílios da zona urbana são atendidos pela coleta de lixo, que o IQA foi maior que o valor mínimo (36) e que o percentual de cobertura vegetal foi maior que 20%, que corresponde à reserva legal do Semiárido. Os demais indicadores foram considerados insustentáveis. Em virtude dos mesmos resultados para o período (2000/2010), os índices NR/CP da dimensão ambiental também foram os mesmos, 0,544, enquadra-se como média sustentabilidade.

Analisando a dimensão institucional, observou-se que dos quatro indicadores, no ano 2000, todos foram considerados insustentáveis, já no ano 2010, três alcançaram a sustentabilidade ideal, foram eles: implantação do comitê de bacia hidrográfica, plano de recursos hídricos para bacia hidrográfica e as despesas com gestão ambiental. Em 2010, o município aplicou um montante de 16.408,03 em gestão ambiental que contribuiu para alcançar uma sustentabilidade ideal para esta dimensão. Considerando o período analisado, observou-se um grande avanço nos resultados do ISSHSAB, pelo modelo NR/CP, que passou de 0,460 em 2000 para 0,728 em 2010, ou seja, foi de baixa para uma sustentabilidade aceitável neste período.

4.8.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Frei Miguelinho - PE

Comparando-se os resultados obtidos na dimensão social (Quadro 28), observa-se que os índices da dimensão social no modelo tradicional (MT/CP) foram de 0,260 em 2000 e de 0,528 em 2010. Já os índices no modelo com níveis de referência (NR/CP) foram de 0,297 em 2000 e de 0,534 em 2010. Estes resultados mostram que, nos dois modelos, no ano 2000, a sustentabilidade da dimensão foi baixa, mas em 2010, apresentou uma sustentabilidade média, ou seja, a mesma classificação.

Na dimensão econômica, os resultados dos índices da dimensão pelo MT/CP foram de 0,024 em 2000 e de 0,109 em 2010. No modelo NR/CP foi 1,000 em ambos os períodos analisados. Assim, de acordo com os níveis de referência estabelecidos, todos atingiram uma sustentabilidade ideal no modelo NR/CP, já no modelo MT/CP, em nenhum dos anos analisados os índices desta dimensão saíram da insustentabilidade.

Os principais resultados da dimensão ambiental mostram que, os índices desta dimensão no MT/CP foram de 0,485 em 2000 e de 0,453 em 2010, ambos na faixa considerada baixa sustentabilidade. Essa leve queda no índice foi resultado de um aumento das perdas na distribuição e da redução da taxa de cobertura vegetal. Os índices da referida dimensão no modelo NR/CP, foram em 2000 e em 2010 de 0,544. De acordo com os critérios estabelecidos, os indicadores que haviam alcançado a sustentabilidade ideal em 2000, mantiveram os resultados em 2010, o mesmo ocorreu com os indicadores considerados insustentáveis, ou seja, não houve muitos avanços no período.

Os índices obtidos para a dimensão institucional, no modelo MT/CP foram de 0,000 em 2000 e de 0,833 em 2010. No modelo NR/CP foram de 0,000 em 2000 e de 0,835 em 2010. De acordo com os resultados, esta dimensão passou de insustentável para sustentabilidade ideal em 10 anos, em virtude, especialmente, da implantação dos seguintes instrumentos para implantação da PNRH: o comitê de bacia hidrográfica e o plano de recursos hídricos da bacia.

De posse dos valores de cada dimensão, foi possível calcular o ISSHSAB. No modelo MT/CP para 2000, o índice foi de 0,192 e em 2010 foi de 0,481. Ou seja, passou de insustentável para uma baixa sustentabilidade. No modelo NR/CP, o ISSHSAB foi de 0,460 em 2000 e de 0,728 em 2010. Estes resultados indicam que o município avançou neste período, passando do nível baixa sustentabilidade para uma sustentabilidade aceitável, quando levam em consideração todos os indicadores do modelo e sua importância. No entanto, é preciso uma atenção quanto aos indicadores que se apresentaram insustentáveis na análise individual, para que possam ser tomadas medidas que contribuam para sua melhoria e o município assim, alcance a sustentabilidade ideal.

Quadro 28- Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Frei Miguelinho – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.

Frei Miguelinho – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010					
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário (%)	0,923	9,7	0,076	0,07	0,097	0,090	38,5	0,357	0,33	0,385	0,355
		Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)	1,000	0,4	0	0	0,004	0,004	81,4	0,850	0,85	0,814	0,814
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais) (%)	0,808	2,1	0,036	0,029	0,021	0,017	11	0,007	0,006	0,110	0,089
	∑ Acesso*				0,112	0,099	0,122	0,1105	*	1,214	1,186	1,309	1,258
	População	Taxa de crescimento da população (%)	0,308	7,4	0,000	0	0,000	0	0,9	0,452	0,139	0,000	0
		Taxa de urbanização (%)	0,076	18,2	0,087	0,007	0,000	0,000	23,7	0,135	0,010	0,000	0,000
	∑ População*				0,087	0,007	0,000	0,000	*	0,587	0,149	0,000	0,000
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil (‰)	0,308	50	0,624	0,192	0,000	0,000	25,5	0,479	0,148	0,000	0,000
		Expectativa de vida ao nascer (anos)	0,154	66,8	0,578	0,089	1,000	0,154	70,5	0,442	0,068	1,000	0,154
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia) (n°)	0,885	44	0,845	0,748	1,000	0,885	7	1,000	0,885	1,000	0,885
		Despesa com saúde (%)	0,154	27,9	0,049	0,008	1,000	0,154	29,7	-0,001	0	1,000	0,154
	∑ Saúde*				2,096	1,037	3,000	1,193	*	1,92	1,101	3,000	1,193
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	0,076	57,55	0,169	0,013	0,576	0,044	68,48	0,261	0,02	0,685	0,052
	∑ Educação*				0,169	0,013	0,576	0,04378	*	0,261	0,02	0,685	0,052
	Distribuição de renda	Índice de Gini (0-1)	0,308	0,550	0,474	0,146	0,450	0,139	0,460	0,600	0,185	0,540	0,166
	∑ Distribuição de Renda*				0,474	0,146	0,450	0,139	*	0,6	0,185	0,540	0,166
	ÍNDICE DIMENSÃO SOCIAL*				0,588	0,260	0,830	0,297	*	0,916	0,528	1,107	0,534

Fonte: Elaboração própria (2019).

Frei Miguelinho – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010						
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	
ECONÔMICA	PIB	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,164	1.277,29	0,068	0,011	1,000	0,164	4211,84	0,000	0,000	1,000	0,164	
	Σ PIB <i>per capita</i> *				0,068	0,011	1,000	0,164	*	0,000	0,000	1,000	0,164	
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal (m ³ /ano)		0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364
		Água outorgada para irrigação (m ³ /ano)		0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
		Água outorgada para o abastecimento humano (m ³ /ano)		1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000
		Água outorgada para indústria (m ³ /ano)		0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	18250	0,442	0,281	1,000	0,636
	Σ Outorga*				0,000	0,000	4,000	2,636	*	0,442	0,281	4,000	2,636	
	Consumo	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica (kwh/hab/ano)		0,200	318,7	0,310	0,062	1,000	0,200	489,2	0,225	0,045	1,000	0,200
	Σ Consumo*				0,310	0,062	1,000	0,200	*	0,225	0,045	1,000	0,200	
ÍNDICE DIMENSÃO ECONÔMICA*				0,126	0,024	2,000	1,000	*	0,222	0,109	2,000	1,000		

Fonte: Elaboração própria (2019).

Frei Miguelinho – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial (m³/ano)	0,313	304 * 10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313	103*10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313
		Disponibilidade de água subterrânea (m³/ano)	0,313	36.792	0,093	0,029	0,000	0,000	59276	0,165	0,052	0,000	0,000
		Disponibilidade de água <i>per capita</i> (m³/hab/ano)	0,313	477,5	1,000	0,183	0,000	0,000	1291,06	1,000	0,313	0,000	0,000
		Demanda de água (m³/ano)	0,490	818.596,2	0,953	0,467	1,000	0,490	765235,5	0,951	0,466	1,000	0,490
		Índice de perdas na distribuição de água (%)	0,183	25,1	1,000	0,183	0,000	0,000	71,6	0,327	0,06	0,000	0,000
	∑ Recurso*				4,046	1,175	2,000	0,803		3,443	1,204	2,000	0,803
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo (%)	0,104	100	1,000	0,104	1,000	0,104	100	1,000	0,104	1,000	0,104
		Destino final do lixo (Local)	0,052	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000
		Coleta seletiva do lixo (Sim/Não)	0,017	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
		Tratamento de esgotos (Sim/Não)	0,490	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	∑ Controle de Resíduos*				1,000	0,104	1,000	0,104	*	1,000	0,104	1,000	0,104
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água (0-1)	0,490	66	0,000	0,000	1,000	0,49	73	0,000	0,000	1,000	0,49
		Taxa de cobertura vegetal (%)	0,235	87,4	0,748	0,176	1,000	0,235	60,6	0,212	0,05	1,000	0,235
	∑ Ambiente*				0,748	0,176	2,000	0,725	*	0,212	0,050	2,000	0,725
ÍNDICE DIMENSÃO AMBIENTAL*				1,931	0,485	1,667	0,544	*	1,552	0,453	1,667	0,544	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Frei Miguelinho – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	Valores	2000				2010					
					Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
														MT
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Sim/Não)	0,330	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	
	∑ Política de Recursos Hídricos*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	2,000	1,660	2,000	1,660
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental (R\$)	0,010	0	0,000	0,000	0,000	0,000	16408,03	0,561	0,006	1,000	0,010	
	∑ Gestão de Recursos Financeiros*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	0,561	0,006	1,000	0,010
	ÍNDICE DIMENSÃO INSTITUCIONAL*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,281	0,833	1,500	0,835
ISSHSAB*					0,661	0,192	1,124	0,460	*	0,993	0,481	1,568	0,728	

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.9 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Santa Cruz do Capibaribe – PE

Considerando os resultados obtidos com o modelo níveis de referência (Quadro 29), percebe-se que os índices de cinco dos 11 indicadores da dimensão social no ano 2000 alcançaram a sustentabilidade ideal, foram eles: acesso ao esgoto sanitário, taxa de urbanização, expectativa de vida, número de casos por doenças de veiculação hídrica, e despesa com saúde. E em 2010, além destes, somaram-se os indicadores de acesso ao abastecimento de água e taxa de alfabetização. Os indicadores considerados de baixa sustentabilidade no ano 2000 – taxa de atendimento da população com cisternas e índice de Gini – tiveram um avanço em 2010, e passaram a compor o grupo dos indicadores de média sustentabilidade. Já o indicador taxa de crescimento da população e de mortalidade infantil mantiveram-se insustentáveis nos dois períodos analisados.

O índice da dimensão social neste modelo, considerando os pesos (NR/CP), teve como classificação a média sustentabilidade no ano 2000 e em 2010 alcançou a sustentabilidade aceitável, pois passou de 0,632 para 0,714. Estes resultados mostram que houve melhoria em nove dos 11 indicadores da dimensão, provocando a alteração do nível de sustentabilidade. Contudo, para alcançar a sustentabilidade ideal é necessário rever os indicadores que necessitam de maior atenção, atuando para que alcancem os parâmetros estabelecidos e consequentemente a sustentabilidade socioeconômica e hidroambiental do território.

Segundo o modelo com níveis de referência, os índices NR para cada indicador da dimensão econômica mostraram que todos alcançaram a sustentabilidade ideal, tanto no ano 2000, quanto em 2010. Ou seja, houve um crescimento da renda *per capita* mínimo de 7% ao ano, o volume outorgado está dentro do limite da vazão máxima outorgável, que para o reservatório Poço Fundo, que abastece Santa Cruz do Capibaribe é de 8.190.000 m³/ano e o consumo *per capita* de energia elétrica foi o necessário para atender as necessidades da população. Como todos os indicadores da dimensão alcançaram a sustentabilidade ideal, o resultado do índice da dimensão foi o mesmo, pois obteve 1,000.

Na dimensão ambiental do município de Santa Cruz do Capibaribe - PE, os índices NR, ano 2000 mostraram que dos 11 indicadores da dimensão, quatro alcançaram a sustentabilidade ideal, foram eles: disponibilidade de água superficial, acesso à coleta de lixo, IQA e taxa de cobertura vegetal. A disponibilidade de água superficial foi acima da vazão regularizada com 90% de garantia para o reservatório Poço Fundo, que é de 9.100.000

m³/ano. Já os demais indicadores foram classificados como insustentáveis. Em 2010, além dos indicadores supracitados que alcançaram a sustentabilidade ideal, outros também alcançaram os limites estabelecidos, foram eles: demanda de água e destino final do lixo.

A demanda ficou abaixo de 20% do volume médio anual, que para Poço Fundo em 2010 foi de 7.803.059,18 m³/ano, e os resíduos sólidos urbanos passaram a ter uma disposição apropriada, o aterro sanitário, seguindo a determinação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010). Enquanto isso, os demais indicadores, um total de cinco, permaneceram insustentáveis. Por tudo isso, o índice da dimensão ambiental pelo NR/CP, foi de 0,375 em 2000 e chegou a 0,561 em 2010. Assim, obteve uma evolução, pois passou de baixa para média sustentabilidade.

De posse dos resultados da dimensão institucional, é perceptível que os índices NR, foram insustentáveis para todos os indicadores da dimensão no ano 2000. Já em 2010, dois alcançaram a sustentabilidade ideal, foram eles: a implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica e o Plano de Recursos Hídricos, que embora não seja atribuição dos municípios, são necessários para planejar as ações dentro de uma bacia hidrográfica, e dos próprios municípios nela inseridos. Os índices da dimensão institucional (NR/CP) mostram que o município passou de insustentável (0,000) para uma sustentabilidade ideal (0,830) no período, em virtude da implantação dos instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/97).

No contexto geral, o ISSHSAB, baseado no NR/CP, mostrou que de 2000 para 2010 houve uma melhora significativa no índice, que passou de média sustentabilidade (0,502) para uma sustentabilidade aceitável (0,776).

4.9.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Santa Cruz do Capibaribe - PE

Comparando-se os resultados obtidos pelos modelos MT/CP e NR/CP para a dimensão social (Quadro 29), observa-se que em 2000, os índices obtiveram a mesma classificação, sustentabilidade média. Em 2010, o modelo MT/CP obteve um índice de 0,768 e o NR/CP, um índice de 0,714, ambos classificados como sustentabilidade aceitável. Embora tenham obtido as mesmas classificações, percebe-se que no modelo com níveis de referência, os valores da dimensão foram inferiores. A principal razão é que os valores máximos e mínimos

da amostra são diferentes dos valores definidos na literatura científica. Portanto, alguns indicadores conseguiram atingir um nível de sustentabilidade maior quando comparados aos municípios de referência, mas diante das metas da literatura não obtiveram bons resultados, como ocorreu com a taxa de mortalidade infantil, que pelo modelo MT, ano 2000, foi 0,871 (ideal), e no modelo NR, foi 0,000 (insustentável), porque ainda não alcançou a meta sugerida pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) para 2030, de 12%.

Os índices da dimensão econômica pelo modelo MT/CP foram considerados insustentáveis nos dois períodos avaliados (2000 e 2010), pois obtiveram os seguintes valores: 0,167 e 0,126. No modelo NR/CP, os índices alcançaram a sustentabilidade ideal nos dois períodos. Este resultado se deve ao fato da taxa de crescimento da renda *per capita* ter sido de 7,9%, valor acima do sugerido nos ODS para 2030, que é de um crescimento mínimo de 7% ao ano; pelo somatório dos valores outorgados estarem abaixo do volume máximo outorgável, que para Poço Fundo é 8.190.000 m³/ano; e pelo consumo de energia ter sido o ideal para a população nos referidos anos.

Para a dimensão ambiental, os índices obtidos pelo modelo MT/CP foram: no ano 2000, 0,279 e em 2010, 0,236, ambos inseridos na classificação baixa sustentabilidade. Embora na mesma classificação, alguns indicadores contribuíram para que houvesse um decréscimo no valor do índice em 2010, foram eles: demanda de água, acesso à coleta de lixo e a taxa de cobertura vegetal. Na análise deste modelo, estes indicadores, comparados aos resultados dos demais municípios da região analisados, tiveram um baixo desempenho. Por outro lado, os resultados dos índices da dimensão pelo modelo NR/CP mostram que em 2000, o índice foi de 0,375 e em 2010, foi de 0,561, assim, saiu da baixa para a média sustentabilidade. Percebe-se que o que provocou esse avanço foram os indicadores demanda de água, acesso à coleta e o destino final do lixo. A demanda de água ficou abaixo de 20% do volume médio para o reservatório de Poço Fundo, que foi de 7.803.059,18 m³/ano em 2010 e neste mesmo ano passou a contar com um aterro sanitário para disposição adequada dos resíduos sólidos urbanos.

Os índices obtidos para dimensão institucional tanto pelo MT/CP, quanto para o NR/CP foram os mesmos no ano 2000, 0,000, ou seja, esta dimensão foi considerada insustentável. No ano 2010, os índices nos dois modelos também foram os mesmos, 0,830, o que significa que alcançaram uma sustentabilidade ideal. O que contribuiu para este resultado foi a implantação na bacia hidrográfica do rio Capibaribe de dois instrumentos da Política

Nacional dos Recursos Hídricos: o Comitê de Bacia e o Plano de Recursos Hídricos. No entanto, percebe-se que outros indicadores também merecem ser observados: a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, importante instrumento econômico para o desenvolvimento da Lei nº 9.433/97 que ainda não foi implementado e as despesas com gestão ambiental, que ainda não entraram na pauta das políticas públicas para muitos municípios.

O Índice de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido do município de Santa Cruz do Capibaribe – PE obtido pelo modelo MT/CP para 2000 foi 0,285, e para 2010 foi de 0,490. Embora se perceba um aumento no valor do índice em comparação com o ano 2000, ambos continuam na classe denominada baixa sustentabilidade. O melhor resultado para o ISSHSAB foi o obtido pelo modelo NR/CP, que em 2000 foi de 0,502, e que em 2010 alcançou uma sustentabilidade aceitável, com o índice de 0,776. Estes resultados evidenciam que tem ocorrido avanços em vários indicadores, sobretudo, naqueles que têm o maior peso, por isso, o resultado mais satisfatório no modelo NR/CP. Contudo, é necessário observar os indicadores que tem menores pesos, pois também contribuem para o alcance da sustentabilidade.

Quadro 29 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Santa Cruz do Capibaribe – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.

Santa Cruz do Capibaribe – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010					
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário (%)	0,923	80,8	0,909	0,839	0,808	0,746	87,4	1,000	0,923	0,874	0,807
		Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)	1,000	71,4	0,827	0,827	0,714	0,714	80,7	0,843	0,843	0,807	0,807
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais) (%)	0,808	28,1	0,998	0,807	0,281	0,227	56,5	0,999	0,807	0,565	0,457
	Σ Acesso*				2,734	2,473	1,803	1,686	*	2,842	2,573	2,246	2,070
	População	Taxa de crescimento da população (%)	0,308	5,8	0,174	0,054	0,000	0	4	-0,548	-0,169	0,000	0,000
		Taxa de urbanização (%)	0,076	96,9	1,000	0,076	1,000	0,076	97,7	1,000	0,076	1,000	0,076
	Σ População*				1,174	0,130	1,000	0,076	*	0,452	-0,093	1,000	0,076
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil (%)	0,308	41	0,871	0,268	0,000	0,000	17,9	1,000	0,308	0,000	0,000
		Expectativa de vida ao nascer (anos)	0,154	69	0,843	0,13	1,000	0,154	73,4	1,000	0,154	1,000	0,154
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia) (n°)	0,885	177	0,180	0,159	1,000	0,885	38	0,597	0,529	1,000	0,885
		Despesa com saúde (%)	0,154	39,9	0,312	0,048	1,000	0,154	41,3	0,342	0,053	1,000	0,154
	Σ Saúde*				2,206	0,605	3,000	1,193	*	2,939	1,044	3,000	1,193
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	0,076	74,4	1,000	0,076	0,745	0,057	83,9	1,000	0,100	0,840	0,064
	Σ Educação*				1,000	0,076	0,745	0,057	*	1,000	0,100	0,840	0,064
	Distribuição de renda	Índice de Gini (0-1)	0,308	0,520	0,632	0,195	0,480	0,148	0,450	0,700	0,216	0,550	0,169
	Σ Distribuição de Renda*				0,632	0,195	0,480	0,148	*	0,700	0,216	0,550	0,169
	ÍNDICE DIMENSÃO SOCIAL*				1,549	0,696	1,406	0,632	*	1,587	0,768	1,527	0,714

Fonte: Elaboração própria (2019).

Santa Cruz do Capibaribe – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010					
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
ECONÔMICA	PIB	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,164	2.039,8	1,000	0,164	1,000	0,164	6614,9	0,626	0,103	1,000	0,164	
	Σ PIB <i>per capita</i> *				1,000	0,164	1,000	0,164	*	0,626	0,103	1,000	0,164	
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal (m ³ /ano)		0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364
		Água outorgada para irrigação (m ³ /ano)		0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
		Água outorgada para o abastecimento humano (m ³ /ano)		1,000	1,892 * 10 ⁶	0,151	0,151	1,000	1,000	1,892*10 ⁶	0,154	0,154	1,000	1,000
		Água outorgada para indústria (m ³ /ano)		0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
	Σ Outorga*				0,151	0,151	4,000	2,636	*	0,154	0,154	4,000	2,636	
	Consumo	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica (kwh/hab/ano)		0,200	649,5	0,924	0,185	1,000	0,200	793,6	0,614	0,123	1,000	0,200
	Σ Consumo*				0,924	0,185	1,000	0,200	*	0,614	0,123	1,000	0,200	
	ÍNDICE DIMENSÃO ECONÔMICA*				0,692	0,167	2,000	1,000	*	0,465	0,126	2,000	1,000	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Santa Cruz do Capibaribe – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice
MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP					
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial (m³/ano)	0,313	10,19 * 10 ⁶	0,069	0,022	1,000	0,313	39,01*10 ⁶	0,091	0,028	1,000	0,313
		Disponibilidade de água subterrânea (m³/ano)	0,313	98.112	0,360	0,113	0,000	0,000	127312	0,434	0,136	0,000	0,000
		Disponibilidade de água <i>per capita</i> (m³/hab/ano)	0,313	135,5	0,216	0,068	0,000	0,000	367,7	0,218	0,068	0,000	0,000
		Demanda de água (m³/ano)	0,490	4,581 * 10 ⁶	0,456	0,224	0,000	0,000	7,183*10 ⁶	0,000	0,000	1,000	0,490
		Índice de perdas na distribuição de água (%)	0,183	51,1	0,518	0,095	0,000	0,000	51,2	1,000	0,183	0,000	0,000
	Σ Recurso*				1,619	0,522	1,000	0,313	*	1,743	0,415	2,000	0,803
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo (%)	0,104	83,2	0,243	0,025	0,832	0,087	98	0,000	0,000	0,980	0,102
		Destino final do lixo (Local)	0,052	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	Aterro	1,000	0,052	1,000	0,052
		Coleta seletiva do lixo (Sim/Não)	0,017	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
		Tratamento de esgotos (Sim/Não)	0,490	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Controle de Resíduos*				0,243	0,025	0,832	0,087	*	1,000	0,052	1,980	0,154
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água (0-1)	0,49	68	0,222	0,109	1,000	0,49	78	0,455	0,223	1,000	0,49
		Taxa de cobertura vegetal (%)	0,235	88,8	0,776	0,182	1,000	0,235	54,5	0,083	0,019	1,000	0,235
	Σ Ambiente*				0,998	0,291	2,000	0,725	*	0,538	0,242	2,000	0,725
ÍNDICE DIMENSÃO AMBIENTAL*				0,953	0,279	1,277	0,375	*	1,094	0,236	1,993	0,561	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Santa Cruz do Capibaribe – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	Valores	2000				Valores	2010				
					Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP		Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Sim/Não)	0,330	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Política de Recursos Hídricos*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	2,000	1,660	2,000	1,660
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental (R\$)	0,010	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Gestão de Recursos Financeiros*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	0,000	0,000	0,000	0,000
	ÍNDICE DIMENSÃO INSTITUCIONAL*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,000	0,830	1,000	0,830
ISSHSAB*					0,799	0,285	1,171	0,502	*	1,036	0,490	1,630	0,776	

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.10 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Santa Maria do Cambucá – PE

Os índices obtidos na dimensão social, pelo modelo NR (Quadro 30), mostram que no ano 2000, dos 11 indicadores, apenas dois alcançaram a sustentabilidade ideal, foram eles: o indicador doenças por veiculação hídrica, que indicou 56 casos, número igual ou abaixo do esperado para o referido ano que foi 56, e a despesa com saúde, por ter disponibilizado um valor de no mínimo 15% dos recursos arrecadados para esta área, conforme determinação da Lei Complementar dos gastos com saúde, nº 141/2012. A taxa de alfabetização alcançou a média sustentabilidade e os demais indicadores foram classificados como insustentáveis ou com baixa sustentabilidade.

Em 2010, além dos indicadores supracitados, também alcançou a sustentabilidade ideal o indicador acesso ao sistema de abastecimento de água, com o índice 0,880. Outro indicador que apresentou mudança de classificação foi o índice de Gini, passando de baixa para sustentabilidade média. Este avanço mostra que houve uma melhoria na distribuição de renda entre os cidadãos deste município no período. Os demais indicadores, continuaram entre baixa sustentabilidade ou insustentáveis, foram eles: as taxas de atendimento da população com cisternas, de crescimento da população, de urbanização, de mortalidade infantil, a expectativa de vida e o acesso ao esgotamento sanitário.

O índice para a dimensão social, obtido pelo modelo NR/CP, mostrou que houve um avanço entre os anos analisados, de 0,393 em 2000, foi para 0,539 em 2010. Neste sentido, o nível de sustentabilidade saiu da baixa para a média. Essa ascensão permite-nos inferir que está havendo melhorias quanto aos indicadores avaliados, mas ainda há muito a ser feito.

Na dimensão econômica, os resultados mostraram que tanto no ano 2000, quanto em 2010, dos seis indicadores, apenas um não alcançou a sustentabilidade ideal, o indicador renda *per capita*. Em 2000, a taxa de crescimento da renda *per capita* foi 6,1% e em 2010, foi de 5,8%, valores abaixo do esperado pelos ODS para 2030, que é de 7% ao ano. Os demais indicadores, alcançaram o resultado ideal, pois, o volume outorgado está abaixo do volume máximo outorgável para o reservatório de Jucazinho, que é de 84.240.000 m³/ano e o consumo de energia foi o necessário para atender as demandas da população. Diante destes resultados, a dimensão econômica obteve um índice de 0,945 para ambos os anos, portanto, atingiu a sustentabilidade ideal.

Observando os índices obtidos para os indicadores da dimensão ambiental, no município de Santa Maria do Cambucá – PE percebe-se que dos 11 indicadores da dimensão, cinco atingiram a sustentabilidade ideal no ano 2000. Neste caso, a disponibilidade de água superficial foi igual ou maior que a vazão regularizada com 90% de garantia, que para o reservatório de Jucazinho é de 93.600.000 m³/ano; a demanda de água foi menor que 20% do volume médio anual; o acesso a coleta de lixo superou 80% da população; o IQA foi igual ou maior que 36, e a taxa de cobertura vegetal foi igual ou maior que 20%. Os demais indicadores foram classificados como insustentáveis. Em 2010, os indicadores apresentaram a mesma classificação que do ano 2000. Os indicadores que permaneceram insustentáveis, foram: disponibilidade de água subterrânea e *per capita*, índice de perdas na distribuição, destino final e coleta seletiva do lixo, e tratamento de esgotos, alguns de responsabilidade do município, outros do comitê da bacia hidrográfica e da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Pelo modelo NR/CP, o índice da dimensão ambiental foi de 0,540 em 2000 e de 0,544 em 2010. Os resultados mostram um pequeno aumento no índice, porém uma classificação igual quanto ao nível de sustentabilidade atingido, neste caso, a média. Com isso, evidencia-se que em 10 anos não houve mudança significativa para os indicadores desta dimensão no referido município.

Na dimensão institucional, no ano 2000, o índice NR mostrou que todos os indicadores foram considerados insustentáveis. Neste ano, não foi implantado o Comitê de Bacia Hidrográfica, bem como nenhum instrumento da Política Nacional dos Recursos Hídricos na bacia onde se encontra o município de Santa Maria do Cambucá – PE, além disso, o município não aplicou nenhum recurso em gestão ambiental. Em 2010, a bacia hidrográfica do rio Capibaribe apresentou um comitê de bacia, que aprovou um plano de recursos hídricos para a mesma, o que levou esta dimensão a alcançar uma sustentabilidade ideal (0,830). Os indicadores considerados insustentáveis foram: a não implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, e o não investimento em gestão ambiental no município, que implica, por sua vez, em nenhum investimento em: recursos hídricos, controle ambiental, preservação e conservação ambiental, recuperação de áreas degradadas e meteorologia.

Com relação ao ISSHSAB para o município de Santa Maria do Cambucá – PE, os principais resultados mostram que para 2000 e 2010 no modelo NR/CP, os índices obtidos foram respectivamente 0,470 e 0,715. De forma geral observa-se que o município cresceu

quanto ao nível de sustentabilidade, que de baixa passou para uma sustentabilidade aceitável, ou seja, está mais perto de alcançar uma sustentabilidade ideal. Para isso, os indicadores precisam alcançar as metas estabelecidas pelo modelo aqui proposto.

4.10.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Santa Maria do Cambucá - PE

Comparando-se os índices obtidos pelo modelo MT e NR para os indicadores da dimensão social do município de Santa Maria do Cambucá – PE (Quadro 30), observa-se que os valores obtidos pelo modelo NR foram geralmente maiores do que os obtidos pelo modelo MT. A explicação para essa diferença está no uso de diferentes níveis de referência. Analisando-se os índices da dimensão, evidencia-se que para o ano 2000, os valores dos modelos MT/CP e NR/CP foram respectivamente, 0,364 e 0,393, ambos classificados como baixa sustentabilidade. Em 2010, os valores obtidos foram: 0,546 para o modelo MT/CP e 0,539 para o NR/CP, ou seja, ambos alcançaram à média sustentabilidade.

Na dimensão econômica, os índices obtidos para cada um dos indicadores foram maiores no modelo NR, nos dois anos analisados. Isto ocorreu porque os níveis de referência científicos foram atendidos, e os níveis utilizados no modelo MT, na comparação com os outros municípios, não. Em decorrência destes resultados, o índice da dimensão econômica no modelo MT/CP foi de 0,014 em 2000 e de 0,026 em 2010, ou seja, insustentáveis. E no modelo NR/CP, o índice foi de 0,945 tanto em 2000, quanto em 2010, o que garante sua classificação como sustentabilidade ideal. Dos seis indicadores, cinco ficaram dentro dos limites desejáveis e apenas um não conseguiu atingir o estabelecido, o indicador renda *per capita*. O município de Santa Maria do Cambucá – PE, no ano 2000, apresentou uma taxa de crescimento do PIB *per capita* de 6,1%, e em 2010 de 5,8%, portanto, abaixo dos 7% desejáveis segundo os ODS para 2030.

De posse dos índices dos modelos MT e NR, para 2000 e 2010, para cada indicador da dimensão ambiental, observa-se que um maior número de indicadores alcançou a sustentabilidade ideal no modelo NR, mesmo considerando os níveis de referência científicos. Diante deste contexto, os resultados dos índices da dimensão ambiental para o modelo MT/CP foram: 0,414 em 2000 e 0,455 em 2010, ambos na faixa de baixa sustentabilidade. No modelo NR/CP foram em 2000 e 2010, respectivamente: 0,540 e 0,544, ou seja, alcançaram uma

sustentabilidade média. Os resultados mostram que apesar dos avanços em alguns indicadores, muitos ainda precisam de atenção para que se alcance a sustentabilidade ideal nesta dimensão.

Com base nos resultados dos índices dos indicadores da dimensão institucional para o município de Santa Maria do Cambucá – PE observa-se que em 2000, todos os indicadores foram considerados insustentáveis, em ambas as metodologias utilizadas. No ano 2010, dois indicadores se apresentaram como sustentabilidade ideal nas duas metodologias aplicadas. E dois indicadores não conseguiram mudar sua classificação no período, foram eles: a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e as despesas com gestão ambiental, que permaneceram insustentáveis. Com relação ao índice da dimensão institucional, os resultados foram para 2000, 0,000 e para 2010, 0,830 nas duas metodologias aplicadas. Assim, no período, a dimensão institucional evoluiu de uma insustentabilidade para uma sustentabilidade ideal.

Em relação ao ISSHSAB, os principais resultados mostraram que no modelo MT/CP os índices para 2000 e 2010 foram respectivamente, 0,198 e 0,464 e no modelo NR/CP foram 0,470 e 0,715. Com base nestes dados, verifica-se que no modelo MT/CP o município evoluiu de uma insustentabilidade para uma baixa sustentabilidade. E no modelo NR/CP, passou de baixa para uma sustentabilidade aceitável. Embora se perceba um avanço quanto a classificação do ISSHSAB, em ambas as metodologias, ainda muito tem a ser feito para se alcançar a sustentabilidade ideal, especialmente, estimular ações de promovam a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e investimentos na gestão ambiental dos municípios.

Quadro 30 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Santa Maria do Cambucá – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.

Santa Maria do Cambucá – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário (%)	0,923	30,9	0,324	0,299	0,309	0,285	49,2	0,498	0,142	0,492	0,454
		Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)	1,000	47,9	0,553	0,553	0,479	0,479	88	0,922	0,442	0,880	0,880
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais) (%)	0,808	1,3	0,007	0,005	0,013	0,011	13,3	0,058	0,001	0,133	0,107
	∑ Acesso*				0,884	0,85705	0,801	0,77471	*	1,478	1,42852	1,333	1,442
	População	Taxa de crescimento da população (%)	0,308	0,3	0,772	0,238	0,000	0,000	1	0,419	0,000	0,000	0,000
		Taxa de urbanização (%)	0,076	19,3	0,100	0,008	0,000	0,000	25,1	0,151	0,000	0,000	0,000
	∑ População*				0,872	0,246	0,000	0,000	*	0,570	0,141	0,000	0,000
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil (‰)	0,308	72,7	0,000	0,000	0,000	0,000	29,8	0,185	0,000	0,000	0,000
		Expectativa de vida ao nascer (anos)	0,154	62	0,000	0,000	0,000	0,000	69,1	0,173	0,000	0,000	0,000
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia) (n°)	0,885	56	0,785	0,695	1,000	0,885	8	0,987	0,873	1,000	0,885
		Despesa com saúde (%)	0,154	31,9	0,136	0,021	1,000	0,154	33,9	0,125	0,019	1,000	0,154
	∑ Saúde*				0,921	0,716	2,000	1,039	*	1,47	0,976	2,000	1,039
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	0,076	54,1	0,000	0,000	0,541	0,041	64,6	0,000	0,000	0,646	0,049
	∑ Educação*				0,000	0,000	0,541	0,041	*	0,000	0,000	0,646	0,049
	Distribuição de renda	Índice de Gini (0-1)	0,308	0,640	0,000	0,000	0,360	0,111	0,46	0,600	0,067	0,540	0,166
	∑ Distribuição de Renda*				0,000	0,000	0,360	0,111	*	0,6000	0,1848	0,540	0,166
	ÍNDICE DIMENSÃO SOCIAL*				0,535	0,364	0,740	0,393	*	0,824	0,546	0,904	0,539

Fonte: Elaboração própria (2019).

Santa Maria do Cambucá – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010					
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
ECONÔMICA	PIB	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,164	1286,09	0,079	0,013	0,000	0,000	5582,68	0,357	0,000	0,000	0,000	
	Σ PIB <i>per capita</i> *				0,079	0,013	0,000	0,000	*	0,357	0,059	0,000	0,000	
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal (m ³ /ano)		0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364
		Água outorgada para irrigação (m ³ /ano)		0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
		Água outorgada para o abastecimento humano (m ³ /ano)		1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000
		Água outorgada para indústria (m ³ /ano)		0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
	Σ Outorga*				0,000	0,000	4,000	2,636	*	0,000	0,000	4,000	2,636	
	Consumo	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica (kwh/hab/ano)		0,200	229,7	0,145	0,029	1,000	0,200	384,9	0,091	0,018	1,000	0,200
	Σ Consumo*				0,145	0,029	1,000	0,200	*	0,091	0,018	1,000	0,200	
	ÍNDICE DIMENSÃO ECONÔMICA*				0,075	0,014	1,667	0,945	*	0,149	0,026	1,667	0,945	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Santa Maria do Cambucá – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice
				MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial (m³/ano)	0,313	103 * 10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313	304*10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313
		Disponibilidade de água subterrânea (m³/ano)	0,313	42.924	0,120	0,038	0,000	0,000	83804	0,262	0,000	0,000	0,000
		Disponibilidade de água per capita (m³/hab/ano)	0,313	477,54	1,000	0,313	0,000	0,000	1291,06	1,000	0,000	0,000	0,000
		Demanda de água (m³/ano)	0,490	529 * 10 ³	0,991	0,485	1,000	0,490	649*10 ³	0,968	0,474	1,000	0,490
		Índice de perdas na distribuição de água (%)	0,183	65,5	0,250	0,046	0,000	0,000	72,4	0,300	0,000	0,000	0,000
	Σ Recurso*				3,361	1,195	2,000	0,803	*	3,530	1,237	2,000	0,803
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo (%)	0,104	87,8	0,450	0,047	0,878	0,091	100	1,000	0,091	1,000	0,104
		Destino final do lixo (Local)	0,052	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000
		Coleta seletiva do lixo (Sim/Não)	0,017	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
		Tratamento de esgotos (Sim/Não)	0,490	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Controle de Resíduos*				0,450	0,047	0,878	0,091	*	1,000	0,104	1,000	0,104
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água (0-1)	0,490	66	0,000	0,000	1,000	0,490	73	0,000	0,000	1,000	0,490
		Taxa de cobertura vegetal (%)	0,235	50	0,000	0,000	1,000	0,235	55,4	0,102	0,024	1,000	0,235
	Σ Ambiente*				0,000	0,000	2,000	0,725	*	0,102	0,024	2,000	0,725
ÍNDICE DIMENSÃO AMBIENTAL*				1,270	0,414	1,626	0,540	*	1,544	0,455	1,667	0,544	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Santa Maria do Cambucá – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010					
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,000	1,000	0,830	
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,000	1,000	0,830	
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Sim/Não)	0,330	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Política de Recursos Hídricos*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	2,000	1,660	2,000	1,660
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental (R\$)	0,010	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Gestão de Recursos Financeiros*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	0,000	0,000	0,000	0,000
	ÍNDICE DIMENSÃO INSTITUCIONAL*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,000	0,830	1,000	0,830
ISSHSAB*					0,470	0,198	1,008	0,470	*	0,879	0,464	1,309	0,715	

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.11 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Surubim – PE

Os índices (NR) obtidos para cada indicador da dimensão social (Quadro 31) mostram que dos 11 indicadores da dimensão, quatro alcançaram a sustentabilidade ideal no ano 2000 e em 2010. No entanto, o indicador doenças por veiculação hídrica que em 2000, apresentou índice 1,000, em 2010, ficou com 0,000. Considerando que a frequência esperada para 2010 era de 71 casos, e o município notificou 84 casos, o que caracteriza uma epidemia. A expectativa de vida, que no ano 2000, foi considerada insustentável, por ter ficado abaixo da média esperada para o Semiárido, que foi de 64,6 anos, tornou-se ideal no ano 2010, por ter atingido a média do Semiárido, 70,4 anos. Os indicadores acesso ao sistema de esgoto sanitário e taxa de alfabetização evoluíram da média para a sustentabilidade aceitável. Os demais indicadores permaneceram na mesma classificação. Os piores resultados, em ambos os anos analisados, foram as seguintes taxas: de atendimento da população com cisternas, de crescimento da população e de mortalidade infantil.

Considerando o conjunto de indicadores da dimensão social, o índice da dimensão NR/CP aponta 0,563 em 2000 e 0,459 em 2010. Ou seja, houve uma queda no nível de sustentabilidade, pois passou de média para baixa sustentabilidade. O principal motivo foi o baixo índice para o indicador doenças de veiculação hídrica em 2010, um dos mais valorizados pelos cientistas.

A dimensão econômica apresentou os melhores resultados entre as demais dimensões. Os índices NR por indicador, para 2000, mostraram que dos seis indicadores do modelo, cinco alcançaram a sustentabilidade ideal e apenas um não, foi o indicador rendimento *per capita*. Neste período, a taxa de crescimento foi de 5,8%, portanto, abaixo dos 7% desejáveis pelos ODS para 2030. Já em 2010, todos os indicadores alcançaram a sustentabilidade ideal. O mesmo ocorreu com o índice da dimensão econômica (NR/CP), que por ter atingido 0,945 no ano 2000 e 1,000 em 2010, tiveram a melhor classificação, a sustentabilidade ideal.

Dos indicadores da dimensão ambiental, cinco alcançaram um índice NR considerado ideal, no ano 2000, foram eles: disponibilidade de água superficial, demanda de água, acesso à coleta de lixo, IQA e taxa de cobertura vegetal. Este resultado foi alcançado porque a disponibilidade superficial média foi maior que a vazão regularizada com 90% de garantia, que para Jucazinho é de 93.600.000 m³/ano; o somatório da demanda foi menor que 20% do volume médio de Jucazinho, de 20.697.191,38 m³/ano em 2000 e de 60.823.782,62 m³/ano

em 2010; foram atendidos mais de 80% dos domicílios com a coleta de lixo; o IQA foi acima dos 36, valor considerado aceitável pela SABESP; e a taxa de cobertura vegetal foi acima do valor mínimo para a reserva legal, de 20%. Em 2010, não houve nenhuma alteração no nível de sustentabilidade dos indicadores. Os que não atingiram a sustentabilidade ideal foram considerados insustentáveis por não terem atingido os limites desejáveis dos níveis de referência.

Estes resultados influenciaram no índice da dimensão ambiental que para o ano 2000, o valor foi de 0,539, e para 2010 foi de 0,544, ou seja, ambos alcançaram uma sustentabilidade média. Diante deste resultado, vê-se que é preciso dar atenção aos indicadores que precisam melhorar: disponibilidade de água subterrânea e *per capita*, o índice de perdas na distribuição de água, o destino e a coleta seletiva do lixo, e o tratamento de esgotos, para assim alcançar a sustentabilidade ideal.

Na dimensão institucional, dos quatro indicadores, no ano 2000, todos foram considerados insustentáveis pelo índice NR. No ano 2010, apenas um permaneceu na insustentabilidade, o indicador cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Na bacia hidrográfica do rio Capibaribe, este instrumento econômico de gestão dos recursos hídricos ainda não foi implantado. Diante deste contexto, no ano 2000, a dimensão institucional obteve um índice NR/CP no valor de 0,000 e em 2010, ficou com 0,835, evoluindo de insustentável para uma sustentabilidade ideal, em virtude da implantação de outros elementos da PNRH: o Comitê de Bacia e o Plano de Recursos Hídricos.

4.11.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Surubim - PE

Os principais resultados da dimensão social mostram que dos 11 indicadores, apenas um foi considerado sustentável pelo modelo MT, enquanto no modelo NR, quatro indicadores alcançaram a sustentabilidade ideal no ano 2000 (Quadro 31). Diante disso, os valores dos índices MT/CP e NR/CP para a dimensão social foram respectivamente de 0,458 e 0,563, o primeiro, baixa e o segundo média sustentabilidade. Em 2010, os índices da dimensão alcançaram uma baixa sustentabilidade, no MT/CP foi 0,460 e no NR/CP foi de 0,459. Essa queda no índice NR/CP, deve-se principalmente à insustentabilidade do índice das doenças

por veiculação hídrica, em 2010, considerado o terceiro indicador mais importante desta dimensão entre os especialistas consultados.

Na dimensão econômica, pelo modelo MT a maioria dos índices apresentaram uma sustentabilidade baixa ou uma insustentabilidade. Diferentemente, no modelo NR, a sustentabilidade ideal foi atingida na maioria dos indicadores da dimensão. Deste modo, os resultados dos índices da dimensão econômica foram: para o MT/CP, 0,399 e 0,427 em 2000 e 2010, já para o modelo NR/CP, foram de 0,945 e 1,000, para os referidos anos respectivamente. Os resultados mostram que pelo modelo tradicional, muito há que ser feito para melhorar os resultados, já pelo modelo com níveis de referência científicos, observa-se que todos os indicadores desta dimensão alcançaram a sustentabilidade ideal, neste sentido, é preciso manter o ritmo de desenvolvimento.

Considerando os índices MT e NR dos indicadores da dimensão ambiental, observa-se que o modelo NR, nos dois anos estudados, possui mais indicadores que alcançaram a sustentabilidade ideal, do que o modelo MT. A principal explicação é que os limites admissíveis para cada indicador no modelo MT dependem dos valores encontrados na amostra, e os limites do modelo NR, são níveis de referência estabelecidos mediante literatura científica. Um exemplo foi o IQA, que pelo MT foi considerado insustentável nos dois períodos e no NR atingiu a sustentabilidade ideal. No modelo MT os limites mínimos do IQA foram 66 e 73 e os máximos foram 75 e 84 para 2000 e 2010 respectivamente.

No modelo NR, o mínimo foi 36, valor considerado aceitável pela SABESP e que proporciona um tratamento convencional da água para consumo humano. Analisando o conjunto, os índices da dimensão ambiental pelo modelo MT/CP e NR/CP, em 2000, foram: 0,284 e 0,539 e em 2010, foram: 0,431 e 0,544. Assim, pelo modelo MT/CP a dimensão apresenta uma baixa sustentabilidade e pelo NR/CP uma sustentabilidade média. Os resultados indicam que é preciso desenvolver políticas públicas para melhoria dos indicadores do modelo.

Na dimensão institucional, os índices MT e NR para cada um dos indicadores da dimensão apresentaram os mesmos resultados em 2000 e em 2010. A principal razão para isso é que para os indicadores do tema política de recursos hídricos, o critério de resposta é o mesmo, sim ou não. A diferença é quanto ao indicador despesas com gestão ambiental, que foi avaliado pelos valores máximos e mínimos disponibilizados na amostra, no modelo MT, e pelo modelo NR levou em consideração qualquer quantia disponibilizada como sinal de

atenção com as questões ambientais. Assim, no ano 2000, todos os indicadores foram considerados insustentáveis e em 2010 apenas um, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, instrumento ainda não implantado na bacia hidrográfica do rio Capibaribe – PE. Por isso, os resultados da dimensão institucional para ambos os modelos em 2000 foi 0,000 e em 2010, 0,835, ou seja, passaram de insustentáveis para uma sustentabilidade ideal.

De acordo com os resultados obtidos em todas as dimensões, calculou-se o ISSHSAB. Para o município de Surubim – PE, pelo modelo MT, foi 0,285 em 2000 e 0,538 em 2010, já pelo modelo NR, alcançou 0,512 em 2000 e 0,710 em 2010. Estes resultados demonstram que houve uma evolução no nível de sustentabilidade alcançado pelo município entre 2000 e 2010, sendo que no modelo MT, a mudança alcançou uma sustentabilidade média, já no modelo NR apresentou uma sustentabilidade aceitável.

Quadro 31 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Surubim – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.

Surubim – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário (%)	0,923	66,8	0,745	0,688	0,668	0,617	71,4	0,790	0,729	0,714	0,659
		Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)	1,000	86,3	1,000	1,000	0,863	0,863	95,2	1,000	1,000	0,952	0,952
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais) (%)	0,808	4,7	0,132	0,107	0,047	0,038	12	0,028	0,023	0,120	0,097
	Σ Acesso*				1,877	1,794	1,578	1,518	*	1,818	1,752	1,786	1,708
	População	Taxa de crescimento da população (%)	0,308	1,4	0,652	0,201	0,000	0,000	1,5	0,258	0,079	0,000	0,000
		Taxa de urbanização (%)	0,076	65,9	0,640	0,049	1,000	0,076	75,3	0,738	0,056	1,000	0,076
	Σ População*				1,292	0,249	1,000	0,076	*	0,996	0,136	1,000	0,076
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil (‰)	0,308	64,7	0,220	0,068	0,000	0,000	25,8	0,459	0,141	0,000	0,000
		Expectativa de vida ao nascer (anos)	0,154	63,6	0,193	0,030	0,000	0,000	70,4	0,423	0,065	1,000	0,154
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia) (n°)	0,885	213	0,000	0,000	1,000	0,885	84	0,000	0,000	0,000	0,000
		Despesa com saúde (%)	0,154	25,7	0,000	0,000	1,000	0,154	63,6	0,999	0,154	1,000	0,154
	Σ Saúde*				0,413	0,097	2,000	1,039	*	1,881	0,360	2,000	0,308
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	0,076	67,49	0,658	0,050	0,675	0,051	75,13	0,711	0,054	0,751	0,057
	Σ Educação*				0,658	0,05001	0,675	0,051	*	0,711	0,05404	0,751	0,057
	Distribuição de renda	Índice de Gini (0-1)	0,308	0,580	0,316	0,097	0,420	0,129	0,520	0,000	0,000	0,480	0,148
	Σ Distribuição de Renda*				0,316	0,09733	0,420	0,12936	*	0	0	0,480	0,148
	ÍNDICE DIMENSÃO SOCIAL*				0,911	0,458	1,135	0,563	*	1,081	0,460	1,203	0,459

Fonte: Elaboração própria (2019).

Surubim – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010					
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
ECONÔMICA	PIB	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,164	1753,69	0,650	0,107	0,000	0,000	6109,8	0,494	0,081	1,000	0,164	
	Σ PIB <i>per capita</i> *				0,650	0,107	0,000	0,000	*	0,494	0,081	1,000	0,164	
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal (m ³ /ano)		0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364
		Água outorgada para irrigação (m ³ /ano)		0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
		Água outorgada para o abastecimento humano (m ³ /ano)		1,000	12 * 10 ⁶	1,000	1,000	1,000	1,000	12*10 ⁶	1,000	1,000	1,000	1,000
		Água outorgada para indústria (m ³ /ano)		0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
	Σ Outorga*				1,000	1,000	4,000	2,636	*	1,000	1,000	4,000	2,636	
	Consumo	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica (kwh/hab/ano)		0,200	393,5	0,449	0,090	1,000	0,200	1096	1,000	0,200	1,000	0,200
	Σ Consumo*				0,449	0,090	1,000	0,200	*	1,000	0,200	1,000	0,200	
	ÍNDICE DIMENSÃO ECONÔMICA*				0,700	0,399	1,667	0,945	*	0,831	0,427	2,000	1,000	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Surubim – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial (m³/ano)	0,313	103 * 10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313	304*10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313
		Disponibilidade de água subterrânea (m³/ano)	0,313	77672	0,271	0,085	0,000	0,000	167608	0,593	0,186	0,000	0,000
		Disponibilidade de água <i>per capita</i> (m³/hab/ano)	0,313	477,54	1,000	0,313	0,000	0,000	1291,06	1,000	0,313	0,000	0,000
		Demanda de água (m³/ano)	0,490	8 * 10 ⁶	0,000	0,000	1,000	0,490	5*10 ⁶	0,254	0,124	1,000	0,490
		Índice de perdas na distribuição de água (%)	0,183	67,4	0,215	0,039	0,000	0,000	69,4	0,399	0,073	0,000	0,000
	Σ Recurso*				2,486	0,750	2,000	0,803	*	3,246	1,009	2,000	0,803
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo (%)	0,104	85	0,324	0,034	0,850	0,088	100	1,000	0,104	1,000	0,104
		Destino final do lixo (Local)	0,052	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000
		Coleta seletiva do lixo (Sim/Não)	0,017	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
		Tratamento de esgotos (Sim/Não)	0,490	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Controle de Resíduos*				0,324	0,034	0,850	0,088	*	1,000	0,104	1,000	0,104
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água (0-1)	0,490	66	0,000	0,000	1,000	0,490	73	0,000	0,000	1,000	0,490
		Taxa de cobertura vegetal (%)	0,235	64,8	0,296	0,070	1,000	0,235	86,9	0,769	0,181	1,000	0,235
	Σ Ambiente*				0,296	0,070	2,000	0,725	*	0,769	0,181	2,000	0,725
ÍNDICE DIMENSÃO AMBIENTAL*				1,035	0,284	1,617	0,539	*	1,672	0,431	1,667	0,544	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Surubim – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010						
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Sim/Não)	0,330	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
	∑ Política de Recursos Hídricos*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	2,000	1,660	2,000	1,660
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental (R\$)	0,010	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	29250	1,000	0,010	1,000	0,010
	∑ Gestão de Recursos Financeiros*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,000	0,010	1,000	0,010
	ÍNDICE DIMENSÃO INSTITUCIONAL*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,500	0,835	1,500	0,835
ISSHSAB*					0,662	0,285	1,104	0,512	*	1,271	0,538	1,593	0,710	

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.12 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Taquaritinga do Norte – PE

De acordo com os índices NR obtidos para cada indicador da dimensão social (Quadro 34), observa-se que dos 11 indicadores, quatro alcançaram a sustentabilidade ideal em 2000 e em 2010, foram eles: taxa de urbanização, porque se acredita que com a maioria da população nas cidades, há a possibilidade de maior atendimento quanto ao saneamento básico e ocorrem mais oportunidades de emprego e renda; expectativa de vida ao nascer, pois nos dois anos analisados, o tempo médio de vida no município de Taquaritinga do Norte – PE foi igual ou maior que a média do Semiárido; as doenças de veiculação hídrica ficaram iguais ou abaixo da frequência esperada; e as despesas com saúde foram compatíveis com a aplicação de recursos mínimos, 15%, conforme a Lei Complementar nº 141/2012. Os demais indicadores, no ano 2000, foram considerados de sustentabilidade baixa ou insustentáveis, exceto taxa de alfabetização, que alcançou a sustentabilidade aceitável. Já em 2010, além das classes anteriores, surge a classificação sustentabilidade média para os indicadores acesso aos sistemas de abastecimento de água, sanitário e o índice de Gini.

O índice NR/CP para dimensão social foi de 0,451 no ano 2000 e de 0,527 no ano 2010, o primeiro classificado como baixa sustentabilidade, e o segundo, média sustentabilidade. Isto demonstra que houve uma melhoria na qualidade de vida, no entanto, muito tem a ser feito, principalmente, com os indicadores considerados mais importantes e que apresentaram um baixo desenvolvimento.

Da dimensão econômica, o município de Taquaritinga do Norte – PE, só obteve um indicador insustentável nos dois anos analisados, foi o PIB *per capita*. O principal motivo foi que sua taxa de crescimento em 2000 foi de 6,1% e em 2010 foi de 1,0%, ambos abaixo do percentual esperado segundo os ODS para 2030 que é de 7%. Os demais indicadores alcançaram a sustentabilidade ideal, o que conduziu o município a alcançar a sustentabilidade ideal da dimensão econômica nos dois períodos, com o índice NR/CP de 0,945.

Os índices NR obtidos para cada indicador da dimensão ambiental mostram que dos 11 indicadores da dimensão, três atingiram a sustentabilidade ideal no ano 2000 (IQA, taxa de cobertura vegetal e acesso à coleta de lixo) e cinco em 2010 (disponibilidade de água superficial, demanda de água, acesso à coleta de lixo, IQA e taxa de cobertura vegetal). Os demais indicadores foram considerados insustentáveis. Os resultados dos índices (NR/CP) para dimensão ambiental foram: 0,270 em 2000 e 0,544 em 2010. Portanto, observa-se uma

evolução no nível de sustentabilidade da referida dimensão, saindo da baixa para média sustentabilidade no período. Além disso, é possível inferir que é preciso uma melhoria nos indicadores disponibilidade de água subterrânea e *per capita*; no índice de perdas na distribuição de água; no destino e na coleta seletiva do lixo e no tratamento de esgotos para alcançar a sustentabilidade ideal da dimensão.

Os resultados dos índices NR dos indicadores da dimensão institucional permitem inferir que todos os quatro indicadores foram considerados insustentáveis no ano 2000 e apenas um em 2010, o indicador cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Este indicador é um dos instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos, que deve ser implantado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica. Por este motivo, o resultado do índice NR/CP da dimensão institucional para o município de Taquaritinga do Norte - PE em 2000 foi 0,000, portanto insustentável e em 2010, foi 0,835, o que permitiu sua classificação como sustentabilidade ideal.

Com base nos resultados das dimensões do modelo de indicadores de sustentabilidade para o Semiárido, foi obtido o ISSHSAB, que em 2000, foi de 0,417 e no ano 2010, 0,713. Os dados mostram que houve um aumento no nível de classificação do município, que passou de baixa para uma sustentabilidade aceitável.

4.12.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Taquaritinga do Norte - PE

Os resultados dos índices dos modelos MT e NR para a dimensão social (Quadro 32) mostram que dos 11 indicadores, seis obtiveram a mesma classificação quanto ao grau de sustentabilidade atingido. Os cinco indicadores restantes apresentaram divergências entre os modelos, foram eles: taxa de urbanização, de mortalidade infantil, despesa com saúde, taxa de alfabetização, e índice de Gini. Como no modelo MT os índices são obtidos com base nos limites encontrados entre os municípios de comparação, muitas vezes esse resultado pode ser super e/ou subestimado. A taxa de mortalidade infantil é um exemplo, no modelo MT alcançou a sustentabilidade ideal, mas no NR, foi insustentável, pois não alcançou a meta proposta pelos ODS para 2030, de 12%. Outro exemplo foi a despesa com saúde, que segundo a Lei complementar 141/2012, determina a destinação de um percentual mínimo da arrecadação para essa área, de 15%. No modelo MT, esse indicador foi considerado como

baixa sustentabilidade e no NR, atingiu a sustentabilidade ideal, pois o município destinou 48,2% dos recursos para a saúde.

Os índices da dimensão social obtidos pelo modelo MT/CP e pelo NR/CP foram respectivamente 0,530 e 0,451 em 2000 e de 0,458 e 0,527 em 2010. No primeiro ano, o índice do MT/CP foi maior que o do NR/CP, proporcionando diferentes classificações, entre elas a média e a baixa sustentabilidade. Já em 2010, o município de Taquaritinga do Norte – PE regrediu pelo modelo MT/CP e teve uma melhora pelo modelo NR/CP, comparando os resultados entre 2000 e 2010. No entanto, em geral precisa melhorar nesta dimensão.

Os indicadores da dimensão econômica, através do índice MT, apresentaram-se ora insustentáveis, ora com uma sustentabilidade baixa ou média. Já o índice NR, mostrou que a maioria dos indicadores atingiu uma sustentabilidade ideal, em relação aos critérios exigidos. O único deste modelo que foi considerado insustentável foi o PIB *per capita*, que não atingiu o crescimento anual de no mínimo 7%, para os dois anos analisados. Os resultados dos índices para a dimensão econômica espelharam os valores obtidos pelos indicadores. Assim, pelo modelo MT/CP foram 0,070 e 0,039, para os anos 2000 e 2010, ou seja, insustentáveis. E para o modelo NR/CP, foi 0,945 nos referidos anos, o que condiz com uma sustentabilidade ideal.

Na dimensão ambiental, para o ano 2000, os índices obtidos pelos modelos MT e NR, mostraram que pelo NR, a maioria dos indicadores são insustentáveis, ou seja, não atingiram os níveis de referência científicos estabelecidos. Diferentemente, no ano 2010, de três passou para cinco, o número de indicadores que atingiram uma sustentabilidade ideal. No modelo MT, a comparação entre 2000 e 2010, mostrou que pelo menos três indicadores tiveram uma queda nos índices, foram eles: demanda de água; índice de perdas na distribuição; e taxa de cobertura vegetal. Os índices da dimensão ambiental pelos modelos MT/CP e NR/CP foram respectivamente de 0,509 e 0,270 no ano 2000, e de 0,469 e 0,544 em 2010. Pelo MT/CP, o índice teve uma queda, passando de uma sustentabilidade média para baixa sustentabilidade em 2010, demonstrando que o município não evoluiu em comparação aos demais da amostra. Já pelo NR/CP, o índice da dimensão mostrou uma evolução, pois passou de uma baixa para média sustentabilidade, uma evolução dos indicadores ao longo dos anos.

Os índices obtidos pelos modelos MT e NR no ano 2000 foram os mesmos, 0,000 para cada um dos indicadores da dimensão institucional. Em 2010, os resultados apresentaram uma variação no indicador despesa com gestão ambiental. Ao comparar com os valores

disponibilizados por outros municípios, os R\$ 90,00 de Taquaritinga do Norte – PE foi muito baixo, portanto, insustentável, de acordo com o modelo tradicional mas, foi sustentável para o modelo NR, já que qualquer valor disponibilizado é considerado válido para receber esta classificação, haja vista ser desconhecido o valor ou percentual que deve ser disponibilizado para atividades de gestão ambiental nos municípios. Por tudo isso, os índices MT/CP e NR/CP para a dimensão institucional foi 0,000 nos dois modelos analisados no ano 2000, e de 0,830 no MT/CP e de 0,835 no NR/CP no ano 2010. Os dois modelos mostram uma evolução dos índices da dimensão, passando insustentáveis para uma sustentabilidade ideal.

Com base nos resultados das dimensões do modelo de indicadores de sustentabilidade para o Semiárido, foi obtido o ISSHSAB, que para 2000, nos modelos MT/CP e NR/CP, foi 0,277 e 0,417 e no ano 2010, foram 0,442 e 0,713 respectivamente. Os dados mostram que o modelo MT/CP apresentou resultados inferiores aos observados no modelo NR/CP, em virtude de sua comparação com os resultados obtidos nos municípios vizinhos, e em detrimento dos níveis de referência científicos estabelecidos no modelo NR/CP.

Quadro 32- Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Taquaritinga do Norte – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.

Taquaritinga do Norte – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010					
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário (%)	0,923	40,3	0,434	0,401	0,403	0,372	53,1	0,549	0,507	0,531	0,490
		Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)	1,000	38,5	0,444	0,444	0,385	0,385	54	0,554	0,554	0,540	0,540
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais) (%)	0,808	3,3	0,081	0,065	0,033	0,027	12,2	0,032	0,026	0,122	0,099
	∑ Acesso*				0,959	0,910	0,821	0,784	*	1,135	1,087	1,193	1,129
	População	Taxa de crescimento da população (%)	0,308	7,1	0,033	0,010	0,000	0,000	2,3	0,000	0,000	0,000	0,000
		Taxa de urbanização (%)	0,076	60,8	0,581	0,044	1,000	0,076	72,1	0,701	0,053	1,000	0,076
	∑ População*				0,614	0,054	1,000	0,076	*	0,701	0,053	1,000	0,076
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil (‰)	0,308	36,3	1,000	0,308	0,000	0,000	19,3	0,904	0,278	0,000	0,000
		Expectativa de vida ao nascer (anos)	0,154	70,3	1,000	0,154	1,000	0,154	72,8	0,885	0,136	1,000	0,154
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia) (n°)	0,885	13	1,000	0,885	1,000	0,885	55	0,377	0,334	1,000	0,885
		Despesa com saúde (%)	0,154	48,2	0,493	0,076	1,000	0,154	36	0,187	0,029	1,000	0,154
	∑ Saúde*				3,493	1,423	3,000	1,193		2,353	0,777	3,000	1,193
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	0,076	72,36	0,897	0,068	0,724	0,055	77,05	0,841	0,064	0,771	0,059
	∑ Educação*				0,897	0,06817	0,724	0,05502	*	0,841	0,06392	0,771	0,059
	Distribuição de renda	Índice de Gini (0-1)	0,308	0,520	0,632	0,195	0,480	0,148	0,420	1,000	0,308	0,580	0,179
∑ Distribuição de Renda*				0,632	0,19466	0,480	0,14784	*	1	0,308	0,580	0,17864	
ÍNDICE DIMENSÃO SOCIAL*				1,319	0,530	1,205	0,451	*	1,206	0,458	1,309	0,527	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Taquaritinga do Norte – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010					
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP
ECONÔMICA	PIB	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,164	1664,69	0,542	0,089	0,000	0,000	4676,38	0,121	0,020	0,000	0,000
	Σ PIB <i>per capita</i> *				0,542	0,089	0,000	0,000	*	0,121	0,020	0,000	0,000
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal (m ³ /ano)	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364
		Água outorgada para irrigação (m ³ /ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
		Água outorgada para o abastecimento humano (m ³ /ano)	1,000	2748	0,000	0,000	1,000	1,000	41500	0,003	0,003	1,000	1,000
		Água outorgada para indústria (m ³ /ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
	Σ Outorga*				0,000	0,000	4,000	2,636	*	0,003	0,003	4,000	2,636
	Consumo	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica (kwh/hab/ano)	0,200	480,9	0,611	0,122	1,000	0,200	682	0,471	0,094	1,000	0,200
	Σ Consumo*				0,611	0,122	1,000	0,200	*	0,471	0,094	1,000	0,200
ÍNDICE DIMENSÃO ECONÔMICA*				0,384	0,070	1,667	0,945	*	0,198	0,039	1,667	0,945	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Taquaritinga do Norte – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010					
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial (m³/ano)	0,313	3 * 10 ⁶	0,000	0,000	0,000	0,000	12*10 ⁶	0,000	0,000	1,000	0,313	
		Disponibilidade de água subterrânea (m³/ano)	0,313	270830	1,000	0,313	0,000	0,000	245280	1,000	0,313	0,000	0,000	
		Disponibilidade de água <i>per capita</i> (m³/hab/ano)	0,313	41,43	0,000	0,000	0,000	0,000	110,9	0,000	0,000	0,000	0,000	
		Demanda de água (m³/ano)	0,490	2 * 10 ⁶	0,783	0,384	0,000	0,000	2*10 ⁶	0,708	0,347	1,000	0,490	
		Índice de perdas na distribuição de água (%)	0,183	53,5	0,473	0,087	0,000	0,000	77,6	0,129	0,024	0,000	0,000	
	Σ Recurso*					2,256	0,783	0,000	0,000		1,837	0,684	2,000	0,803
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo (%)	0,104	82	0,189	0,020	0,820	0,085	100	1,000	0,104	1,000	0,104	
		Destino final do lixo (Local)	0,052	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	
		Coleta seletiva do lixo (Sim/Não)	0,017	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	
		Tratamento de esgotos (Sim/Não)	0,490	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Controle de Resíduos*					0,189	0,020	0,820	0,085	*	1,000	0,104	1,000	0,104
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água (0-1)	0,490	75	1,000	0,490	1,000	0,490	84	1,000	0,490	1,000	0,490	
		Taxa de cobertura vegetal (%)	0,235	100	1,000	0,235	1,000	0,235	76,7	0,553	0,130	1,000	0,235	
	Σ Ambiente*					2,000	0,725	2,000	0,725	*	1,553	0,620	2,000	0,725
ÍNDICE DIMENSÃO AMBIENTAL*					1,482	0,509	0,940	0,270	*	1,463	0,469	1,667	0,544	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Taquaritinga do Norte – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	Valores	2000				Valores	2010				
					Índice	Índice	Índice	Índice		Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Sim/Não)	0,330	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Política de Recursos Hídricos*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	2,000	1,660	2,000	1,660
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental (R\$)	0,010	0	0,000	0,000	0,000	0,000	90	0,003	0,000	1,000	0,010	
	Σ Gestão de Recursos Financeiros*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	0,003	0,000	1,000	0,010
	ÍNDICE DIMENSÃO INSTITUCIONAL*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,002	0,830	1,500	0,835
ISSHSAB*					0,796	0,277	0,953	0,417	*	0,900	0,442	1,536	0,713	

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.13 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Toritama – PE

Os índices NR para cada um dos indicadores da dimensão social (Quadro 33) mostraram que no ano 2000, dos 11 indicadores, seis alcançaram uma sustentabilidade ideal, e os demais ficaram entre insustentáveis ou média sustentabilidade, foram eles: taxas de atendimento da população com cisternas, de crescimento da população, de mortalidade infantil, de alfabetização e o índice de Gini. Sobre o primeiro indicador, entende-se que o número de cisternas é pequeno diante do número de domicílios na área rural do município; o crescimento da população no município foi maior que a média de crescimento do Semiárido; a taxa de mortalidade infantil foi maior do que o esperado, que é de 12‰; a taxa de alfabetização está longe da universalização; e o índice de Gini ainda não está próximo da completa igualdade social (0,000). Em 2010, além dos seis citados, um teve sua classificação rebaixada, o acesso ao sistema de esgoto. A principal explicação deve-se ao intenso crescimento da população, e de novos domicílios que ainda não receberam a infraestrutura necessária para a rede de água e esgoto.

O índice NR/CP para a dimensão social foi de 0,633 no ano 2000 e de 0,649 em 2010. Os valores mostram que a classificação da dimensão permaneceu na faixa de média sustentabilidade. O discreto aumento do índice em 2010, está diretamente relacionado ao aumento no número de domicílios com cisternas e da taxa de alfabetização.

Pelo modelo NR, todos os indicadores da dimensão econômica obtiveram índices com sustentabilidade ideal, para os dois anos analisados, 2000 e 2010. O crescimento da renda *per capita* foi igual ou maior que 7%; o volume outorgado foi menor de que o volume máximo outorgável; e o consumo *per capita* de energia foi o necessário para o atendimento da população. Por tudo isso, o índice NR/CP da dimensão econômica foi 1,000, nos dois períodos, o que significa que alcançou a sustentabilidade ideal. Neste sentido, é preciso manter o desenvolvimento.

Na dimensão ambiental, dos 11 indicadores, cinco atingiram a sustentabilidade ideal tanto no ano 2000 quanto em 2010. Foram eles: a disponibilidade de água superficial, que foi maior que a vazão regularizada com 90% de garantia do reservatório de Jucazinho; a demanda de água, que foi menor que 20% do volume médio do reservatório; o acesso a coleta de lixo, que atingiu 100% dos domicílios; o IQA, com um valor considerado bom e a taxa de cobertura vegetal, maior que 20%. Os demais permaneceram insustentáveis com o passar dos

anos. Neste sentido, vê-se que é preciso aumentar a disponibilidade de água tanto subterrânea como *per capita*; reduzir as perdas na distribuição; dar o destino e o tratamento adequado do lixo; bem como investir no tratamento de esgoto para aumentar o nível de sustentabilidade. Neste sentido, o índice NR/CP para a dimensão ambiental foi de 0,544 tanto em 2000, quanto em 2010.

Os resultados dos índices NR, para cada indicador da dimensão institucional, mostraram que no ano 2000, todos os indicadores foram considerados insustentáveis, e em 2010, apenas dois: a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e as despesas com gestão ambiental. O primeiro de responsabilidade do Comitê de Bacia Hidrográfica e o segundo porque o município não disponibilizou nenhum valor para a gestão ambiental. Assim, o resultado do índice para a dimensão institucional foi 0,000 no ano 2000, e em 2010 passou para 0,830, passando de insustentável para uma sustentabilidade ideal.

Os valores do ISSHSAB pelo NR/CP foram de 0,544 para o ano 2000 e de 0,756 para 2010. Deste modo, o índice passou de média sustentabilidade para uma sustentabilidade aceitável, bem próximo de atingir a sustentabilidade ideal. Para isso, é preciso alcançar as metas estabelecidas, ou os níveis de referência propostos para cada indicador e em cada dimensão, especialmente aqueles que apresentaram baixos níveis de sustentabilidade.

4.13.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Toritama - PE

Analisando os índices obtidos pelos modelos MT e NR, no ano 2000, para cada indicador da dimensão social (Quadro 33), percebe-se que dos 11 indicadores, seis apresentaram a mesma classificação em ambos os modelos. Foram eles: acesso a rede de esgoto e de água; taxas de urbanização e de atendimento da população com cisternas, expectativa de vida ao nascer e taxa de alfabetização. Todos estes têm uma relação positiva com o meio ambiente, já que quanto maior seu valor melhor é para o sistema ambiental. O mesmo ocorre com o modelo NR, quando se atende aos critérios de universalização do atendimento; se é um município urbanizado; e se tem uma expectativa de vida for igual ou maior que a média do Semiárido. Em 2010, seis indicadores também tiveram a mesma classificação, foram eles: acesso ao sistema de abastecimento de água; taxas de atendimento da população com cisternas, de crescimento da população, de urbanização; expectativa de

vida e doenças por veiculação hídrica. Os demais apresentaram diferentes classificações de acordo com o modelo utilizado. Um deles foi a taxa de mortalidade infantil, que para o modelo MT foi sustentável nos dois anos analisados e no modelo NR, foi considerado insustentável já que não atingiu a meta estabelecida nos ODS para 2030, de 12%.

Os índices obtidos para a dimensão social, no modelo MT/CP, foram de 0,673 em 2000 e de 0,668 em 2010. No modelo NR/CP os índices foram de 0,633 em 2000 e de 0,649 em 2010. No geral, apresentaram a mesma classificação, média sustentabilidade, no entanto, percebe-se que o modelo MT/CP apresentou valores maiores que o modelo NR/CP na maioria dos indicadores. Atribui-se este fato, ao nível de exigência do modelo NR ser maior que o do modelo MT para os indicadores desta dimensão.

Dos seis indicadores da dimensão econômica, no ano 2000, apenas um apresentou a mesma classificação nos dois modelos (o consumo *per capita* de energia elétrica), e em 2010 dois indicadores, o citado anteriormente e a água outorgada para a indústria, atingiram a sustentabilidade ideal. Contudo, os demais indicadores apresentaram resultados diferentes entre os modelos. Para o MT, o rendimento *per capita*, foi considerado de média sustentabilidade, e para o NR, sustentabilidade ideal, por ter tido um crescimento de 7% ao ano como estabelecido nos ODS para 2030. O volume outorgado para abastecimento animal, irrigação e humano foram insustentáveis no modelo MT, mas no NR, apresentou uma sustentabilidade ideal, já que a soma dos volumes outorgados ficou abaixo do volume máximo outorgável para o reservatório de Jucazinho - PE. Em virtude dos parâmetros utilizados pelo modelo MT, o índice da dimensão econômica foi de 0,097 em 2000 e de 0,298 em 2010, passando de insustentável para baixa sustentabilidade. No modelo NR/CP o resultado para os dois anos avaliados foi de 1,000, ou seja, alcançaram uma sustentabilidade ideal.

O número de indicadores da dimensão ambiental que tiveram a mesma classificação nos dois modelos foram seis no ano 2000 e em 2010. Os demais apresentaram diferentes resultados e classificações. Nesta dimensão, tanto no ano 2000 quanto em 2010, dos 11 indicadores, três foram considerados sustentáveis pelo modelo MT e cinco pelo modelo NR, mostrando que o município apresentou uma estagnação neste período. Fato este que se refletiu no índice da dimensão ambiental, que no MT/CP foi de 0,454 em 2000 e 0,352 em 2010, baixa sustentabilidade em ambos. E pelo NR/CP foi de 0,544 tanto em 2000 quanto em 2010, portanto, média sustentabilidade.

Os indicadores da dimensão institucional apresentaram os mesmos resultados em ambos os modelos (MT e NR), tanto para o ano 2000 quanto para 2010. No ano 2000, todos os indicadores foram considerados insustentáveis, já em 2010, dois foram considerados insustentáveis e os outros dois foram classificados como sustentabilidade ideal, foram eles: a implantação do comitê de bacia e o plano de recursos hídricos para a bacia hidrográfica. Em virtude deste cenário, os índices da dimensão institucional foram 0,000 em 2000 e 0,830 em 2010 para os dois modelos (MT/CP e NR/CP). A dimensão passou de uma insustentabilidade para uma sustentabilidade ideal em 10 anos.

Os resultados do ISSHSAB foram diferentes entre os modelos. Para o modelo MT/CP, foi de 0,306 no ano 2000, e de 0,537 em 2010. Para o NR/CP, foi de 0,544 em 2000 e de 0,756 no ano 2010. Os resultados do modelo MT foram menores do que no modelo NR. Assim, mesmo seguindo níveis de referência estabelecidos cientificamente, de um modo geral, os resultados foram satisfatórios no modelo NR, já que o município alcançou níveis de sustentabilidade maiores do que os obtidos pelo modelo MT. No MT/CP, o município passou de baixa para média sustentabilidade e no NR/CP, foi de média para uma sustentabilidade aceitável.

Quadro 33 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Toritama – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.

Toritama – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário (%)	0,923	88,6	1,000	0,923	0,886	0,818	80	0,903	0,833	0,800	0,738
		Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)	1,000	80,7	0,935	0,935	0,807	0,807	80,5	0,841	0,841	0,805	0,805
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais) (%)	0,808	6,3	0,192	0,155	0,063	0,051	24,2	0,296	0,239	0,242	0,196
	Σ Acesso*				2,127	2,01314	1,756	1,67568	*	2,04	1,91364	1,847	1,739
	População	Taxa de crescimento da população (%)	0,308	4,3	0,337	0,104	0,000	0,000	5	-0,871	-0,268	0,000	0,000
		Taxa de urbanização (%)	0,076	92,1	0,944	0,072	1,000	0,076	95,9	0,979	0,074	1,000	0,076
	Σ População*				1,281	0,176	1,000	0,076	*	0,108	-0,194	1,000	0,076
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil (‰)	0,308	42,4	0,832	0,256	0,000	0,000	19,2	0,911	0,281	0,000	0,000
		Expectativa de vida ao nascer (anos)	0,154	68,7	0,807	0,124	1,000	0,154	72,8	0,885	0,136	1,000	0,154
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia) (n°)	0,885	125	0,440	0,389	1,000	0,885	13	0,922	0,816	1,000	0,885
		Despesa com saúde (%)	0,154	42,1	0,361	0,056	1,000	0,154	36,9	0,211	0,032	1,000	0,154
	Σ Saúde*				2,44	0,826	3,000	1,193	*	2,929	1,265	3,000	1,193
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	0,076	65,38	0,554	0,042	0,654	0,050	79,4	1,000	0,076	0,794	0,060
	Σ Educação*				0,554	0,0421	0,654	0,0497	*	1,000	0,076	0,794	0,060
	Distribuição de renda	Índice de Gini (0-1)	0,308	0,450	1,000	0,308	0,550	0,169	0,430	0,900	0,277	0,570	0,176
	Σ Distribuição de Renda*				1,000	0,308	0,550	0,1694	*	0,900	0,2772	0,570	0,176
	ÍNDICE DIMENSÃO SOCIAL*				1,480	0,673	1,392	0,633	*	1,395	0,668	1,442	0,649

Fonte: Elaboração própria (2019).

Toritama – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
ECONÔMICA	PIB	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,164	1669,85	0,548	0,090	1,000	0,164	6249,89	0,531	0,087	1,000	0,164
	Σ PIB <i>per capita</i> *				0,548	0,090	1,000	0,164	*	0,531	0,087	1,000	0,164
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal (m³/ano)	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364
		Água outorgada para irrigação (m³/ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
		Água outorgada para o abastecimento humano (m³/ano)	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000
		Água outorgada para indústria (m³/ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	41245	1,000	0,636	1,000	0,636
	Σ Outorga*				0,000	0,000	4,000	2,636	*	1,000	0,636	4,000	2,636
	Consumo	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica (kwh/hab/ano)	0,200	690,6	1,000	0,200	1,000	0,200	985	0,858	0,172	1,000	0,200
	Σ Consumo*				1,000	0,200	1,000	0,200	*	0,858	0,172	1,000	0,200
ÍNDICE DIMENSÃO ECONÔMICA*				0,516	0,097	2,000	1,000	*	0,796	0,298	2,000	1,000	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Toritama – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice
				MT	MT/CP	NR	NR/CP	MT	MT/CP	NR	NR/CP		
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial (m³/ano)	0,313	103 * 10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313	304*10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313
		Disponibilidade de água subterrânea (m³/ano)	0,313	15330	0,000	0,000	0,000	0,000	17374	0,000	0,000	0,000	0,000
		Disponibilidade de água <i>per capita</i> (m³/hab/ano)	0,313	477,54	1,000	0,313	0,000	0,000	1291,06	1,000	0,313	0,000	0,000
		Demanda de água (m³/ano)	0,490	2 * 10 ⁶	0,732	0,359	1,000	0,490	3*10 ⁶	0,511	0,250	1,000	0,490
		Índice de perdas na distribuição de água (%)	0,183	48	0,575	0,105	0,000	0,000	68,9	0,416	0,076	0,000	0,000
	Σ Recurso*				3,307	1,090	2,000	0,803	*	2,927	0,953	2,000	0,803
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo (%)	0,104	100	1,000	0,104	1,000	0,104	100	1,000	0,104	1,000	0,104
		Destino final do lixo (Local)	0,052	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000
		Coleta seletiva do lixo (Sim/Não)	0,017	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
		Tratamento de esgotos (Sim/Não)	0,490	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Controle de Resíduos*				1,000	0,104	1,000	0,104	*	1,000	0,104	1,000	0,104
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água (0-1)	0,490	66	0,000	0,000	1,000	0,490	73	0,000	0,000	1,000	0,490
		Taxa de cobertura vegetal (%)	0,235	85,6	0,712	0,167	1,000	0,235	50,6	0,000	0,000	1,000	0,235
	Σ Ambiente*				0,712	0,167	2,000	0,725	*	0,000	0,000	2,000	0,725
ÍNDICE DIMENSÃO AMBIENTAL*				1,673	0,454	1,667	0,544	*	1,309	0,352	1,667	0,544	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Toritama – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010					
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Sim/Não)	0,330	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Política de Recursos Hídricos*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	2,000	1,660	2,000	1,660
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental (R\$)	0,010	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Gestão de Recursos Financeiros*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	0,000	0,000	0,000	0,000
	ÍNDICE DIMENSÃO INSTITUCIONAL*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,000	0,830	1,000	0,830
ISSHSAB*					0,917	0,306	1,265	0,544	*	1,125	0,537	1,527	0,756	

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.14 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Vertente do Lério – PE

Os índices NR gerados para cada indicador da dimensão social do município de Vertente do Lério – PE (Quadro 34) mostraram que dos 11 indicadores, apenas dois alcançaram a sustentabilidade ideal no ano 2000 e em 2010. Foram eles: as doenças por veiculação hídrica e a despesa com saúde, no primeiro ano, e a taxa de crescimento da população e a despesa com saúde, no segundo ano. No ano 2000 as doenças de veiculação hídrica ficaram abaixo da frequência esperada e a despesa com saúde atendeu o estabelecido pela Lei nº141/2012, de no mínimo 15% da receita. E em 2010, além de ter cumprido o percentual mínimo para a saúde, teve uma queda no crescimento da população. Os demais indicadores foram considerados insustentáveis, com baixa ou média sustentabilidade. Estes resultados refletiram no índice NR/CP da dimensão social, que foi 0,268 no ano 2000 e 0,196 em 2010, passando de baixa sustentabilidade para insustentável, especialmente por ter apresentado uma queda no indicador doenças de veiculação hídrica, indicador com forte peso nesta dimensão.

Dos indicadores da dimensão econômica, apenas um não atingiu a sustentabilidade ideal, foi o indicador rendimento *per capita*, que no ano 2000 obteve 3,3% de crescimento, ou seja, não atingiu o valor de crescimento mínimo de 7% anual de acordo com os ODS para 2030. Por outro lado, em 2010, todos os indicadores foram considerados sustentáveis, pois alcançaram a sustentabilidade ideal. Estes resultados refletiram nos valores dos índices da dimensão econômica, que foi 0,945 no ano 2000 e 1,000 em 2010, ambos sustentáveis.

A dimensão ambiental apresentou tanto no ano 2000, quanto em 2010, cinco indicadores que atingiram a sustentabilidade ideal, foram eles: a disponibilidade de água superficial; a demanda de água; acesso à coleta de lixo; o IQA e a taxa de cobertura vegetal. Todos os outros foram considerados insustentáveis. De posse destes resultados, o índice NR/CP para a dimensão ambiental foi de 0,538 no ano 2000 e de 0,544 em 2010, ambos inseridos na média sustentabilidade. Observa-se também que o discreto aumento do índice se deve a melhoria do acesso a coleta de lixo em 2010.

Os índices NR de cada indicador da dimensão institucional mostraram que no ano 2000, todos os indicadores foram considerados insustentáveis e em 2010, apenas um, o indicador cobrança pelo uso dos recursos hídricos, que é de responsabilidade do Comitê de Bacia Hidrográfica. Diante deste contexto, o índice NR/CP da dimensão institucional foi

0,000 no ano 2000 e 0,835 em 2010 passando de insustentável para uma sustentabilidade ideal no período.

De posse dos resultados das dimensões, foi calculado o ISSHSAB, que apresentou no ano 2000 o valor de 0,438 e em 2010, 0,644. Estes dados mostram que o nível de sustentabilidade evoluiu no período, passando de uma baixa para média sustentabilidade. Também mostram que é preciso trabalhar os indicadores que não apresentaram bons resultados para promover o desenvolvimento e alcançar a sustentabilidade ideal.

4.14.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Vertente do Lério – PE

Na dimensão social, observa-se que oito indicadores tiveram a mesma classificação nos dois modelos no ano 2000, mesmo tendo valores de referências distintos (Quadro 34). Em 2010, sete indicadores tiveram a mesma classificação. No entanto, é mister entender o que levou os demais a apresentarem diferentes classificações. No ano 2000, três indicadores tiveram classificações diferentes, foram eles: taxa de crescimento da população, despesa com saúde e taxa de alfabetização. O primeiro indicador foi considerado média sustentabilidade pelo modelo MT e insustentável pelo modelo NR; o segundo foi considerado baixa sustentabilidade no MT e sustentabilidade ideal no NR e o terceiro foi considerado insustentável pelo MT e com sustentabilidade média no NR. No modelo NR, a taxa de crescimento da população foi insustentável porque teve um crescimento maior que a média do Semiárido; a despesa com saúde foi ideal porque teve o percentual mínimo de 15% sobre a arrecadação atingida e a taxa de alfabetização foi média, por ter atendido 55,8% da população.

Em 2010, os indicadores da dimensão social que apresentaram diferentes classificações foram: doenças por veiculação hídrica; despesa com saúde; taxa de alfabetização e índice de Gini. Os principais motivos para estas diferenças estão nos níveis de referência estabelecidos. No modelo NR, o primeiro indicador teve como meta uma frequência esperada de doenças (7 casos) que foi ultrapassada; a despesa com saúde atingiu o percentual mínimo (15%); a taxa de alfabetização atingiu 66,7% da população e o índice de Gini, está distante da distribuição igualitária de renda. Todos estes resultados colaboraram para que o índice da dimensão no modelo MT/CP fosse 0,254 no ano 2000 e 0,311 em 2010, e para o modelo NR/CP 0,268 no ano 2000 e de 0,196 em 2010. Os dois modelos apresentaram

classificações insatisfatórias: insustentável ou baixa sustentabilidade. A queda no índice NR/CP em 2010, foi dada pelo aumento no número de casos de doenças de veiculação hídrica em relação à frequência esperada.

Para a dimensão econômica, todos os indicadores apresentaram diferentes classificações entre os modelos MT e NR no ano 2000. Esta situação também ocorreu em 2010, exceto para o indicador rendimento *per capita*. No ano 2000, o modelo NR considerou insustentável apenas o indicador rendimento *per capita* por não ter apresentado a taxa de crescimento esperada, de 7% ao ano, o crescimento do município foi de 3,3%. Os demais indicadores foram considerados sustentáveis, pois o volume de água outorgada foi menor do que o volume máximo outorgável, e pelo consumo *per capita* de energia ter atendido a demanda necessária. Em 2010 todos os indicadores foram considerados sustentáveis por este modelo. Já no modelo MT, a maioria dos indicadores foram considerados insustentáveis. Por este motivo, os índices MT/CP foram 0,084 para o ano 2000 e 0,103 para 2010, insustentáveis nos dois anos analisados; e no modelo NR/CP foram 0,945 no ano 2000 e 1,000 em 2010, o que significa que atingiram a sustentabilidade ideal.

Os índices obtidos para cada indicador da dimensão ambiental mostram que dos 11 indicadores, sete apresentaram a mesma classificação nos dois modelos utilizados no ano 2000, e em 2010 foram oito indicadores na mesma situação. No entanto, embora uma maioria tenha conseguido a mesma classificação, os demais apresentam diferentes resultados. O indicador disponibilidade de água *per capita*, por exemplo, alcançou a sustentabilidade ideal nos dois anos analisados pelo modelo MT, mas pelo modelo NR, foi considerado insustentável por não ter atingido uma *per capita* mínima de 1.700m³/hab./ano, valor determinado pela ONU para atender as necessidades básicas.

O IQA pelo modelo MT, foi considerado insustentável tanto em 2000, quanto em 2010 e pelo modelo NR, atingiu a sustentabilidade ideal por apresentar um valor compatível para um tratamento convencional da água. Diante deste cenário, os resultados dos índices MT/CP para a dimensão ambiental foram 0,503 e 0,511 para 2000 e 2010 respectivamente, e do NR/CP foram 0,538 e 0,544 para os referidos anos. Observa-se que os modelos apresentaram a mesma classificação para a dimensão ambiental, média sustentabilidade nos dois anos analisados, e demonstraram que apesar da discreta evolução no período, não tiveram resultados capazes de mudar seu nível de sustentabilidade.

Diante da dimensão institucional, observa-se que todos os indicadores apresentaram a mesma classificação pelos dois modelos utilizados, no ano 2000, a insustentabilidade. Em 2010, contudo, o modelo MT apresentou dois indicadores como insustentáveis e o NR, apenas um, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. O indicador despesa com gestão ambiental foi considerado insustentável para o MT, e sustentável para o NR, por ter o município disponibilizado uma quantia para a gestão ambiental. Os resultados dos índices por indicador permitiram calcular os índices para a dimensão institucional, que pelos modelos MT/CP e NR/CP no ano 2000 foi 0,000 e em 2010, foi 0,830 e 0,835 respectivamente. Em ambos os modelos se percebe um crescimento nos valores dos índices, que passou de insustentável para sustentabilidade ideal, no período.

Quanto ao ISSHSAB, no ano 2000, ambos os modelos apresentaram índices dentro da classe baixa sustentabilidade, o MT/CP com 0,210 e o NR/CP com 0,438. Em 2010, apesar do aumento, no MT/CP o município apresentou baixa sustentabilidade, 0,439, enquanto no NR/CP evoluiu para uma sustentabilidade média, 0,644.

Quadro 34 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Vertente do Lério – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.

Vertente do Lério – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário (%)	0,923	3,2	0,000	0,000	0,032	0,030	11,3	0,000	0,000	0,113	0,104
		Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)	1,000	6,5	0,071	0,071	0,065	0,065	2,9	0,000	0,000	0,029	0,029
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais) (%)	0,808	4,6	0,128	0,103	0,046	0,037	20,3	0,210	0,170	0,203	0,164
	Σ Acesso*				0,199	0,17442	0,143	0,1317	*	0,21	0,16968	0,345	0,297
	População	Taxa de crescimento da população (%)	0,308	1,5	0,641	0,197	0,000	0,000	-0,8	1,000	0,308	1,000	0,308
		Taxa de urbanização (%)	0,076	17,7	0,081	0,006	0,000	0,000	22,9	0,125	0,010	0,000	0,000
	Σ População*				0,722	0,204	0,000	0,000	*	1,125	0,318	1,000	0,308
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil (‰)	0,308	72,7	0,000	0,000	0,000	0,000	31,5	0,068	0,021	0,000	0,000
		Expectativa de vida ao nascer (anos)	0,154	62	0,000	0,000	0,000	0,000	68,5	0,058	0,009	0,000	0,000
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia) (n°)	0,885	47	0,830	0,735	1,000	0,885	15	0,896	0,793	0,000	0,000
		Despesa com saúde (%)	0,154	41	0,337	0,052	1,000	0,154	34,1	0,131	0,020	1,000	0,154
	Σ Saúde*				1,167	0,786	2,000	1,039	*	1,153	0,843	1,000	0,154
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	0,076	55,84	0,085	0,006	0,558	0,042	66,76	0,145	0,011	0,668	0,051
	Σ Educação*				0,085	0,00646	0,558	0,04241	*	0,145	0,01102	0,668	0,051
	Distribuição de renda	Índice de Gini (0-1)	0,308	0,580	0,316	0,097	0,420	0,129	0,450	0,700	0,216	0,550	0,169
	Σ Distribuição de Renda*				0,316	0,09733	0,420	0,12936	*	0,7	0,2156	0,550	0,1694
	ÍNDICE DIMENSÃO SOCIAL*				0,498	0,254	0,624	0,268	*	0,667	0,311	0,713	0,196

Fonte: Elaboração própria (2019).

Vertente do Lério – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
ECONÔMICA	PIB	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,164	2039,49	1,000	0,164	0,000	0,000	8050,66	1,000	0,164	1,000	0,164
	Σ PIB <i>per capita</i> *				1,000	0,164	0,000	0,000	*	1,000	0,164	1,000	0,164
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal (m ³ /ano)	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364
		Água outorgada para irrigação (m ³ /ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
		Água outorgada para o abastecimento humano (m ³ /ano)	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000
		Água outorgada para indústria (m ³ /ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636
	Σ Outorga*				0,000	0,000	4,000	2,636	*	0,000	0,000	4,000	2,636
	Consumo	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica (kwh/hab/ano)	0,200	389,1	0,441	0,088	1,000	0,200	878,1	0,722	0,144	1,000	0,200
	Σ Consumo*				0,441	0,088	1,000	0,200	*	0,722	0,144	1,000	0,200
ÍNDICE DIMENSÃO ECONÔMICA*				0,480	0,084	1,667	0,945	*	0,574	0,103	2,000	1,000	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Vertente do Lério – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial (m³/ano)	0,313	103 * 10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313	304*10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313
		Disponibilidade de água subterrânea (m³/ano)	0,313	57.232	0,182	0,057	0,000	0,000	79716	0,246	0,077	0,000	0,000
		Disponibilidade de água <i>per capita</i> (m³/hab/ano)	0,313	477,54	1,000	0,313	0,000	0,000	1291,06	1,000	0,313	0,000	0,000
		Demanda de água (m³/ano)	0,49	458.441	1,000	0,490	1,000	0,490	436827	1,000	0,490	1,000	0,490
		Índice de perdas na distribuição de água (%)	0,183	51,2	0,516	0,094	0,000	0,000	81,5	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Recurso*				3,698	1,267	2,000	0,803	*	3,246	1,193	2,000	0,803
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo (%)	0,104	84	0,279	0,029	0,840	0,087	100	1,000	0,104	1,000	0,104
		Destino final do lixo (Local)	0,052	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000
		Coleta seletiva do lixo (Sim/Não)	0,017	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
		Tratamento de esgotos (Sim/Não)	0,49	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Controle de Resíduos*				0,279	0,029	0,840	0,087	*	1,000	0,104	1,000	0,104
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água (0-1)	0,49	66	0,000	0,000	1,000	0,490	73	0,000	0,000	1,000	0,490
		Taxa de cobertura vegetal (%)	0,235	95,1	0,902	0,212	1,000	0,235	97,8	1,000	0,235	1,000	0,235
	Σ Ambiente*				0,902	0,212	2,000	0,725	*	1,000	0,235	2,000	0,725
	ÍNDICE DIMENSÃO AMBIENTAL*				1,626	0,503	1,613	0,538	*	1,749	0,511	1,667	0,544

Fonte: Elaboração própria (2019).

Vertente do Lério – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	Valores	2000				2010				
					Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica (Sim/Não)	0,83	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica (Sim/Não)	0,83	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Sim/Não)	0,33	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Política de Recursos Hídricos*				0,000	0,000	0,000	0,000	*	2,000	1,660	2,000	1,660
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental (R\$)	0,01	0	0,000	0,000	0,000	0,000	1550	0,053	0,001	1,000	0,010
	Σ Gestão de Recursos Financeiros*				0,000	0,000	0,000	0,000	*	0,053	0,001	1,000	0,010
	ÍNDICE DIMENSÃO INSTITUCIONAL*				0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,027	0,830	1,500	0,835
ISSHSAB*				0,651	0,210	0,976	0,438	*	1,004	0,439	1,470	0,644	

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.15 Avaliação dos índices gerados, no modelo com níveis de referência (NR), para o município de Vertentes – PE

De acordo com os índices NR obtidos para cada indicador da dimensão social (Quadro 35), percebe-se que dos 11 indicadores, cinco foram considerados insustentáveis no ano 2000 e três em 2010. Quanto a sustentabilidade ideal, apenas três indicadores alcançaram os níveis de referência propostos, tanto no ano 2000, quanto em 2010, foram eles: doenças por veiculação hídrica e despesa com saúde, nos dois anos analisados, aliado a expectativa de vida no ano 2000 e a taxa de urbanização em 2010.

De um modo geral, a maioria dos indicadores desta dimensão apresentou um crescimento no período avaliado. Apenas um indicador teve uma queda no nível de sustentabilidade em 2010, foi a expectativa de vida, que foi menor do que a média no Semiárido. A melhoria nos níveis de sustentabilidade também pode ser constatada no índice NR/CP para a dimensão social, que passou de 0,401 em 2000 para 0,563 no ano 2010, passando de baixa para média sustentabilidade. Os resultados evidenciam uma melhoria dos indicadores no período, o que é significativo. No entanto, para atingir a sustentabilidade ideal é preciso perseguir os indicadores que apresentaram baixas classificações.

Na dimensão econômica, dos seis indicadores, apenas um foi considerado insustentável no ano 2000, já em 2010, todos foram classificados como sustentabilidade ideal. O indicador que apresentou uma taxa de crescimento abaixo do esperado foi o rendimento *per capita*, que teve um crescimento de apenas 3,3% no ano 2000, enquanto esperava-se 7% ao ano. Refletindo os resultados positivos dos indicadores, o índice NR/CP da dimensão econômica foi de 0,945 no ano 2000 e de 1,000 em 2010, assim, nos dois anos analisados alcançou a sustentabilidade ideal.

Para a dimensão ambiental, os índices NR mostraram que no ano 2000, dos 11 indicadores, cinco alcançaram a sustentabilidade ideal: a disponibilidade de água superficial, a demanda de água, o acesso à coleta de lixo, o IQA e a taxa de cobertura vegetal. Em 2010, os indicadores supracitados mantiveram a sustentabilidade ideal. E os demais indicadores, insustentáveis no ano 2000, permaneceram com esta classificação em 2010, foram eles: disponibilidade de água subterrânea e *per capita*, índice de perdas na distribuição de água, destino e coleta seletiva do lixo, e tratamento de esgotos. O município apresentou uma estagnação nos últimos 10 anos. Fato este refletido no índice da dimensão que alcançou a sustentabilidade média nos dois anos analisados, de 0,544 tanto em 2000 quanto em 2010.

Dos quatro indicadores da dimensão institucional, todos foram considerados insustentáveis no ano 2000, e em 2010, foram dois: a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e as despesas com gestão ambiental. O primeiro, de responsabilidade do comitê de bacia, importante instrumento econômico para gestão das águas, e o segundo sob o comando do município, demonstra o grau de atenção que é dado para a gestão ambiental. Diante disso, o índice NR/CP da dimensão institucional para o ano 2000 foi de 0,000 (insustentável) e em 2010, 0,830 (sustentabilidade ideal). Considerando todas as dimensões avaliadas, o resultado do ISSHSAB no NR/CP foi de 0,473 no ano 2000 e 0,734 em 2010, isto significa que o município passou de baixa para uma sustentabilidade aceitável no período.

4.15.1 Análise dos resultados obtidos nos modelos, tradicional e com níveis de referência, para o município de Vertentes – PE

Comparando os índices obtidos para cada indicador da dimensão social, pelos modelos MT e NR (Quadro 35), observa-se que no ano 2000, quatro indicadores apresentaram a mesma classificação quanto ao nível de sustentabilidade, enquanto em 2010, foram oito. Aqueles que tiveram diferentes classificações em 2000 foram: as taxas de crescimento da população, de urbanização, de mortalidade infantil, e de alfabetização, expectativa de vida, despesa com saúde, e índice de Gini. Para o modelo MT, a taxa de crescimento da população apresentou uma sustentabilidade aceitável, a de urbanização e alfabetização baixa sustentabilidade, e a de mortalidade infantil, expectativa de vida, despesa com saúde e índice de Gini média sustentabilidade.

Para o modelo NR, as taxas de crescimento da população, de urbanização, de mortalidade infantil, e de alfabetização foram consideradas insustentáveis pelos seguintes motivos: o crescimento da população foi acima da média do Semiárido; a urbanização foi menor do que o esperado; a mortalidade infantil maior do que a meta estabelecida, de 12%. Em 2010, dos 11 indicadores, três apresentaram diferentes classificações: taxas de atendimento da população com cisternas; de urbanização; e despesa com saúde. Pelo modelo NR, no referido ano, o município foi considerado urbanizado, pois apresentou a maioria da população nas cidades e utilizou mais de 15% da arrecadação na área de saúde, por isso, estes indicadores obtiveram a classificação sustentabilidade ideal e como houve um aumento percentual da população atendida por cisternas, apresentou uma baixa sustentabilidade. Já pelo modelo MT, estes indicadores foram considerados de média ou baixa sustentabilidade.

Os índices MT/CP, para a dimensão social, em 2000 e 2010 foram de 0,467 e 0,589. E para o NR/CP foram: 0,401 e 0,563. Estes resultados mostram que para a dimensão social, o modelo MT, apresentou índices maiores do que o modelo NR. A principal razão está nos limites de referência por eles utilizados, haja vista que a comparação foi feita entre os municípios vizinhos, que apresentaram valores mais baixos diante do esperado cientificamente. Em geral, o município apresentou uma evolução no nível de sustentabilidade, passando de baixa para média no período e nos dois modelos.

Na dimensão econômica, dos seis indicadores, apenas um obteve a mesma classificação nos dois modelos utilizados, no ano 2000, foi o rendimento *per capita* (insustentável). Nesta dimensão, os melhores resultados foram alcançados pelo modelo NR, já que quase todos os indicadores alcançaram a sustentabilidade ideal, em 2000 e todos em 2010. Por isso, o nível de sustentabilidade da dimensão econômica pelo modelo MT/CP foi 0,029 em 2000 e 0,045 em 2010, ambos insustentáveis, e pelo modelo NR/CP foi de 0,945 e 1,000 nos respectivos anos, alcançando uma sustentabilidade ideal.

Para a dimensão ambiental, dos 11 indicadores, dois apresentaram diferentes classificações entre os modelos utilizados. Foram eles: disponibilidade *per capita* de água e o IQA. No ano 2000, para o modelo MT, o primeiro alcançou a sustentabilidade ideal e o segundo foi considerado insustentável. Pelo modelo NR, a disponibilidade *per capita* foi insustentável por ter sido menor do que a média considerada confortável pela ONU, 1.700m³/hab./ano; e o IQA foi considerado sustentável por apresentar um valor maior que 36, já que este é o limite utilizado para considerar a qualidade da água de um reservatório como aceitável.

Em 2010, cinco indicadores tiveram diferentes classificações entre os modelos: os citados anteriormente mais o índice de perda de água na distribuição, o acesso à coleta de lixo e a taxa de cobertura vegetal. Pelo modelo MT, o índice de perda e o acesso à coleta foi de baixa sustentabilidade e a taxa de cobertura vegetal foi de média sustentabilidade. Já para o modelo NR, o primeiro foi insustentável por não ter atingido o valor ideal, de 15%, o segundo e terceiro alcançaram a sustentabilidade ideal, por atenderem 99% dos domicílios e por terem apresentado uma taxa de cobertura vegetal igual ou maior que 20%, valor da reserva legal na Caatinga.

Os índices da dimensão ambiental para o modelo MT/CP foram 0,460 em 2000 e 0,443 em 2010. No modelo NR/CP foi 0,544 tanto em 2000 quanto em 2010. Pelo modelo

MT/CP o município foi classificado como baixa sustentabilidade nesta dimensão, enquanto pelo modelo NR/CP, foi considerado de média sustentabilidade, para os dois anos analisados. Para esta dimensão, o modelo NR/CP beneficiou o município, pois apresentou um grau de sustentabilidade maior do que no tradicional.

Na dimensão institucional os índices para cada indicador tiveram a mesma classificação nos dois modelos utilizados, tanto no ano 2000 quanto em 2010. No ano 2000, todos os indicadores foram considerados insustentáveis. Em 2010, dois foram considerados insustentáveis: cobrança pelo uso dos recursos hídricos e despesas com gestão ambiental, e os outros sustentáveis. Diante destes resultados, os índices MT/CP e NR/CP da dimensão institucional foram 0,000 em 2000 e 0,830 em 2010. Em 10 anos saíram de uma insustentabilidade para uma sustentabilidade ideal.

De posse dos resultados de todas as dimensões, foi possível calcular o ISSHSAB. No modelo MT/CP, para o ano 2000 foi 0,239 e em 2010, 0,477, ambos considerados de baixa sustentabilidade, mesmo com o aumento no período. No modelo NR/CP, no ano 2000, o ISSHSAB foi 0,473 e em 2010, 0,734. Neste modelo, o Índice de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental do município passou de baixo para uma sustentabilidade aceitável, bem próxima de alcançar a sustentabilidade ideal.

Quadro 35 - Resultados dos índices por indicador, por dimensão e geral (ISSHSAB) do município de Vertentes – PE, pelos modelos MT e NR, com e sem pesos.

Vertentes – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000				2010					
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP
SOCIAL	Acesso	Acesso ao sistema de esgoto sanitário (%)	0,923	15,6	0,145	0,134	0,156	0,144	43	0,417	0,385	0,430	0,397
		Acesso ao sistema de abastecimento de água (%)	1,000	43,1	0,497	0,497	0,431	0,431	75,7	0,789	0,789	0,757	0,757
		Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais) (%)	0,808	5,2	0,151	0,122	0,052	0,042	39,9	0,638	0,516	0,399	0,322
	∑ Acesso*				0,793	0,75284	0,639	0,617	*	1,844	1,6894	1,586	1,476
	População	Taxa de crescimento da população (%)	0,308	0,4	0,761	0,234	0,000	0,000	2	0,097	0,030	0,000	0,000
		Taxa de urbanização (%)	0,076	42,1	0,364	0,028	0,000	0,000	71	0,688	0,052	1,000	0,076
	∑ População*				1,125	0,262	0,000	0,000	*	0,785	0,082	1,000	0,076
	Saúde	Taxa de mortalidade infantil (‰)	0,308	51,2	0,591	0,182	0,000	0,000	31	0,103	0,032	0,000	0,000
		Expectativa de vida ao nascer (anos)	0,154	66,5	0,542	0,083	1,000	0,154	68,7	0,096	0,015	0,000	0,000
		Doenças por veiculação hídrica (diarreia) (n°)	0,885	43	0,850	0,752	1,000	0,885	11	0,948	0,839	1,000	0,885
		Despesa com saúde (%)	0,154	49,4	0,521	0,080	1,000	0,154	40,2	0,310	0,048	1,000	0,154
	∑ Saúde*				2,504	1,098	3,000	1,193	*	1,457	0,933	2,000	1,039
	Educação	Taxa de alfabetização (%)	0,076	61,16	0,347	0,026	0,612	0,047	75,56	0,740	0,056	0,756	0,057
	∑ Educação*				0,347	0,02637	0,612	0,04651	*	0,74	0,05624	0,756	0,057
	Distribuição de renda	Índice de Gini (0-1)	0,308	0,520	0,632	0,195	0,480	0,148	0,460	0,600	0,185	0,540	0,166
	∑ Distribuição de Renda*				0,632	0,19466	0,480	0,14784	*	0,6	0,1848	0,540	0,16632
	ÍNDICE DIMENSÃO SOCIAL*				1,080	0,467	0,946	0,401	*	1,085	0,589	1,176	0,563

Fonte: Elaboração própria (2019).

Vertentes – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010					
				Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	Valores	Índice MT	Índice MT/CP	Índice NR	Índice NR/CP	
ECONÔMICA	PIB	Rendimento <i>per capita</i> (PIB <i>per capita</i>)	0,164	1339,36	0,144	0,024	0,000	0,000	5211,09	0,260	0,043	1,000	0,164	
	Σ PIB <i>per capita</i> *					0,144	0,024	0,000	0,000	*	0,260	0,043	1,000	0,164
	Outorga da água	Água outorgada para o abastecimento animal (m ³ /ano)	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	0	0,000	0,000	1,000	0,364	
		Água outorgada para irrigação (m ³ /ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	
		Água outorgada para o abastecimento humano (m ³ /ano)	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000	0	0,000	0,000	1,000	1,000	
		Água outorgada para indústria (m ³ /ano)	0,636	0	0,000	0,000	1,000	0,636	1825	0,044	0,028	1,000	0,636	
	Σ Outorga*					0,000	0,000	4,000	2,636	*	0,044	0,028	4,000	2,636
	Consumo	Consumo <i>per capita</i> de energia elétrica (kwh/hab/ano)	0,200	325	0,322	0,064	1,000	0,200	561,4	0,317	0,063	1,000	0,200	
	Σ Consumo*					0,322	0,064	1,000	0,200	*	0,317	0,063	1,000	0,200
ÍNDICE DIMENSÃO ECONÔMICA*					0,155	0,029	1,667	0,945	*	0,207	0,045	2,000	1,000	

Fonte: Elaboração própria (2019).

Vertentes – PE													
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO													
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010				
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice
				MT	MT/CP	NR	NR/CP	MT	MT/CP	NR	NR/CP		
AMBIENTAL	Recurso	Disponibilidade de água superficial (m³/ano)	0,313	103 * 10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313	304*10 ⁶	1,000	0,313	1,000	0,313
		Disponibilidade de água subterrânea (m³/ano)	0,313	20.440	0,022	0,007	0,000	0,000	53144	0,141	0,044	0,000	0,000
		Disponibilidade de água <i>per capita</i> (m³/hab/ano)	0,313	477,54	1,000	0,313	0,000	0,000	1291,06	1,000	0,313	0,000	0,000
		Demanda de água (m³/ano)	0,490	1 * 10 ⁶	0,906	0,444	1,000	0,490	1*10 ⁶	0,857	0,420	1,000	0,490
		Índice de perdas na distribuição de água (%)	0,183	79	0,000	0,000	0,000	0,000	71,1	0,343	0,063	0,000	0,000
	Σ Recurso*				2,928	1,077	2,000	0,803	*	3,341	1,153	2,000	0,803
	Controle de resíduos	Acesso à coleta de lixo (%)	0,104	100	1,000	0,104	1,000	0,104	99	0,500	0,052	0,990	0,103
		Destino final do lixo (Local)	0,052	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000	Lixão	0,000	0,000	0,000	0,000
		Coleta seletiva do lixo (Sim/Não)	0,017	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000
		Tratamento de esgotos (Sim/Não)	0,490	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	Σ Controle de Resíduos*				1,000	0,104	1,000	0,104	*	0,500	0,052	0,990	0,103
	Ambiente	Índice de Qualidade da Água (0-1)	0,490	66	0,000	0,000	1,000	0,490	73	0,000	0,000	1,000	0,490
		Taxa de cobertura vegetal (%)	0,235	92,6	0,852	0,200	1,000	0,235	75,3	0,523	0,123	1,000	0,235
Σ Ambiente*				0,852	0,200	2,000	0,725	*	0,523	0,123	2,000	0,725	
ÍNDICE DIMENSÃO AMBIENTAL*				1,593	0,460	1,667	0,544	*	1,455	0,443	1,663	0,544	

Fonte: Elaboração própria (2019).

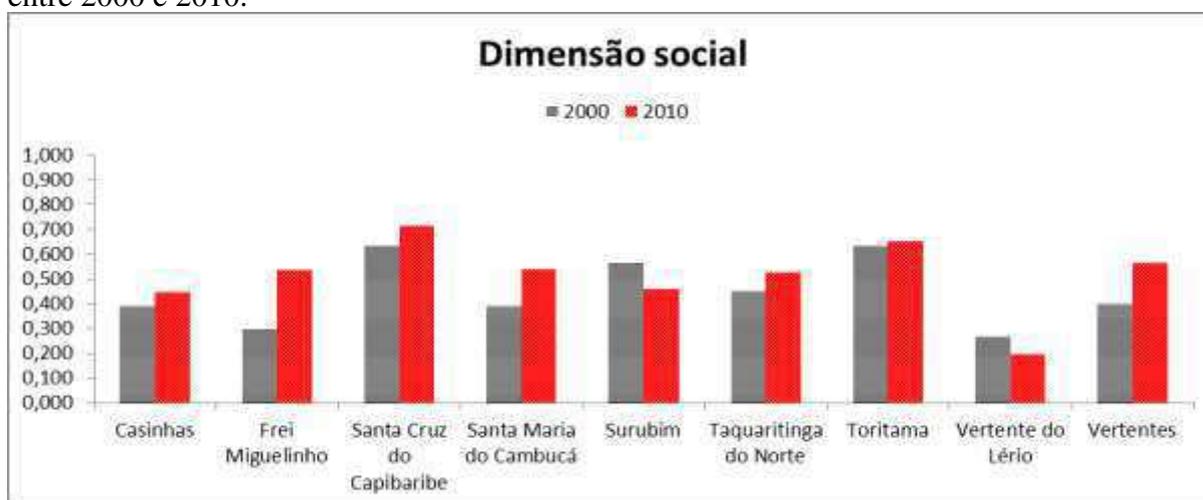
Vertentes – PE														
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICO E HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO														
DIMENSÃO	TEMAS	INDICADORES	PESOS	2000					2010					
				Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	Valores	Índice	Índice	Índice	Índice	
					MT	MT/CP	NR	NR/CP		MT	MT/CP	NR	NR/CP	
INSTITUCIONAL	Política de recursos hídricos	Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica (Sim/Não)	0,830	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Sim	1,000	0,830	1,000	0,830	
		Cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Sim/Não)	0,330	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	Não	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Política de Recursos Hídricos*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	2,000	1,660	2,000	1,660
	Gestão dos recursos financeiros	Despesas com gestão ambiental (R\$)	0,010	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Σ Gestão de Recursos Financeiros*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	0,000	0,000	0,000	0,000
	ÍNDICE DIMENSÃO INSTITUCIONAL*					0,000	0,000	0,000	0,000	*	1,000	0,830	1,000	0,830
ISSHSAB*					0,707	0,239	1,070	0,473	*	0,937	0,477	1,460	0,734	

Fonte: Elaboração própria (2019).

4.16 Análise de tendência das dimensões e do ISSHSAB pelo modelo com níveis de referência (NR/CP)

Observando os índices da dimensão social dos municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE (Gráfico 1), entre 2000 e 2010, percebe-se que dos nove municípios, sete tiveram um aumento no índice em 2010, foram eles: Casinhas, Frei Miguelinho, Santa Cruz do Capibaribe, Santa Maria do Cambucá, Taquaritinga do Norte, Toritama e Vertentes. Dois municípios apresentaram retração, Surubim e Vertente do Lério. O principal motivo para a queda do índice desta dimensão tanto para Surubim, quanto para Vertente do Lério foi o aumento no número de casos de doenças de veiculação hídrica em relação à frequência esperada.

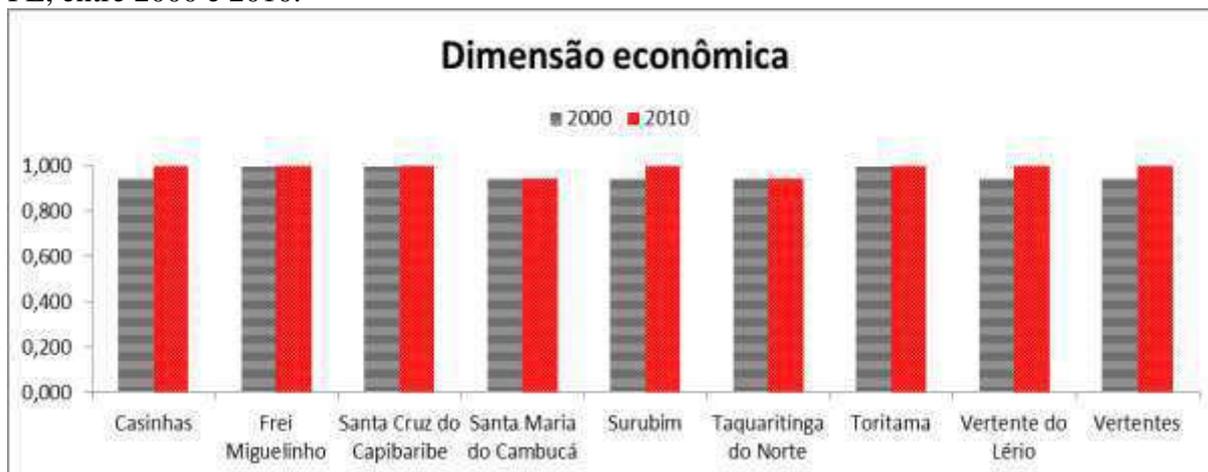
Gráfico 1 - Índices da dimensão social de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, entre 2000 e 2010.



Fonte: Elaboração própria (2019).

Os valores dos índices da dimensão econômica (Gráfico 2), tanto em 2000 quanto em 2010 alcançaram a sustentabilidade ideal, pois apresentaram valores acima de 0,800 em todos os municípios. Isto demonstra que os indicadores estão dentro dos níveis desejados. Sete se destacaram em 2010, pois alcançaram a nota máxima dos níveis de sustentabilidade (1,000), já que tiveram todos os indicadores atendidos, foram eles: Casinhas, Frei Miguelinho, Santa Cruz do Capibaribe, Surubim, Toritama, Vertente do Lério e Vertentes. Os municípios de Santa Maria do Cambucá e Taquaritinga do Norte não obtiveram a nota máxima porque o rendimento *per capita* cresceu abaixo dos 7% anuais esperado.

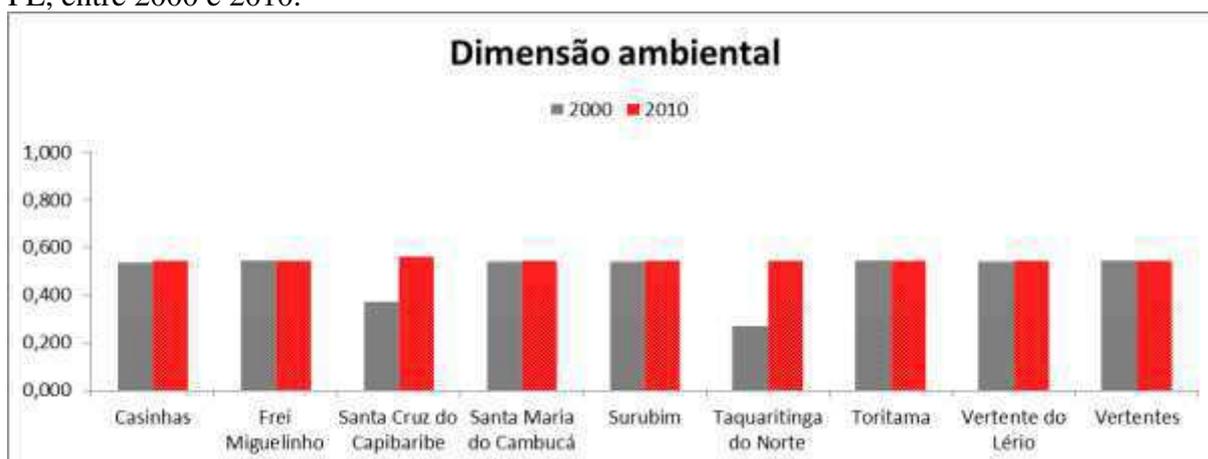
Gráfico 2 - Índices da dimensão econômica de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, entre 2000 e 2010.



Fonte: Elaboração própria (2019).

Na dimensão ambiental (Gráfico 3), observa-se que nenhum município obteve um índice no nível de sustentabilidade ideal, todos foram abaixo de 0,600, especialmente nas classes de média ou baixa sustentabilidade. Os municípios que apresentaram uma grande evolução quanto ao índice da dimensão em 2010, comparando-se ao ano 2000, foram: Santa Cruz do Capibaribe e Taquaritinga do Norte, embora outros municípios tenham apresentado um discreto aumento, tais como: Casinhas, Surubim e Vertente do Lério. Nesta dimensão, Taquaritinga do Norte foi o município que teve a maior evolução no período, pois alcançou a sustentabilidade ideal para cinco indicadores: disponibilidade de água superficial; demanda de água; acesso à coleta de lixo; IQA; e taxa de cobertura vegetal, dois a mais do que no ano 2000. E os municípios de Frei Miguelinho, Santa Maria do Cambucá, Toritama e Vertentes permaneceram estáveis.

Gráfico 3 - Índices da dimensão ambiental de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, entre 2000 e 2010.



Fonte: Elaboração própria (2019).

Os resultados obtidos com a dimensão institucional (Gráfico 4) mostram que no ano 2000, todos os municípios apresentaram índice 0,000, pois não alcançaram nenhuma das metas previstas para nenhum dos indicadores desta dimensão. Já em 2010, todos os municípios apresentaram uma sustentabilidade ideal, com índices acima de 0,800, que ocorreu em virtude da formação do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Capibaribe e pela implantação do Plano de Recursos Hídricos. Só não chegaram ao valor 1,000, porque na bacia do rio Capibaribe – PE, ainda não foi implantada a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e também por alguns municípios não terem investido em gestão ambiental.

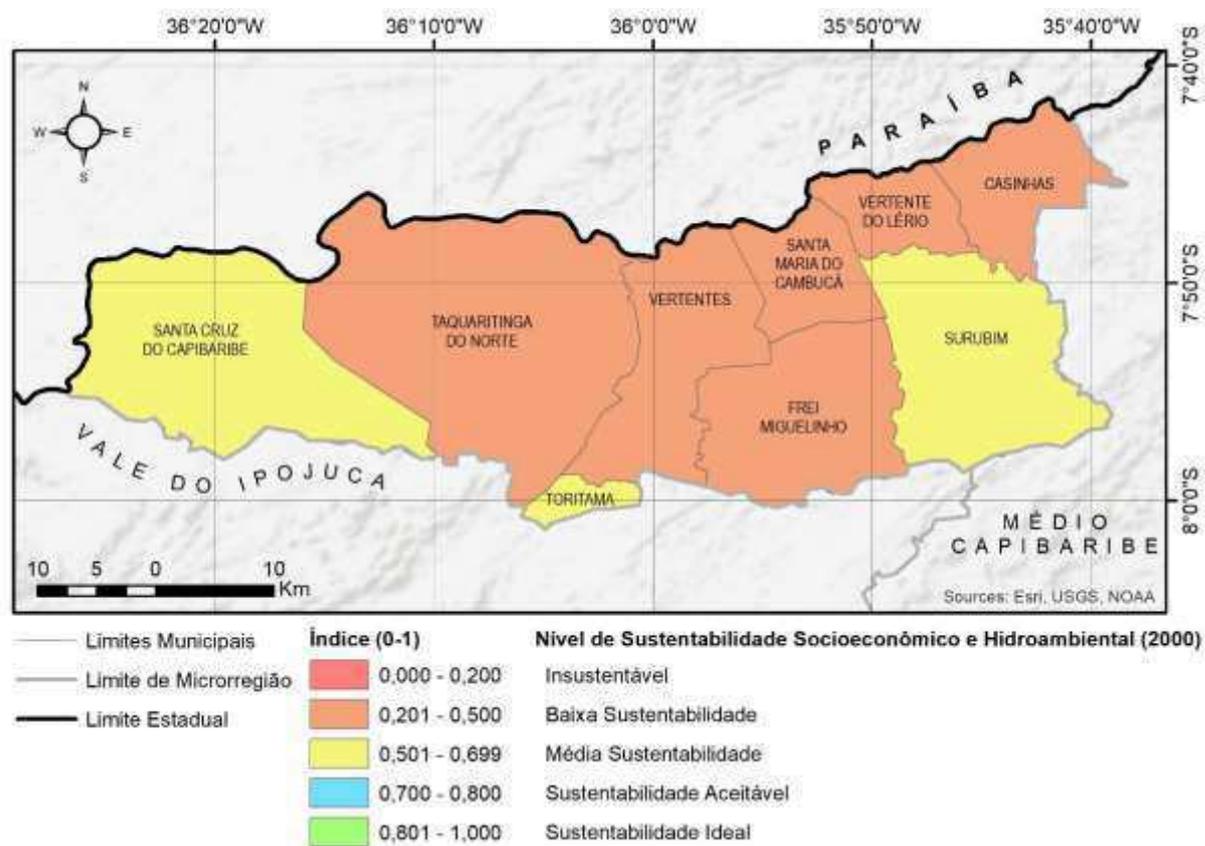
Gráfico 4 - Índices da dimensão institucional de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, entre 2000 e 2010.



Fonte: Elaboração própria (2019).

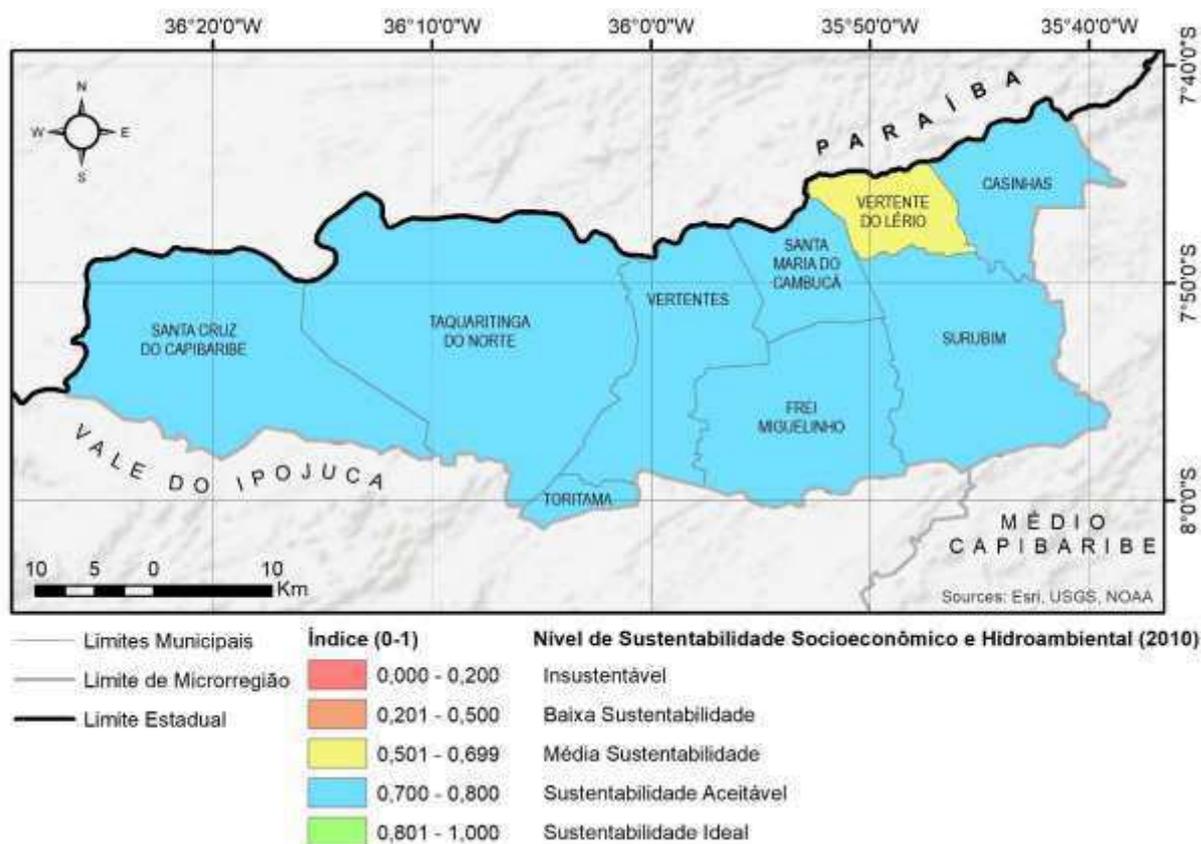
Quanto aos valores obtidos para o ISSHSAB em 2000 e 2010 (Mapas 2 e 3), observa-se que todos os municípios apresentaram um crescimento no nível de sustentabilidade no período. A maioria dos municípios se destacou por terem apresentado resultados acima de 0,700, ou seja, uma sustentabilidade aceitável, são eles: Casinhas, Frei Miguelinho, Santa Cruz do Capibaribe, Santa Maria do Cambucá, Surubim, Taquaritinga do Norte, Toritama e Vertentes. O município de Vertente do Lério também evoluiu no período, alcançando a sustentabilidade média. Contudo, nenhum município alcançou a sustentabilidade ideal, inferindo-se que há a necessidade da gestão municipal, do Comitê de Bacia e demais órgãos responsáveis pelos recursos hídricos atenderem aos indicadores do modelo que apresentaram resultados insatisfatórios nos últimos anos, utilizando-se de uma gestão da água descentralizada e, sobretudo compartilhada.

Mapa 2 - Mapa do ISSHSAB para municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, no ano 2000.



Fonte: Dados próprios (2019). Mapa elaborado por Higor Costa de Brito (2019).

Mapa 3 - Mapa do ISSHSAB para municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, no ano 2010.



Fonte: Dados próprios (2019). Mapa elaborado por Higor Costa de Brito (2019).

4.17 Avaliação do modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido segundo os princípios do Bellagio STAMP

Considerando os Princípios do Bellagio STAMP, os critérios essenciais e seus respectivos valores percentuais determinados por Oliveira e Curi (2018), foi realizada uma avaliação do modelo de indicadores de sustentabilidade socioeconômica e hidroambiental para o Semiárido, seguindo os critérios a seguir (Quadro 36):

Quadro 36 - Distribuição dos valores percentuais para cada critério do Bellagio STAMP.

Princípios Bellagio STAMP	Critérios essenciais (distribuição percentual)			
P1 - Visão orientadora	Visão de desenvolvimento sustentável (50%)		Capacidade de suporte da biosfera (50%)	
P2 - Considerações essenciais	Dimensão Social (25%)	Dimensão ambiental (25%)	Dimensão econômica (25%)	Dimensão institucional (25%)
P3 - Escopo adequado	Análise espaço temporal (100%)			
P4 - Estrutura e indicadores	Número de indicadores entre 23 e 32 (33,3%)		Padronização de medidas (33,3%)	Comparação entre valores normativos e do intervalo (33,3%)
P5 - Transparência	Metodologia detalhada (50%)		Dados acessíveis (50%)	
P6 - Comunicação eficaz	Resultados quantitativos (50%)		Representação gráfica (50%)	
P7 - Ampla participação	Participação pública (100%)			
P8 - Continuidade e capacidade	Monitoramento contínuo (50%)		Adaptável às mudanças (50%)	

Fonte: Oliveira e Curi (2018).

Levando em consideração todo processo de construção do modelo, obtenção de dados, elaboração, aplicação e apresentação de resultados, foi possível estabelecer uma avaliação do percentual de atendimento do referido modelo aos Princípios do Bellagio STAMP. De acordo com o princípio 1, o modelo adotou uma visão de desenvolvimento sustentável que compatibiliza crescimento e eficiência econômica, conservação ambiental, qualidade de vida e equidade social, assumindo um compromisso com as futuras gerações. Tudo baseado na sustentabilidade, tida como a possibilidade de se obter continuamente condições iguais ou superiores de vida em um dado ecossistema, visando à manutenção do sistema de suporte da vida (MARTINS e CÂNDIDO, 2012). Portanto, tem uma visão norteadora de desenvolvimento sustentável baseada na capacidade suporte dos ecossistemas, atendendo 100% do princípio.

Como o princípio 2 requer na avaliação do desenvolvimento sustentável, indicadores que envolvam as dimensões social, econômica, ambiental e institucional. Observa-se que o modelo em questão priorizou as quatro dimensões exigidas. Por isso, obteve neste princípio um subtotal de 100%.

Considerando que o princípio 3 requer no escopo adequado uma análise espaço temporal, buscando avaliar tendências e assim, auxiliar a gestão na tomada de decisões. Observa-se que este modelo propôs a análise de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, em diferentes períodos, 2000 e 2010, evidenciando os fracassos e as conquistas do período. Por este motivo, obteve 100% de atendimento ao critério.

Atendendo ao princípio 4, o modelo aqui proposto, limitou-se a utilizar 32 indicadores e para fins de comparação, padronizou as medidas em valores entre 0 e 1, através da equação, bem como realizou a comparação entre os resultados baseados em níveis de referência científicos com os valores relativos ao universo de comparação, por isso obteve 100% de atendimento.

Quanto ao princípio 5, a metodologia utilizada para obtenção dos índices para cada indicador, dimensão e geral foi considerada detalhada e pode ser aplicada por qualquer pessoa interessada. Mas, os dados não podem ser considerados totalmente acessíveis, já que alguns deles precisam de análise e tratamento específicos. Entre eles estão: a taxa de cobertura vegetal que não está disponível a nível municipal e necessita da interpretação de imagens de satélite, que devem ser solicitadas a uma instituição especializada; o IQA, que precisa ser calculado para o período, baseado nos dados de alguns parâmetros disponíveis pela instituição responsável; a demanda de água, que precisa ser calculada para os diferentes usuários. Deste modo, este princípio atendeu em parte aos critérios, por isso obteve 50% de atendimento.

No princípio 6, todos os resultados foram quantitativos, mesmo quando o indicador apresentava resposta única, tipo sim ou não, nestes casos, foram transformados em 1 ou 0 respectivamente. Também foram utilizadas representações gráficas, tais como: o uso de cores para definir o nível de classificação de cada indicador, e índices por dimensão e geral; foram analisadas as tendências através de gráficos de colunas para cada dimensão do modelo; bem como foram gerados mapas temáticos para representar os resultados obtidos para cada município em 2010, por isso obteve-se 100% de atendimento.

O princípio 7, da ampla participação, contou com a participação dos gestores municipais e de especialistas em recursos hídricos. Diferentes opiniões para construção do modelo proposto. Neste sentido, considera-se que o princípio foi atendido em sua plenitude (100%).

Considerando a continuidade e a capacidade do princípio 8, observa-se que os níveis de referência científicos permitem o monitoramento contínuo de cada território. Também permite alterar as metas, adaptando-se às mudanças sociais, políticas, econômicas ou ambientais em cada contexto histórico e/ou geográfico. Portanto, o modelo atende integralmente aos critérios deste princípio, conquistando o percentual de 100%.

Considerando o exposto, foi possível criar um quadro – resumo (Quadro 37), com todos os princípios e seus respectivos valores percentuais, conforme o modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido:

Quadro 37 - Distribuição percentual para cada critério do Bellagio STAMP, utilizado no modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido.

Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental para o Semiárido					
Princípios Bellagio STAMP	Critérios essenciais (distribuição percentual)				Subtotal (%)
P1 - Visão orientadora	50		50		100
P2 - Considerações essenciais	25	25	25	25	100
P3 - Escopo adequado	100				100
P4 - Estrutura e indicadores	33,3		33,3		99,9
P5 – Transparência	50		X		50
P6 - Comunicação eficaz	50		50		100
P7 - Ampla participação	100				100
P8 - Continuidade e capacidade	50		50		100
	Total				93,7

Fonte: Elaboração própria (2019).

De acordo com os dados, o modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido obteve uma taxa de 93,7% de atendimento aos princípios do Bellagio STAMP, que o enquadra na classificação ótimo (76% a 100%) segundo Oliveira e Curi (2018).

5 CONCLUSÃO

Em busca de respostas para construir um modelo de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental para o Semiárido, considerando na sua integralidade os Princípios de Bellagio, foi criado o Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido, utilizando como guia, os Princípios do Bellagio STAMP, que é o mais novo documento para orientar a construção de modelos de avaliação da sustentabilidade. De seus princípios foram extraídos os critérios que podem ser utilizados na construção de qualquer modelo voltado para sustentabilidade.

Para atender ao princípio 7 do Bellagio STAMP, da ampla participação, a pesquisa envolveu os gestores dos municípios e especialistas em recursos hídricos no processo de seleção e na ponderação dos indicadores. Neste processo, observou-se que as percepções sobre o grau de importância dos indicadores, diferiram entre os gestores e os especialistas. Para os primeiros, os assuntos prioritários foram: saúde, educação e saneamento. Já para o segundo grupo, houve uma valorização dos indicadores relativos à quantidade e qualidade da água.

Visando construir um modelo para avaliar qualquer um dos municípios do Semiárido individualmente, foram criados os níveis de referência científicos para cada um dos indicadores selecionados. Com os níveis de referência, foi possível estabelecer o grau de sustentabilidade por indicador, sem utilizar como parâmetro outros municípios que tivessem um desempenho maior ou menor, como costumeiramente utilizado em modelos tradicionais. Os níveis de referência foram determinados com base na literatura científica e entre os principais documentos, destacaram-se: artigos científicos, leis, planos de saneamento básico e de bacias hidrográficas e relatórios elaborados por instituições públicas ou privadas, entre outros. Uma análise com base nestas orientações permitiu identificar cientificamente o que está bom e o que é preciso melhorar, portanto, uma importante ferramenta no auxílio à gestão.

O modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido foi estruturado com 32 indicadores, 13 temas e 4 dimensões do desenvolvimento sustentável, foram elas: social, econômica, ambiental e institucional. Para os cálculos, foram considerados os pesos de cada um dos indicadores e às equações de positividade e negatividade da ONU. Os principais resultados foram apresentados através de representação gráfica, utilizando uma escala de cores para cada nível de sustentabilidade alcançado. Este modelo foi aplicado em nove municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe – PE, que puderam

ser avaliados isoladamente, quando considerados os níveis de referência científicos, e também comparativamente, já que foram obtidos os dados de todos os municípios avaliados, e, portanto, pode ser aplicado o modelo tradicional, com a determinação dos índices baseado nos limites verificados na amostra.

A aplicação do modelo permitiu avaliar cada um dos indicadores, determinando o grau de sustentabilidade alcançado, bem como o grau de sustentabilidade das dimensões, e o geral (ISSHSAB). Ao avaliar cada dimensão, percebeu-se que a dimensão social apresentou melhores resultados pelo modelo tradicional, já as dimensões ambiental e econômica, apresentaram melhores resultados pelo modelo com níveis de referência científicos. Esta diferença deve-se a utilização de diferentes parâmetros por modelo. A dimensão institucional apresentou resultados semelhantes em ambos os modelos, porque as respostas para a maioria dos indicadores nos dois modelos utilizados foram sim ou não, com os respectivos resultados: 1 ou 0.

De forma geral, os índices (ISSHSABs) obtidos pelo modelo com níveis de referência científicos apresentaram resultados maiores (melhores níveis de sustentabilidade), quando comparados aos índices obtidos pelo modelo tradicional. Isto quer dizer que mesmo utilizando padrões científicos e metas determinadas por uma série de documentos, os municípios apresentaram resultados mais satisfatórios, do que quando comparados aos municípios de sua área de influência, pois muitos indicadores considerados insustentáveis na comparação com outros municípios, diante de metas científicas, apresentaram um elevado nível de sustentabilidade, revelando o descompasso ao utilizar parâmetros dissociados de metas científicas.

Considerando o modelo com níveis de referência científicos a melhor proposta de avaliação dos municípios, foi possível identificar os indicadores, por município, que precisam de maior atenção, ou seja, aqueles que foram considerados insustentáveis (cor vermelha) ou com baixa sustentabilidade (cor alaranjada). Analisando o último ano, 2010, os indicadores mais preocupantes por município foram:

- Casinhas: taxa de atendimento da população com cisternas; taxa de urbanização; taxa de mortalidade infantil; expectativa de vida; doenças por veiculação hídrica; disponibilidade de água subterrânea e *per capita*; índice de perdas na distribuição de água; destino final do lixo; coleta seletiva do lixo; tratamento de esgotos; cobrança

pelo uso dos recursos hídricos; despesas com gestão ambiental. Um total de 13 indicadores, dentre os 32 avaliados pelo ISSHSAB.

- Frei Miguelinho: acesso ao sistema de esgoto sanitário; taxa de atendimento da população com cisternas; taxa de crescimento da população; taxa de urbanização; taxa de mortalidade infantil; disponibilidade de água subterrânea e *per capita*; índice de perdas na distribuição de água; destino e coleta seletiva do lixo; tratamento de esgotos; cobrança pelo uso dos recursos hídricos, que corresponde a um total de 12 indicadores.
- Santa Cruz do Capibaribe: taxa de crescimento da população; taxa de mortalidade infantil; disponibilidade de água subterrânea e *per capita*; índice de perdas na distribuição de água; coleta seletiva; tratamento de esgotos; cobrança pelo uso dos recursos hídricos e despesas com gestão ambiental. Assim, dos 32 indicadores avaliados, apenas 9 apresentaram baixos níveis de sustentabilidade.
- Santa Maria do Cambucá: taxa de atendimento da população com cisternas; taxa de crescimento da população; taxa de urbanização; taxa de mortalidade infantil; expectativa de vida ao nascer; rendimento *per capita*; disponibilidade de água superficial e subterrânea; índice de perdas na distribuição de água; destino final e coleta seletiva do lixo; tratamento de esgotos; cobrança pelo uso dos recursos hídricos e despesas com gestão ambiental. O município apresentou baixa sustentabilidade em 14 dos 32 indicadores avaliados.
- Surubim: taxa de atendimento da população com cisternas; taxa de crescimento da população e de mortalidade infantil; doenças por veiculação hídrica e índice de Gini; disponibilidade de água subterrânea e *per capita*; índice de perdas na distribuição de água; destino e coleta seletiva do lixo; tratamento de esgotos; e cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Os indicadores com baixo desempenho correspondem a 12, dentre os 32 avaliados.
- Taquaritinga do Norte: taxa de atendimento da população com cisternas; taxa de crescimento da população; taxa de mortalidade infantil; rendimento *per capita*; disponibilidade de água subterrânea e *per capita*; índice de perdas na distribuição de água; destino final e coleta seletiva do lixo; tratamento de esgotos; e cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Dentre os 32 avaliados, 11 apresentaram baixos níveis de sustentabilidade.

- Toritama: taxa de atendimento da população com cisternas; taxa de crescimento da população; taxa de mortalidade infantil; disponibilidade de água subterrânea e *per capita*; índice de perdas na distribuição de água; destino final e coleta seletiva do lixo; tratamento de esgotos; cobrança pelo uso dos recursos hídricos; e despesas com gestão ambiental. O município apresentou 11 indicadores com baixo nível de sustentabilidade, dentre os 32 avaliados.
- Vertente do Lério: acesso ao sistema de esgoto sanitário e abastecimento de água; taxa de atendimento da população com cisternas; taxa de urbanização; taxa de mortalidade infantil; expectativa de vida ao nascer; doenças por veiculação hídrica; disponibilidade de água subterrânea e *per capita*; índice de perdas na distribuição de água; destino final e coleta seletiva do lixo; tratamento de esgotos; e cobrança pelo uso dos recursos hídricos. O município apresentou baixo desempenho em 14 dos 32 indicadores avaliados.
- Vertentes: acesso ao sistema de esgoto sanitário; taxa de atendimento da população com cisternas; taxa de crescimento da população; taxa de mortalidade infantil; expectativa de vida ao nascer; disponibilidade de água subterrânea e *per capita*; índice de perdas na distribuição de água; destino final e coleta seletiva do lixo; tratamento de esgotos; cobrança pelo uso dos recursos hídricos; e despesas com gestão ambiental. Dentre os 32 indicadores avaliados, 13 apresentaram baixo nível de sustentabilidade para este município.

Os demais indicadores, tem apresentado boas classificações (entre média e alta sustentabilidade). Estes resultados mostraram que entre os municípios, o que apresentou o menor número de indicadores insustentáveis ou com baixa sustentabilidade (9), foi Santa Cruz do Capibaribe, enquanto Santa Maria do Cambucá e Vertente do Lério, apresentaram o maior número de indicadores nesta classificação (14).

Considerando o comportamento dos índices das dimensões e do ISSHSAB entre 2000 e 2010 para municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe - PE, no modelo com níveis de referência, quase todos os municípios tiveram uma evolução no grau de sustentabilidade alcançado, tanto nas dimensões, quanto no ISSHSAB. Na dimensão social, sete municípios tiveram uma evolução e dois apresentaram uma retração: Surubim e Vertente do Lério, em virtude do aumento no número de casos de doenças por veiculação hídrica em 2010. Na dimensão econômica, para os anos avaliados, todos os municípios alcançaram a

sustentabilidade ideal. A dimensão ambiental apresentou valores entre baixa e média sustentabilidade, o que demonstra o baixo desempenho dos municípios nesta dimensão. Contudo, cinco municípios tiveram uma evolução no período, e quatro permaneceram estáveis, foram eles: Frei Miguelinho, Santa Maria do Cambucá, Toritama e Vertentes.

A dimensão institucional apresentou os melhores resultados em 2010, na comparação com o ano 2000. Nela, no ano 2000, todos os municípios foram considerados insustentáveis mas, em 2010, todos tornaram – se sustentáveis. No entanto, não alcançaram o valor máximo da dimensão (1,000), pois na bacia hidrográfica do rio Capibaribe – PE ainda não foi implantada a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, aliado a isso, alguns municípios não investiram em gestão ambiental. Em relação ao ISSHSAB, todos os municípios evoluíram no período, destacando-se aqueles que alcançaram a sustentabilidade aceitável, aquela mais próxima da ideal, foram eles: Casinhas, Frei Miguelinho, Santa Cruz do Capibaribe, Santa Maria do Cambucá, Surubim, Taquaritinga do Norte, Toritama e Vertentes. Apenas Vertente do Lério apresentou uma evolução para sustentabilidade média.

Com base em todo processo de construção do modelo, foi possível realizar uma análise do percentual de atendimento deste aos Princípios do Bellagio STAMP. Segundo a proposta de avaliação sugerida por Oliveira e Curi (2018), o Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido obteve 93,7% de atendimento, colocando-o no nível de classificação ótimo (76%-100%). Tornando-se uma proposta de avaliação da sustentabilidade que atende quase na totalidade os Princípios do Bellagio STAMP.

Esta análise permitiu identificar alguns pontos que poderiam nortear, a título de sugestão, novos trabalhos relacionados ao tema. Deste modo, sugere-se a utilização dos Princípios do Bellagio STAMP, em novos modelos de avaliação, visto que mostrou-se uma ótima ferramenta de orientação para construção de qualquer metodologia de avaliação da sustentabilidade; que os níveis de referência propostos, sejam atualizados em virtude de novas metas que possam surgir, e que esta ferramenta possa ser de utilidade aos gestores municipais, ao Comitê de Bacia, e a qualquer pessoa interessada em verificar e/ou avaliar o nível de sustentabilidade de cada indicador que compõe o modelo, bem como o nível de sustentabilidade por dimensão e o geral, e que a partir dessas informações, algo possa ser feito para melhorar as condições socioeconômicas, ambientais e institucionais dos municípios aqui estudados e de quaisquer outros pertencentes ao Semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

- AGENDA 21. In: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD). Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de publicações, 1995.
- ALSHUWAIKHAT, H.M.; NKWENTI, D.I. Developing Sustainable Cities in Arid Regions. *Cities*, v. 19, n.2, p.85-94, 2002.
- ANA. Agência Nacional das Águas. **Disponibilidades e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília/DF: ANA/MMA, 2005a.
- _____. Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: ANA, SPR, 2005b.
- _____. Agência Nacional de Águas. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: SAG, 2011.
- _____. Agência Nacional de Águas. **Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água**. Brasília: ANA, 2013.
- _____. Agência Nacional de Águas. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2013.
- _____. Agência Nacional de Águas. **Cobrança pelo uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2014.
- _____. Agência Nacional de Águas. **Política Nacional de Recursos Hídricos: fundamentos, objetivos e diretrizes**. Brasília: ANA, 2017a. (Apostila do Curso Lei das Águas, Módulo 1).
- _____. Agência Nacional de Águas. **O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. ANA, 2017b. (Apostila do Curso Lei das Águas, Módulo 2).
- _____. Agência Nacional de Águas. **Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2017c. (Apostila do Curso Lei das Águas, Módulo 3).
- APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Solicitação de dados para pesquisa científica**. Mensagem recebida por <georgia.ufpe@bol.com.br> em 21 mar. 2018.
- ASSIS, Wanessa Dunga de; RIBEIRO, Márcia Maria Rios; MORAES, Márcia Maria Guedes Alcoforado de. Proposição de melhorias para o Sistema de Cobrança pelo Uso da Água Bruta da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 4, jul/ago, p.779-790, 2018. DOI: 10.1590/S1413-41522018163489
- ATLAS BRASIL (Site). **IDHM 2000-2010**. Disponível em: <www.atlasbrasil.org.br/2013>. Acesso em: 14 out. 2016.
- ATLAS NORDESTE. **Atlas de Abastecimento Urbano de Água**: alternativas de oferta de água para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais. Brasília: ANA/SPR, 2006.

ÁZARO JÚNIOR, Édipo de Medeiros; MOURÃO, Gustavo Nunes. **Urbanização e Desenvolvimento Humano nos Municípios do Paraná**. FAE/Centro Universitário/Núcleo de Pesquisa Acadêmica: Programa de Apoio à Iniciação Científica - PAIC 2015-2016.

BAKKES, Jan. **Bellagio Sustainability Assessment and Measurement Principles** (Bellagio Stamp) - Significance and examples from international environment outlooks. Disponível em: <<http://www.iisd.org/pdf/2012>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

BAKKES, Jan; WOERDEN, Van Jaap. The future of the global environment: a model – based analysis supporting the United Nations Environmental Programme’s first global environment outlook (UNEP GEO – 1). In: HARDI, Peter e ZDAN, Terrence (orgs.). **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

BARROS, Ricardo Paes de; CARVALHO, Mirela de; FRANCO, Samuel; MENDONÇA, Rosane. A Queda Recente da Desigualdade de Renda no Brasil. In: BARROS, Ricardo Paes de; FOGUEL, Miguel Nathan; ULYSSEA, Gabriel (Orgs). **Desigualdade de renda no Brasil: uma análise da queda recente**. Vol.1. Brasília: IPEA, 2006.

BARROS, Ricardo Paes de; CARVALHO, Mirela de; FRANCO, Samuel; MENDONÇA, Rosane. A Importância da Queda Recente da Desigualdade para a Pobreza. In: BARROS, Ricardo Paes de; FOGUEL, Miguel Nathan; ULYSSEA, Gabriel (Orgs). **Desigualdade de renda no Brasil: uma análise da queda recente**. Vol.1. Brasília: IPEA, 2006.

BARROS, Ricardo Paes de; FOGUEL, Miguel Nathan; ULYSSEA, Gabriel (Orgs). **Desigualdade de renda no Brasil: uma análise da queda recente**. Nota técnica. Vol.1. Brasília: IPEA, 2006.

BARTKE, Stephan; SCHWABE, Reimund. No perfect tools: trade-offs of sustainability principles and user requirements in designing support tools for land use decisions between green fields and brown fields. **Journal of Environmental Management**, v. 153, p.11-24, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.040>>.

BERTONI, J.; F. LOMBARDI NETO. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1999.

BRASIL. [Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990](#). Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 set. 1990.

_____. Lei Nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 08 jan. 1997.

_____. Portaria nº 42, de 14 de abril de 1999. Atualiza a discriminação da despesa por funções de que tratam o inciso I do § 1º do art. 2º e § 2º do art. 8º, ambos da Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964, estabelece os conceitos de função, subfunção, programa, projeto, atividade, operações especiais, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1999.

BRASIL. Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2000.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos – SRH. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: 2005.

_____. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 5 jan. 2007.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 03 de ago. 2010.

_____. Lei Complementar nº 141, de 13 de Janeiro de 2012. Regulamenta o § 3º do art. 198 da Constituição Federal para dispor sobre os valores mínimos a serem aplicados anualmente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios em ações e serviços públicos de saúde; estabelece os critérios de rateio dos recursos de transferências para a saúde e as normas de fiscalização, avaliação e controle das despesas com saúde nas 3 (três) esferas de governo; revoga dispositivos das Leis nºs 8.080, de 19 de setembro de 1990, e 8.689, de 27 de julho de 1993; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 jan. 2012a.

_____. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providência. **Diário Oficial da União**. Brasília – DF, 2012b.

_____. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jun. 2014.

_____. Projeto de Lei do Senado nº 425 de 2014. Brasília: Senado Federal, 2014.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Análise de indicadores relacionados à água para consumo humano e doenças de veiculação hídrica no Brasil, ano 2013, utilizando a metodologia da matriz de indicadores da Organização Mundial da Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

CAMPOS, Martha Viviane Cabral de Vasconcelos; RIBEIRO, Márcia Maria Rios; VIEIRA, Zédna Mara de Castro Lucena. A Gestão de Recursos Hídricos Subsidiada pelo Uso de Indicadores de Sustentabilidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n.2, abr-jun, 2014.

CARNEIRO, Alexandre de Freitas; MOURA, Ademir Vieira de; GOUVEIA NETO, Sérgio Cândido de. Análise da Função de Despesa Gestão Ambiental nos Municípios de Rondônia. **Revista de Estudos Contábeis**, Londrina, v. 4, n. 7, p. 77-97, jul./dez., 2013.

CARVALHO, J. R. M.; CÂNDIDO, G. A.; CURI, W. F.; ARAÚJO, E. K. M. de. Análise da Sustentabilidade Hidroambiental de Municípios da Região da Sub-Bacia do Alto Piranhas, PB. **Revista Holos**, Ano 31, vol. 6, 2015.

CARVALHO, José Ribamar Marques de. **Sistema de indicadores para gestão de recursos hídricos em municípios**: uma abordagem através dos métodos multicritério e multidecisor. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande: UFCG, 2013. 255p.

CARVALHO, José Ribamar Marques de; CURI, Wilson Fadlo. Sistema de Indicadores para a gestão de recursos hídricos em municípios: uma abordagem através dos métodos multicritério e multidecisor. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 12, n. 2, p.374-398, maio, 2016.

CARVALHO, Ronaldo Valentim de; LIMA, Francisca Elizonete de Souza; SILVA, Rafael Pereira da. O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC): Uma Alternativa de Convivência com o Semiárido na Comunidade Agreste de Baixo – São Miguel/RN. Uberlândia- MG: **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 61, p. 136–149, mar. 2017. ISSN 1678-6343.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2002**. São Paulo: CETESB, 2003.

CEZARE, Juliana Pellegrini; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo. Avaliação de política ambiental e sustentabilidade: estudo de caso no município de Santo André – SP. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.12, n.4, p.417-425, out/dez, 2007.

CHIAVARI, Joana; LOPES, Cristina Leme. Os Caminhos para a Regularização Ambiental: Decifrando o Novo Código Florestal. In: SILVA, Ana Paula Moreira da; MARQUES, Henrique Rodrigues; SAMBUICHI, Regina Helena Rosa. (Org.) **Mudanças no código florestal brasileiro**: desafios para a implementação da nova lei. Rio de Janeiro: Ipea, 2016.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 357**, de 17 de março de 2005. Brasília, 2005.

CORIOLETTI, Daniela; BARBISAN, Ailson Oldair; BENETTI, Juliana Eliza. Diagnóstico do Sistema de Tratamento de Esgoto no Município de Coronel Freitas – SC. **Revista Tecnológica**, v.5, n.2, 2016.

CORRÊA, Érika Ribeiro Pereira; MIRANDA-RIBEIRO, Adriana de. Ganhos em expectativa de vida ao nascer no Brasil nos anos 2000: impacto das variações da mortalidade por idade e causas de morte. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n.3, p.1007-1017, 2017. DOI: 10.1590/1413-81232017223.26652016

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**: Diagnóstico do município de Casinhas - PE. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

FRANCISCO, Cristiane Nunes; CARVALHO, Cacilda Nascimento de. Avaliação da Sustentabilidade Hídrica de Municípios Abastecidos por Pequenas Bacias Hidrográficas: O

Caso de Angra dos Reis, RJ. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n.2, p. 15-30, abr.- jun., 2008.

FREITAS, M.W.D. **Estudo integrado da paisagem no Sertão pernambucano com o uso de sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto**. Dissertação de Mestrado do curso de Pós Graduação em Sensoriamento Remoto, INPE. INPE, 2006. 194p.

FROEHLICH, Cristiane. Sustentabilidade: dimensões e métodos de mensuração de resultados. **Revista de Gestão do Unilasalle**, Canoas, v. 3, n. 2, set., 2014.

GARCIA, Abilene Vieira; OLIVEIRA, Elaine Cristina Alves de; SILVA, Glicélia Pereira; COSTA, Priscilla Pires da; OLIVEIRA, Luiz Antônio de. Disponibilidade Hídrica e Volume de Água Outorgado na Micro - Bacia do Ribeirão Abóbora, Município de Rio Verde, Estado de Goiás. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 22, p. 97 – 106. 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, Uende Aparecida Figueiredo; DOMÈNECH, Laia; PENA, João Luiz; HELLER, Léo; PALMIER, Luiz Rafael. A Captação de Água de Chuva no Brasil: Novos Aportes a Partir de um Olhar Internacional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n.1, p. 7-1, jan-mar, 2014.

GUIMARÃES, Lucy T.; MAGRINI, Alessandra. A proposal of indicators for sustainable development in the management of river basins. **Water Resour Manage**, v. 22, p.1191-1202, 2008. DOI: 10.1007/s11269-007-9220-x

HARDI, Peter e ZDAN, Terrence. **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

HARDI, Peter; BARG, Stephan; HODGE, Tony; PINTER, Laszlo. **Measuring sustainable development: review of current practice**. Canadá: Industry Canadá, 1997.

HERRMANN, Michael. As conexões inseparáveis entre desenvolvimento sustentável, demografia e saúde reprodutiva e suas implicações para as políticas públicas. **Questões de Saúde Reprodutiva**, Londres, ano 10, n. 9, dez. 2016. ISSN 1809-9785.

HODGE, R. Anthony. Progress BC: an assessment of British Columbia's progress toward sustainability. In: HARDI, Peter e ZDAN, Terrence (orgs.). **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2000**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000>. Acesso em 14 de out. de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010>. Acesso em: 14 de out. de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

JACK, William; LEWIS, Maureen. Investimentos em saúde e crescimento econômico: evidência macroeconômica e fundamentos microeconômicos. In: SPENCE, Michael; LEWIS, Maureen (ORG). **Saúde e Crescimento**. Washington: Banco Mundial, 2009.

JATOBÁ, L; ALBUQUERQUE, M.J.C. de. Solos. In: ANDRADE, M.C.de. (coord.) **Atlas escolar de Pernambuco**. João Pessoa: GRAFSET, 2003.

JESINGHAUS, Jochen. The European pressure indices project. In: HARDI, Peter e ZDAN, Terrence (orgs.). **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

KO, Tae Gyou. Development of a tourism sustainability assessment procedure: a conceptual approach. **Tourism Management**, v.26, p. 431 -445, 2005.

KUMAMBALA, Patsani Gregory. **Sustainability of water resources development for Malawi with particular emphasis on North and Central Malawi**. Thesis submitted to the University of Glasgow in Fulfilment of the Degree of Doctor of Philosophy. Department of Civil Engineering, University of Glasgow, 2010.

LACERDA, Cícero de Sousa; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos. In: LIRA, Waleska Silveira & CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde (orgs.). **Gestão Sustentável dos Recursos Naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: Eduepb, 2013.

LAMEPE. Laboratório de Meteorologia de Pernambuco. **Dados de precipitação e temperatura dos municípios da microrregião do Alto Capibaribe**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <gc-olivei@bol.com.br> em 16 jun. 2010.

LANNA, Antônio Eduardo. **Introdução à Gestão das Águas no Brasil**. Porto Alegre, 2001. (Notas de aulas).

LAURA, Aquiles Arce. **Um método de modelagem de um sistema de indicadores de sustentabilidade para gestão dos recursos hídricos – MISGERH**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.519p.

LEIVAS, Pedro Henrique Soares; SANTOS, Anderson Moreira Aristides dos; GONÇALVES, Rodrigo da Rocha; SOUZA, Osmar Tomaz de. **Sustentabilidade, Saneamento e Saúde Infantil no Brasil: uma análise a partir de macro e microdados**. In: Anais do XVIII Encontro de Economia da Região Sul - Anpec Sul, 2015, Brasil. Disponível em: <<http://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/10659>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

LIRA, Pablo; MONTEIRO, Latussa Laranja. Violência, Urbanização e Desenvolvimento Humano: uma Análise Espacial nos Municípios Capixabas. In: MARGUTI, Bárbara Oliveira; COSTA, Marco Aurélio; PINTO, Carlos Vinícius da Silva (Orgs.). **Territórios em Números: insumos para políticas públicas a partir da análise do IDHM e do IVS de municípios e Unidades da Federação brasileira**. Brasília: IPEA/INCT, 2017.

MAC GILLVRAY, Alex. Community indicators resource pack in the U. K. In: HARDI, Peter e ZDAN, Terrence (orgs.). **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MARANHÃO, Ney. **Sistema de Indicadores para Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas**. Tese Submetida ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

MARÇAL, Daniel Araújo; SILVA, Carlos Ernando. Avaliação do impacto do efluente da estação de tratamento de esgoto ETE-Pirajá sobre o Rio Parnaíba, Teresina (PI). **Revista De Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.4, p. 761-772, jul/ago, 2017. DOI: 10.1590/S1413-41522017148242

MARTINS, Maria de Fátima. **Modelo de Monitoramento do Nível de Sustentabilidade Urbana**: uma proposta de operacionalização e validação dos seus constructos. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2012. 212p.

MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Índices de Desenvolvimento Sustentável para Localidades: Uma Proposta Metodológica de Construção e Análise. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v.6, n.1, p.3-19, jan-abr, 2012.

MASCARENHAS, André; COELHO, Pedro; SUBTIL, Eduarda; RAMOS, Tomás B. The role of common local indicators in regional sustainability assessment. **Ecological Indicators**, v. 10, p. 646-656, 2010. DOI: 10. 1016/j.ecolind.2009.11.003.

MATTAR NETO, Jorge; KRÜGER, Cláudio Marchand; DZIEDZIC, Maurício. Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14, n.2, p. 205-214, abr. – jun., 2009.

MAYNARD, Isabella Ferreira Nascimento; CRUZ, Marcus Aurélio Soares; GOMES, Laura Jane. Aplicação de um Índice de Sustentabilidade na Bacia Hidrográfica do rio Japarutuba em Sergipe. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 207-226, abr. – jun., 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOC0057R1V2022017>

MEDEIROS, Salomão de Sousa, *et al.* **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2012.

MENDONÇA, Mário Jorge Cardoso de.; MOTTA, Ronaldo Seroa da. Saúde e Saneamento no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, v. 30, jun./dez, 2007.

MENEZES, Tatiane Almeida de; UCHOA, Frederico. **Mortalidade infantil, saneamento básico e o impacto da saúde sobre o crescimento econômico brasileiro**. In: 39º Encontro Nacional de Economia. Foz do Iguaçu - PR: ANPEC, 2011. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/novosite/br/encontro-2011#AREA_5> Acesso em: 11 jun. 2019.

MIN. Ministério da Integração Nacional. **Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semiárido Nordestino e do Polígono das Secas**. Brasília: MIN, 2005.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de; SILVA, Ana Paula Moreira da; VIANA, João Paulo; SANTANA, Juliana Ferreira de; ROMA, Júlio César; SACCARO JÚNIOR, Nilo Luiz; SAMBUICHI, Regina Helena Rosa; DIABATE, Reycha Sabana. **Gastos Ambientais no Brasil**: Proposta Metodológica para Aplicação no Orçamento Federal. Rio de Janeiro: Ipea, 2017.

NAJAM, Adil. Assessing progress toward sustainability in developing countries. In: HARDI, Peter e ZDAN, Terrence (orgs.). **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

NARODOSLAWSKY, Michael. Regional sustainable development in the Feldbach region of Austria. In: HARDI, Peter e ZDAN, Terrence (orgs.). **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

NERI, Marcelo. Desigualdade, Estabilidade e Bem-Estar Social. In: BARROS, Ricardo Paes de; FOGUEL, Miguel Nathan; ULYSSEA, Gabriel (Orgs). **Desigualdade de renda no Brasil: uma análise da queda recente**. Vol.1. Brasília: IPEA, 2006.

OLIVEIRA, Geórgia Cristina de Sousa; CURI, Rosires Catão. Análise de Metodologias de Avaliação da Sustentabilidade Hidroambiental segundo Bellagio STAMP. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 3, fev. – mar., 2018.

OLIVEIRA, Gesner; MARCATO, Fernando S.; SCAZUFCA, Pedro; PIRES, Rodrigo Cintra. **Perdas de água 2018 (SNIS 2016): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico**. São Paulo: Trata Brasil/GO Associados, 2018.

OLIVEIRA, Mariângela Dutra de; REZENDE, Oscar Luiz Teixeira de; OLIVEIRA, Sílvia Maria Alves Correa; LIBÂNIO, Marcelo. Nova abordagem do Índice de Qualidade de Água Bruta utilizando a Lógica Fuzzy. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.19, n.4, out/dez, 2014. DOI: 10.1590/S1413-41522014019000000803.

ONUBr. Organização das Nações Unidas no Brasil. **Transformando Nosso Mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2019.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Módulos de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Ministério da Saúde, 2010. (Módulo 4: vigilância em saúde pública).

PALMER, Kara; COLIN, Richard. Sustainable Seattle: the indicators of sustainable community. In: HARDI, Peter e ZDAN, Terrence (orgs.). **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

PEREIRA, Ramiro Manuel Pinto Gomes. **Análise das configurações da sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos: estudo exploratório no Alto Curso do rio Paraíba (PB)**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2012. 322p.

PEREIRA, Ramiro Manuel Pinto Gomes; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Análise da Sustentabilidade da Gestão dos Recursos Hídricos: Um Estudo Exploratório Na Região da Bacia do Alto Curso do Rio Paraíba (PB). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 2012.

PEREIRA, Suellen Silva. **Aplicação de método multicritério e multidecisor na gestão dos resíduos sólidos urbanos da Região Metropolitana de Campina Grande/PB**. (Tese de

Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

PERONI, Nivaldo; HERNÁNDEZ, Malva Isabel Medina. **Ecologia de Populações e Comunidades**. Florianópolis: CCB/EAD/UFSC, 2011.

PINTÉR, László. **Bellagio STAMP: Sustainability Assessment and measurement principles**. In: 3° World Forum on Measuring the Progress of Societies. Busan, South Korea, 2009.

PÍNTER, Laszlo; HARDI, Peter; MARTINUZZI, André; HALL, Jon. Bellagio Stamp: principles for sustainability assessment and measurement. **Ecological indicators**, v. 17, p.20-28, 2012.

PIRES, A.; MORATO, J.; PEIXOTO, H.; BOTERO, V.; ZULUAGA, L.; FIGUEROA, A. Sustainability Assessment of indicators for integrated water resources management. **Science Of The Total Environment**, v.578, p. 139–147, 2017.

PLAGIANNAKOS, Takis; SKUCE, Mark. Sustainable development indicators: monitoring and assessment at Ontario Hydro. In: HARDI, Peter e ZDAN, Terrence (orgs.). **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

POPULATION MATTERS (2016). Overshoot Index. Disponível em: <https://populationmatters.org/documents/overshoot_index.pdf>. Acesso em: 06 set. 2018.

Portal ODM. Relatórios dinâmicos: monitoramento de indicadores. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. Disponível em: <www.portalodm.com.br> Acesso em: 18 ago. 2011.

PRESCOTT – ALLEN, Robert. **Barometer of Sustainability: measuring and communicating wellbeing and sustainable development**. Reino Unido: IUCN, 1997.

PRUSKI, Fernando F. & PRUSKI, Pedro L. Tecnologia e inovação frente a gestão de recursos hídricos. In: MEIDEIROS, Salomão de Sousa et al. (Orgs.). **Recursos Hídricos em Regiões Áridas e Semiáridas**. Campina Grande: INSA, 2011.

QUEIROZ, Arlei Teodoro de; OLIVEIRA, Luiz Antônio de. Relação entre Produção e Demanda Hídrica na Bacia do Rio Uberabinha, Estado De Minas Gerais, Brasil. **Revista Sociedade & Natureza. Uberlândia**, v. 25 n.1, p. 191-204, jan-abr., 2013.

RAMOS, Tomás B.; CAEIRO, Sandra. Meta – performance evaluation of sustainability indicators. **Ecological Indicators**, v. 10, p.157-166, 2010.

RIBEIRO, Maria Adriana de Freitas Mágero; BARBOSA, Dayse Luna; BATISTA, Marcondes Loureiro de Carvalho; ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz; ALMEIDA, Márcia Araújo de; RIBEIRO, Márcia Maria Rios. Simulação da Prioridade de uso das Águas Superficiais como um Critério para o Instrumento da Outorga. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n.2, abr-jun, p. 135-145, 2014.

RODRIGUEZ, Adrian. Costa Rica's National Development Strategies for 1994-1998. In: HARDI, Peter e ZDAN, Terrence (orgs.). **Assessing sustainable development: principles in practice**. Canadá: IISD, 1997.

ROHAN, Ubiratan; BRANCO, Robson Rosa; SOARES, Carlos Alberto Pereira. Potencialidades e limitações dos instrumentos de mensuração da sustentabilidade. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental** (online), 2018. DOI: 10.1590/S1413-41522018170117

SALES, Luís Gustavo de Lima. **Indicadores de sustentabilidade hidroambiental para bacias hidrográficas do semiárido brasileiro**: uma proposta de operacionalização na sub-bacia do Rio do Peixe – PB. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2014. 258p.

SALES, Luís Gustavo de Lima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Análise da sustentabilidade hidroambiental dos municípios pertencentes a sub-bacia do Rio do Peixe – PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n.5, p.22-40, dez, 2013.

SALES, Luiz Gustavo de Lima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; SALES, Ricélia Maria Marinho. **Análise da realidade hidroambiental da sub-bacia do Rio do Peixe -PB como subsídio para escolha, ponderação e validação de indicadores de sustentabilidade hidroambiental de modo participativo**. In: X Encontro da ECOECO. Vitória (ES), 2013.

SANTIAGO, D. R. Urbanização acelerada e as questões ambientais no Brasil: Uma relação de sucesso ou fracasso? In: **Encontro Nacional de Estudos Populacionais**: População, Governança e Bem-Estar. Belo Horizonte: ABEP, 2014.

SARTORI, Simone; LATRÔNICO, Fernanda; CAMPOS, Lucila M.S. Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável: Uma Taxonomia no Campo da Literatura. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVII, n. 1, p. 1-22, jan.- mar., 2014.

SCARAMUZZA, Carlos Alberto de Mattos. Elaboração da Proposta do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. In: SILVA, Ana Paula Moreira da; MARQUES, Henrique Rodrigues; SAMBUICHI, Regina Helena Rosa. (Org.) **Mudanças no código florestal brasileiro**: desafios para a implementação da nova lei. Rio de Janeiro: Ipea, 2016.

SEMAS/PE. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Governo do Estado de Pernambuco. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. Recife: SEMAS, 2012.

SETTI, Arnaldo Augusto; LIMA, Jorge Enoch Furquim Wemwck; CHAVES, Adriana Goretti de Miranda; PEREIRA, Isabella de Castro. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 2001.

SIGSAB. Sistema de Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido Brasileiro. **Dados populacionais**. Disponível em: <http://sigsab.insa.gov.br/> Acesso em: 10 jan. 2019.

SILVA, M. G.; CÂNDIDO, G. A.; MARTINS, M. F. Método de Construção do Índice de Desenvolvimento Local Sustentável: uma proposta metodológica e aplicada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 55-72, 2009.

SILVA, Mozaniel Gomes da. **Sistema de indicadores para viabilização do desenvolvimento local sustentável**: uma proposta de modelo de sistematização. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2008. 238 f.

SIMACAATINGA. **Sistema de Monitoramento e Alerta para cobertura vegetal da Caatinga** (SIMACaatinga). Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites, Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL, Maio, 2018.

SRH – PE. Secretaria de Recursos Hídricos – PE. **Plano Hidroambiental da bacia Hidrográfica do rio Capibaribe**: resumo executivo. Recife: Projetos Técnicos, 2010.

SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **RESOLUÇÃO N° 107/2017, de 27 de julho de 2017**. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Recife: Conselho Deliberativo, 2017. Disponível em: <http://sudene.gov.br/images/2017/arquivos/Resolucao-107-2017.pdf> Acesso em: 10 ago. 2019.

_____. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **RESOLUÇÃO N° 115/2017, de 23 de novembro de 2017**. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, e 27 de julho de 2017. Fortaleza: Conselho Deliberativo, 2017. Disponível em: <http://sudene.gov.br/images/arquivos/conselhodeliberativo/resolucoes/resolucao115-23112017-delimitacaodosemiarido.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.

TANGUAY, Georges A.; RAJAONSON, Juste; LEFEBVRE, Jean François; LANOIE, Paul. Measuring the sustainability of cities: can analysis of the use of local indicators. **Ecological Indicators**, v.10, p. 407-418, 2010.

TARDELLI FILHO, Jairo. Controle e redução de perdas. IN: TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.

TRIDAPALLI, Juarez Paulo; BORINELLI, Benilson; CAMPOS, Maria Fátima Sales de Souza; CASTRO, Cristiane de,. Análise dos Gastos Ambientais no Setor Público Brasileiro: Características e Propostas Alternativas. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 79-95, mai./ago. 2011. DOI: 10.5773/rgsa.v5i2.340

UHR, Júlia Gallego Ziero; SCHMECHEL, Mariana; UHR, Daniel de Abreu Pereira. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 7, n. 2, p. 01-16, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.13059/racef.v7i2.104>

UNEP — United Nations Environment Programme. **Rainwater harvesting**: a lifeline for human wellbeing. A report prepared for UNEP by Stockholm Environment Institute, 2009.

UNICEF. **The State Of The World's Children**. New York, USA: UNICEF, 2008.

VAN BELLEN, Hans Michael. Desenvolvimento Sustentável: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação. **Revista Ambiente & Sociedade**, vol. VII, n. 1, jan. - jun., 2004.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

VASCONCELOS, Ana Cecília Feitosa de. **Índice de Desenvolvimento Municipal Participativo**: uma aplicação no município de Cabaceiras – PB. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2011. 158p.

VIEIRA, Paulo Márcio Sousa. **Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade Hidroambiental** (Estudo de caso: APA de Baturité, Ceará). Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014. 264p.

VIEIRA, Paulo Márcio Sousa; STUDART, Ticiania Marinho Carvalho. 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**, v. 14, n.4, out/dez, p.125-136, 2009.

VIEIRA, V. P. P. B. Recursos Hídricos e o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Nordeste. **Revista de Recursos Hídricos**, v.1, n.1, jan/jun, p.89-1-7, 1996.

WERLANG, Ana Beatriz Carvalho; GELLER, Illana. **Uma Análise da Relação entre o Consumo de Energia Elétrica e o Crescimento Econômico no Mundo**. Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018.

ZANINI, R. R. et al. Infant mortality trends in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, 1994-2004: a multilevel analysis of individual and community risk factors. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, p. 1035-1045, maio 2009.

APÊNDICE A - Modelo de questionário aplicado aos gestores de municípios do Alto Curso do Rio Capibaribe - PE para avaliação dos Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido e a distribuição das respostas

Caracterização do entrevistado

1. Instituição onde trabalha _____
2. Cargo _____
3. Grau de instrução () Ensino Médio Incompleto () Ensino Médio Completo () Graduação () Mestrado () Doutorado

Avaliação do grau de importância dos indicadores

Marque um X no espaço que represente o grau de importância mais adequado segundo sua percepção em relação a cada um dos indicadores apresentados.

I – Indicadores da DIMENSÃO SOCIAL, relativos à população de uma cidade.

INDICADORES	GRAU DE IMPORTÂNCIA					
	Sem opinião	Nenhum	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Acesso ao sistema de esgoto sanitário					4	2
Acesso ao sistema de abastecimento de água					4	2
Densidade populacional total (hab/km ²)			2	1	2	1
Taxa de crescimento da população			2		2	2
Expectativa de vida ao nascer					2	4
Taxa de mortalidade infantil			1			5
Taxa de alfabetização					3	3
Despesa per capita com saúde				1	2	3
Taxa de urbanização			2		3	1
Doenças por veiculação hídrica (diarreia)			1	2	2	1
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)				2	1	3
Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais)					2	4
Índice de Gini			1	3	2	

II - Indicadores da DIMENSÃO ECONÔMICA, relativos ao consumo de água por setores e crescimento econômico.

INDICADORES	GRAU DE IMPORTÂNCIA					
	Sem opinião	Nenhum	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Rendimento per capita (PIB per capita)			2	1	2	1
Água outorgada para o abastecimento animal			1	1	2	2
Água outorgada para irrigação			1	1	2	2
Água outorgada para o abastecimento humano					1	5
Água outorgada para indústria		1	1		2	2
Consumo per capita de energia elétrica				2	3	1

III - Indicadores da DIMENSÃO AMBIENTAL, que tratam dos fatores relacionados ao meio ambiente.

INDICADORES	GRAU DE IMPORTÂNCIA					
	Sem opinião	Nenhum	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Disponibilidade de água superficial				1	4	1

Disponibilidade de água subterrânea				2	4	
Disponibilidade de água per capita			1	1	1	3
Demanda de água			1		1	4
Acesso à coleta de lixo				1	2	3
Destino final do lixo					4	2
Coleta seletiva do lixo					3	3
Taxa de cobertura vegetal nativa					4	2
Tratamento de esgotos					1	5
Índice de Qualidade da Água				1	1	4
Grau de salinidade da água				2	1	3
Índice de perdas na distribuição de água				1	2	3

IV – Indicadores da DIMENSÃO INSTITUCIONAL, relativos às respostas de governo e sociedade no tocante a implantação do desenvolvimento sustentável.

INDICADORES	GRAU DE IMPORTÂNCIA					
	Sem opinião	Nenhum	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Participação do município no Comitê de bacia hidrográfica	1		1	1	2	1
Índice de capacidade institucional			2		3	1
Despesas com gestão ambiental			2		4	
Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica	1		2	1	2	
Cobrança pelo uso dos recursos hídricos	1	1	1		3	

Caso necessário, solicitamos a gentileza de efetuar algum comentário acerca dos indicadores adotados, bem como sugerir algum (alguns) indicador (es) que você considere importante incluir.

Dados opcionais (não obrigatório)

Nome do entrevistado: _____

E-mail: _____

Telefone para contato: _____

APÊNDICE B - Modelo de questionário enviado aos especialistas em recursos hídricos ou em indicadores de sustentabilidade para avaliação dos Indicadores de Sustentabilidade Socioeconômico e Hidroambiental para o Semiárido e a distribuição das respostas

1. Instituição onde trabalha _____
2. Cargo _____
3. Grau de instrução _____
() Graduação () Especialização () Mestrado () Doutorado
4. Especialidade _____

Avaliação do grau de importância dos indicadores de sustentabilidade socioeconômico e hidroambientais para o Semiárido

Marque um X no espaço que represente o grau de importância mais adequado segundo sua percepção em relação a cada um dos indicadores apresentados.

I – Indicadores da DIMENSÃO SOCIAL, relativos à população de uma cidade.

INDICADORES	GRAU DE IMPORTÂNCIA					
	Sem opinião	Nenhum	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Acesso ao sistema de esgoto sanitário					2	2
Acesso ao sistema de abastecimento de água					1	3
Taxa de crescimento da população			1		3	
Expectativa de vida ao nascer			2		1	1
Taxa de mortalidade infantil			1	1	1	1
Taxa de alfabetização			2	1		1
Despesa com saúde				3	1	
Taxa de urbanização			1	2	1	
Doenças por veiculação hídrica (diarreia)					2	2
Taxa de atendimento da população com cisternas (áreas rurais)				1	1	2
Índice de Gini			1	1	2	

II - Indicadores da DIMENSÃO ECONÔMICA, relativos ao consumo de água por setores e crescimento econômico.

INDICADORES	GRAU DE IMPORTÂNCIA					
	Sem opinião	Nenhum	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Rendimento per capita (PIB per capita)			2	1	1	
Água outorgada para o abastecimento animal			1	1	1	1
Água outorgada para irrigação				2		2
Água outorgada para o abastecimento humano				1		3
Água outorgada para indústria				2		2
Consumo per capita de energia elétrica				3	1	

III - Indicadores da DIMENSÃO AMBIENTAL, que tratam dos fatores relacionados ao meio ambiente.

INDICADORES	GRAU DE IMPORTÂNCIA					
	Sem opinião	Nenhum	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Disponibilidade de água superficial					1	3
Disponibilidade de água subterrânea					1	3

Disponibilidade de água per capita					1	3
Demanda de água						4
Acesso à coleta de lixo				1	2	1
Destino final do lixo				1	3	
Coleta seletiva do lixo				2	2	
Taxa de cobertura vegetal					2	2
Tratamento de esgotos						4
Índice de Qualidade da Água						4
Índice de perdas na distribuição de água					3	1

IV – Indicadores da DIMENSÃO INSTITUCIONAL, relativos às respostas de governo e sociedade no tocante a implantação do desenvolvimento sustentável.

INDICADORES	GRAU DE IMPORTÂNCIA					
	Sem opinião	Nenhum	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica					2	2
Despesas com gestão ambiental				1	3	
Plano de Recursos Hídricos para bacia hidrográfica					2	2
Cobrança pelo uso dos recursos hídricos					3	1

Caso necessário, solicitamos a gentileza de efetuar algum comentário acerca dos indicadores adotados.

APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido-TCLE

O (a) senhor (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “MODELO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL PARA O SEMIÁRIDO” que tem como pesquisadora responsável Geórgia Cristina de Sousa Oliveira, que pode ser consultada através do seu e-mail georgia.ufpe@bol.com.br, ou pelos telefones (81) 98140-8407 ou (83) 99906-4496.

Este projeto está sendo realizado por existirem lacunas nos modelos até então produzidos. Sendo a principal, a falta de relevância política, ou seja, são construídos modelos que em geral não levam em consideração as necessidades dos gestores municipais e por isso, muitas vezes estes deixam de ser utilizados no monitoramento das políticas públicas. O objetivo deste estudo é construir um modelo de indicadores de sustentabilidade hidroambiental para o semiárido, baseado em princípios internacionalmente reconhecidos, e na participação tanto de gestores quanto de especialistas em recursos hídricos, para obter uma ferramenta que possa avaliar cientificamente o nível de sustentabilidade municipal e auxiliar na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Você foi selecionado (a) por ser o representante máximo do município e o principal usuário após a construção deste modelo, o qual poderá auxiliar no monitoramento de indicadores importantes para a gestão, bem como ajudar na definição de ações prioritárias, e/ou por ser especialista em recursos hídricos, contudo sua participação não é obrigatória. Ao participar, a qualquer momento você pode desistir e retirar seu consentimento, e sua recusa não trará qualquer prejuízo à relação com o pesquisador ou com a instituição que abriga o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Sua participação consistirá em responder a um questionário desenvolvido pela pesquisadora, no qual será marcado com um X o grau de importância de cada um dos indicadores apresentados, podendo-se, caso queira, ao final indicar outros indicadores necessários para a gestão e que não tenham sido contemplados. O tempo médio para responder o questionário é de 15 minutos. No entanto, fica a critério responder pessoalmente ou via e-mail. Você não terá nenhuma despesa ao participar desta pesquisa, e não receberá nenhuma remuneração.

Como sua participação pode oferecer o menor risco de constrangimento, diante da responsabilidade por escolher ou ponderar indicadores para avaliar o nível de sustentabilidade hidroambiental do município, ou ainda o de identificação por gestor/dados, garante-se que suas respostas individuais serão confidenciais e agregadas a outras, para evitar qualquer responsabilidade individual pelos resultados em futuras publicações. Tudo isso em prol do principal benefício, que é ter um modelo que poderá ser utilizado pelos gestores municipais tendo estes cientificamente como avaliar sua

gestão buscando a melhoria das condições de vida da população mediante o conceito de sustentabilidade.

As informações obtidas serão utilizadas apenas para a pesquisa e os dados poderão ser divulgados em eventos científicos de forma a não possibilitar a identificação por pessoa/dados, utilizando-se para isso respostas agregadas. O questionário será aplicado pela pesquisadora e somente esta terá acesso aos dados para avaliação. Qualquer dano que ocorra em decorrência de sua participação nesta pesquisa, caberá pagamento de indenização.

Você receberá uma via deste TCLE onde consta e-mail e telefone da pesquisadora e o contato do Comitê de Ética em pesquisa responsável pela aprovação deste projeto. Você pode tirar suas dúvidas sobre este projeto de pesquisa a qualquer momento em que considerar necessário.

Atenciosamente,
Geórgia Cristina de Sousa Oliveira.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador informou-me que o projeto foi aprovado pelo CEP do HUAC/UFCG, – Hospital Universitário Alcides Carneiro, e-mail: cep@huac.ufcg.edu.br – telefone: (83) 2101.5545.

Campina Grande, _____ de fevereiro de 2019.

Geórgia Cristina de Sousa Oliveira
Pesquisador responsável

Especialista
Participante voluntário

ANEXO A - Modelo utilizado por Pereira (2012) proposto por Laura (2004)

Agrupamento 1 – Abastecimento público d’água potável e esgotamento sanitário, com vinte e quatro (24)

Variáveis;

Variável 1. Taxa de crescimento da população

Variável 2. Investimento para abastecimento de água e esgotamento sanitário

Variável 3. Sistema de captação e tratamento de água bruta

Variável 4. Sistema de distribuição de água

Variável 5. Sistema de esgotamento sanitário

- Variável 6. Sistema de tratamento de esgotos cloacais
- Variável 7. Capacidade dos sistemas de captação d'água superficial
- Variável 08. Cobertura de abastecimento de água potável
- Variável 09. Quantidade de água para consumo humano
- Variável 10. Qualidade da água do rio para consumo humano
- Variável 11. Quantidade de água do poço para consumo humano
- Variável 12. Qualidade da água do poço para consumo humano
- Variável 13. Oportunidade de acesso à água potável
- Variável 14. Tratamento de água bruta
- Variável 15. Manejo de resíduos do sistema de tratamento d'água bruta
- Variável 16. Cobertura de esgotamento
- Variável 17. Tratamento de esgotos
- Variável 18. Manejo de resíduos do sistema de tratamento de esgotos
- Variável 19. Licenciamento ambiental para sistema de abastecimento de água e tratamento de esgotos
- Variável 20. Outorga de uso dos recursos hídricos
- Variável 21. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos
- Variável 22. Compensação a municípios
- Variável 23. Preservação de mananciais
- Variável 24. Educação ambiental

Agrupamento 2 – Abastecimento d'água para uso industrial e controle de resíduos, com vinte e três (23)

Variáveis;

- Variável 25. Investimento para o crescimento industrial
- Variável 26. Porte da indústria
- Variável 27. Densidade industrial
- Variável 28. Produto industrial vendável
- Variável 29. Quantidade da água do rio para uso industrial
- Variável 30. Qualidade da água do rio para uso industrial
- Variável 31. Disponibilidade de água para uso industrial
- Variável 32. Acessibilidade à água pela indústria
- Variável 33. Qualidade da água para uso industrial
- Variável 34. Quantidade de água de poço para uso industrial
- Variável 35. Qualidade da água de poço para uso industrial
- Variável 36. Tratamento de resíduos sólidos industriais
- Variável 37. Destino final de resíduos sólidos industriais comuns
- Variável 38. Destino final de resíduos industriais perigosos
- Variável 39. Tratamento de efluentes industriais
- Variável 40. Manejo de efluentes industriais
- Variável 41. Licenciamento ambiental
- Variável 42. Outorga de uso dos recursos hídricos
- Variável 43. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos
- Variável 44. Existência do Sistema de Gestão Ambiental
- Variável 45. Implantação do Sistema de Gestão Ambiental
- Variável 46. Educação ambiental – através de iniciativas próprias
- Variável 47. Educação ambiental – através de outras instituições

Agrupamento 3 – Uso d'água para irrigação e controle do uso de agrotóxicos, com dezesseis (16)

Variáveis;

- Variável 48. Investimento para o crescimento da agricultura
- Variável 49. Estrutura fundiária
- Variável 50. Trabalho rural
- Variável 51. Infraestrutura
- Variável 52. Produto agrícola vendável
- Variável 53. Aptidão agrícola das terras
- Variável 54. Porte das terras agrícolas
- Variável 55. Quantidade de água para irrigação
- Variável 56. Qualidade da água do rio para irrigação
- Variável 57. Práticas apropriadas de adubação
- Variável 58. Práticas apropriadas de controle de pragas e doenças
- Variável 59. Práticas apropriadas de controle de invasoras

- Variável 60. Licenciamento ambiental
- Variável 61. Outorga de uso dos recursos hídricos
- Variável 62. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos
- Variável 63. Educação ambiental

Agrupamento 4 – Uso d'água para criação de animais, com quatorze (14) Variáveis;

- Variável 64. Investimento para o crescimento pecuário
- Variável 65. Estrutura fundiária
- Variável 66. Trabalho rural
- Variável 67. Produto pecuário vendável
- Variável 68. Aptidão agrícola das terras
- Variável 69. Quantidade de animais
- Variável 70. Quantidade de água para criação de animais
- Variável 71. Qualidade da água para criação de animais
- Variável 72. Manejo de gados
- Variável 73. Manejo de despejos da criação de animais
- Variável 74. Licenciamento ambiental
- Variável 75. Outorga de uso dos recursos hídricos
- Variável 76. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos
- Variável 77. Educação ambiental

Agrupamento 5 – Uso d'água para geração de energia elétrica, com quinze (15) Variáveis;

- Variável 78. Capital construído – Uso d'água para geração de energia elétrica
- Variável 79. Consumo de energia per capita
- Variável 80. Intensidade energética
- Variável 81. Participação de fontes renováveis na oferta de energia
- Variável 82. Capacidade das barragens para geração de energia elétrica
- Variável 83. Regularização dos reservatórios para geração de energia elétrica
- Variável 84. Quantidade de água no reservatório para geração de energia elétrica
- Variável 85. Qualidade da água para geração de energia elétrica
- Variável 86. Licenciamento ambiental para geração de energia elétrica
- Variável 87. Outorga de uso dos recursos hídricos para geração de energia elétrica
- Variável 88. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos para geração de energia elétrica
- Variável 89. Compensação a municípios para geração de energia elétrica
- Variável 90. Proteção das bacias hidrográficas
- Variável 91. Educação ambiental – Através de iniciativas próprias
- Variável 92. Educação ambiental – através de outras instituições

Agrupamento 6 – Navegação, com dezesseis (16) Variáveis;

- Variável 93. Mineração extrativista – quantidade de empresas de mineração
- Variável 94. Mineração extrativista – porte das empresas de mineração
- Variável 95. Mineração extrativista – Densidade de dragas
- Variável 96. Produção da mineração extrativa
- Variável 97. Intensidade de navegação
- Variável 98. Regime de vazão
- Variável 99. Estrutura física "habitat" do rio
- Variável 100. Licenciamento ambiental
- Variável 101. Concessão de áreas de mineração
- Variável 102. Licenciamento de navegação
- Variável 103. Outorga de uso dos recursos hídricos
- Variável 104. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos
- Variável 105. Compensação a municípios
- Variável 106. Proteção das bacias hidrográficas
- Variável 107. Educação ambiental – através de iniciativas próprias
- Variável 108. Educação ambiental – através de outras instituições

Agrupamento 7 – Criação natural (para pesca comercial) e/ou intensiva (aquicultura) de espécies para alimento humano, com vinte e uma (21) Variáveis;

- Variável 109. Investimento para pesca comercial e aquicultura
- Variável 110. Infraestrutura – Porte da aquicultura
- Variável 111. Intensidade da atividade de aquicultura
- Variável 112. Áreas de pesca comercial
- Variável 113. Produto aquático vendável

- Variável 114. Frequência de pesca
 Variável 115. Frequência de drenagem
 Variável 116. Uso da água em rios e riachos – Quantidade de água do rio
 Variável 117. Uso da água em rios e riachos – Qualidade integral d'água do rio
 Variável 118. Uso da água em reservatórios – Quantidade de água no reservatório
 Variável 119. Qualidade integral d'água em reservatórios
 Variável 120. Estrutura física "habitat" do rio
 Variável 121. Manejo de efluentes da criação de espécies aquáticas
 Variável 122. Licenciamento ambiental para a aquicultura
 Variável 123. Licenciamento para pesca profissional
 Variável 124. Outorga de uso dos recursos hídricos para aquicultura
 Variável 125. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos para aquicultura
 Variável 126. Compensação aos municípios
 Variável 127. Proteção das bacias hidrográficas
 Variável 128. Educação ambiental – através de iniciativas próprias
 Variável 129. Educação ambiental – através de outras instituições
Agrupamento 8 – Turismo e lazer aquático: pesca, recreação de contato primário (natação, mergulho e esqui aquático e canoagem "raft") e contemplação paisagística, com vinte e seis (26) Variáveis;
 Variável 130. Potencial e lazer aquático da população local com base no uso da água
 Variável 131. Quantidade de locais de lazer com base no uso da água
 Variável 132. Densidade de hotéis
 Variável 133. Densidade de restaurantes
 Variável 134. Densidade de estradas
 Variável 135. Equipamentos
 Variável 136. Preferência da população pelo lazer aquático
 Variável 137. Frequência de turistas
 Variável 138. Quantidade de água no reservatório
 Variável 139. Qualidade integral d'água no reservatório
 Variável 140. Quantidade de água do rio
 Variável 141. Qualidade integral d'água do rio
 Variável 142. Quantidade de água do rio
 Variável 143. Qualidade da água do rio
 Variável 144. Quantidade de água no reservatório
 Variável 145. Qualidade da água no reservatório
 Variável 146. Quantidade de água do rio para contemplação paisagística
 Variável 147. Qualidade da água do rio para contemplação paisagística
 Variável 148. Preservação da estrutura "habitat" do rio
 Variável 149. Licenciamento ambiental para o Pesque–Pague
 Variável 150. Outorga de uso dos recursos hídricos para Pesque–Pague
 Variável 151. Licenciamento para pesca amadora
 Variável 152. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos para Pesque–Pague
 Variável 153. Proteção das bacias hidrográficas
 Variável 154. Educação ambiental – Através de iniciativas próprias
 Variável 155. Educação ambiental - através de outras instituições
Agrupamento 9 – Regime hidrológico do rio, com quarenta e três (43) Variáveis;
 Variável 156. Distribuição de renda
 Variável 157. Incidência de Pobreza
 Variável 158. Incidência de pessoas que não sabem ler e escrever
 Variável 159. Residências com saneamento inadequado
 Variável 160. Regularidade da ocupação do solo
 Variável 161. Controle da drenagem urbana – Impermeabilização
 Variável 162. Controle da drenagem urbana – Uso de reservatórios
 Variável 163. Recuo de ajardinamento
 Variável 164. Controle da drenagem rural – Biotécnicas no manejo da água
 Variável 165. Práticas conservacionistas
 Variável 166. Reflorestamento
 Variável 167. Regime de vazão no rio
 Variável 168. Variação da vazão do rio
 Variável 169. Fluxo de água subterrânea
 Variável 170. Risco hidrológico

- Variável 171. Instrumentos de planejamento municipal
- Variável 172. Instrumentos de gestão urbana
- Variável 173. Instrumentos específicos
- Variável 174. Órgão Ambiental Municipal – Intrasetoriais
- Variável 175. Órgão Ambiental Municipal – Interinstitucionais
- Variável 176. Recursos humanos – Remuneração
- Variável 177. Recursos humanos – Plano de carreira
- Variável 178. Recursos humanos – Estímulo para aperfeiçoamento
- Variável 179. Planejamento e gestão municipal – Capacidade institucional
- Variável 180. Sistema Municipal do Meio Ambiente
- Variável 181. Funcionamento do órgão ambiental
- Variável 182. Interações do Sistema Municipal do Meio Ambiente
- Variável 183. Recursos humanos
- Variável 184. Comitê de Bacias – Condições financeiras
- Variável 185. Comitê de Bacias – Objetivos e metas
- Variável 186. Comitê de Bacias – Divulgação
- Variável 187. Comitê de Bacias – Frequência de reuniões
- Variável 188. Comitê de Bacias – Quantidade de assistentes
- Variável 189. Comitê de Bacias – Expansão da imagem do Comitê
- Variável 190. Comitê de Bacias – Promoção de debates
- Variável 191. Plano sobre recursos hídricos
- Variável 192. Outros planos correlatos
- Variável 193. Instrumentos de gestão – Licenciamento ambiental
- Variável 194. Outorga de uso dos recursos hídricos
- Variável 195. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos
- Variável 196. Educação ambiental – Educação formal
- Variável 197. Educação ambiental – Educação não formal
- Variável 198. Educação ambiental – Educação informal

Agrupamento 10 – Preservação da qualidade da água do rio, com trinta e quatro (34) Variáveis;

- Variável 199. Manejo de resíduos do sistema de tratamento d'água bruta
- Variável 200. Cobertura de esgotamento
- Variável 201. Tratamento de esgotos
- Variável 202. Manejo de resíduos do sistema de tratamento de esgotos
- Variável 203. Tratamento de resíduos sólidos industriais
- Variável 204. Destino final de resíduos sólidos industriais comuns
- Variável 205. Destino final de resíduos industriais perigosos
- Variável 206. Tratamento de água bruta
- Variável 207. Manejo de efluentes industriais
- Variável 208. Práticas apropriadas de adubação
- Variável 209. Práticas apropriadas de controle de pragas e doenças
- Variável 210. Práticas apropriadas de controle de invasoras
- Variável 211. Manejo de gados
- Variável 212. Manejo de despejos da criação de animais
- Variável 213. Controle de geração de resíduos sólidos
- Variável 214. Controle de geração de resíduos de serviços de saúde – Tipo de coleta
- Variável 215. Controle de geração de resíduos de serviços de saúde – Tratamento
- Variável 216. Controle de geração de resíduos de serviços de saúde – Disposição final dos resíduos infectantes
- Variável 217. Controle de geração de resíduos de serviços de saúde – Disposição final dos resíduos especiais
- Variável 218. Controle de geração de resíduos de serviços de saúde – Disposição final dos resíduos Radiativos
- Variável 219. Controle de geração de resíduos de serviços de saúde – Disposição final dos resíduos não radiativos
- Variável 220. Controle de geração de resíduos de serviços de saúde – Disposição final dos resíduos comuns
- Variável 221. Qualidade da água do rio – Classe de qualidade
- Variável 222. Qualidade da água do rio – Diferença com relação ao enquadramento
- Variável 223. Interferências e conflitos entre os usuários d'água
- Variável 224. Planejamento e gestão municipal – Capacidade institucional
- Variável 225. Comitê de Bacias – Condições financeiras
- Variável 226. Comitê de Bacias – Objetivos e metas
- Variável 227. Comitê de Bacias – Divulgação
- Variável 228. Comitê de Bacias – Frequência de reuniões

Variável 229. Comitê de Bacias – Quantidade de assistentes

Variável 230. Comitê de Bacias – Expansão da imagem do Comitê

Variável 231. Comitê de Bacias – Promoção de debates

Variável 232. Instrumentos de planejamento municipal

Agrupamento 11 – Preservação da estrutura "habitat" e morfologia do rio, com trinta e oito (38)

Variáveis;

Variável 233. Controle da drenagem urbana – Impermeabilização

Variável 234. Controle da drenagem urbana – Uso de reservatórios

Variável 235. Controle da drenagem rural – Biotécnicas no manejo da água

Variável 236. Mineração extrativista – quantidade de empresas de mineração

Variável 237. Mineração extrativista – porte das empresas de mineração

Variável 238. Mineração extrativista – Densidade de dragas

Variável 239. Produção da mineração extrativa

Variável 240. Quantidade de entulho coletado

Variável 241. Entulhos nos rios

Variável 242. Tratamento de entulhos

Variável 243. Disposição final de entulhos

Variável 244. Assoreamento em redes de drenagem

Variável 245. Fragilidade do meio físico no arroio

Variável 246. Ocupação irregular – Ocupação em zonas de risco

Variável 247. Ocupação irregular – Ocupação em áreas verdes

Variável 248. Atividades agrícolas em ribeiras

Variável 249. Instrumentos de planejamento municipal

Variável 250. Instrumentos gerais

Variável 251. Instrumentos específicos

Variável 252. Órgão Ambiental Municipal – Intrasetoriais

Variável 253. Órgão Ambiental Municipal – Interinstitucionais

Variável 254. Recursos humanos – Remuneração

Variável 255. Recursos humanos – Plano de carreira

Variável 256. Recursos humanos – Estímulo para aperfeiçoamento

Variável 257. Planejamento e gestão municipal – Capacidade institucional

Variável 258. Sistema Municipal do Meio Ambiente

Variável 259. Funcionamento do órgão ambiental

Variável 260. Interações do Sistema Municipal do Meio Ambiente

Variável 261. Recursos humanos

Variável 262. Comitê de Bacias – Condições financeiras

Variável 263. Comitê de Bacias – Objetivos e metas

Variável 265. Comitê de Bacias – Frequência de reuniões

Variável 266. Comitê de Bacias – Quantidade de assistentes

Variável 267. Comitê de Bacias – Expansão da imagem do Comitê

Variável 268. Comitê de Bacias – Promoção de debates

Variável 269. Plano sobre recursos hídricos

Variável 270. Outros planos correlatos

Agrupamento 12 – Aperfeiçoamento do controle de resíduos sólidos domiciliares, com vinte e sete (27)

Variáveis;

Variável 271. Incidência de Pobreza

Variável 272. Geração de lixo

Variável 273. Lixo em locais inacessíveis

Variável 274. Regularidade de coleta – Frequência de coleta

Variável 275. Regularidade de coleta – Falhas na coleta de lixo

Variável 276. Tipo de coleta

Variável 277. Lixeiras comunitárias

Variável 278. Custo da coleta e transporte

Variável 279. Cobertura de atendimento à população

Variável 280. Participação comunitária e envolvimento – Conveniência da educação ambiental

Variável 281. Participação comunitária e envolvimento – Nível de envolvimento

Variável 282. Varrição

Variável 283. Tratamento de resíduos sólidos

Variável 284. Disponibilidade de tecnologia e equipamento

Variável 285. Fortalecimento de catadores

- Variável 286. Mercado de produtos reconversíveis – Quantidade de empresas
- Variável 287. Mercado de produtos reconversíveis – Diversidade de produtos reconversíveis
- Variável 288. Mercado de produtos reconversíveis – Preço dos produtos reconversíveis
- Variável 289. Estrutura física para disposição final de resíduos – Área utilizada para disposição
- Variável 290. Estrutura física para disposição final de resíduos – Disponibilidade de aterro
- Variável 291. Tecnologia e equipamento para disposição final
- Variável 292. Condições na disposição final
- Variável 293. Localização da área de disposição final de lixo – Profundidade do lençol freático
- Variável 294. Localização da área de disposição final de lixo – Afastamento dos cursos d'água
- Variável 295. Localização da área de disposição final de lixo –População exposta
- Variável 296. Localização da área de disposição final de lixo – Área impactada
- Variável 297. Operação do aterro

DIMENSÃO	TEMA	INDICADOR	RELAÇÃO POSITIVA OU NEGATIVA	PESO
SOCIAL (13)	RENDA	% de pessoas que vivem abaixo da linha de pobreza	NEGATIVA	1,0000
	EDUCAÇÃO	Taxa de Alfabetização (15 anos ou mais de idade)	POSITIVA	1,0000
		Taxa de Mortalidade Infantil (menores de 1 ano)	NEGATIVA	0,4000
	SAÚDE	Doenças por diarreia (crianças menores de 2 anos)	NEGATIVA	0,4000
		Expectativa de vida ao nascer	POSITIVA	0,2000
	DINÂMICA DA POPULAÇÃO	Densidade Populacional Total (hab/Km ²)	NEGATIVA	0,2000
		Densidade Populacional Rural (%)	POSITIVA	0,2000
		Grau de urbanização	NEGATIVA	0,2800
		Taxa Média de Crescimento Anual	NEGATIVA	0,2000
	ACESSO	Taxa de fecundidade	NEGATIVA	0,1200
		Índice de atendimento da população com abastecimento de água	POSITIVA	0,3600
		Índice de atendimento da população com cisternas	POSITIVA	0,2800
		Índice de atendimento da população com esgotamento sanitário	POSITIVA	0,3600
ECONÔMICA (5)	PIB	PIB Indústria (em 1.000 R\$)	POSITIVA	0,2500
		PIB Agropecuário (em 1.000 R\$)	POSITIVA	0,2500
		PIB Serviços (em 1.000 R\$)	POSITIVA	0,2500
		PIB Per capita (em 1.000 R\$)	POSITIVA	0,2500
	TARIFA	Tarifa Média de água (R\$/m ³)	POSITIVA	1,0000
AMBIENTAL (12)	CONTROLE DE RES. SÓL. E LÍQ. E SUAS INTERFACES COM OS RECURSOS HÍDRICOS	Quantidade de domicílios atendidos com coleta de lixo	POSITIVA	0,4290
		Índice de Esgoto tratado referido a água total consumida pelo município.	POSITIVA	0,5710
	AMBIENTE	Taxa de conformidade da água em relação a DBO	NEGATIVA	0,1730
		Taxa de conformidade da água em relação ao OD	POSITIVA	0,1730
		Taxa de conformidade da água em relação ao Fósforo Total	NEGATIVA	0,1730
		Taxa de conformidade da água em relação aos Coliformes Termos tolerantes	NEGATIVA	0,1730
		Índice de Qualidade da Água	POSITIVA	0,1540
	RECURSO	Área ocupada por vegetação nativa na área da sub-bacia*	POSITIVA	0,1540
		Disponibilidade de água superficial na sub-bacia*	POSITIVA	0,2650
		Disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia*	POSITIVA	0,2350
		Demanda de água agregada por município na sub-bacia*	NEGATIVA	0,2650
		Índice de perdas na distribuição	NEGATIVA	0,2350
INSTITUCIONAL (2)	POLÍTICO-INSTITUCIONAL	Índice de capacidade Institucional	POSITIVA	0,5385
		Participação do município no Comitê de Bacia	POSITIVA	0,4615

ANEXO C - Indicadores utilizados por Carvalho e Curi (2016)

Fontes de água (8 indicadores)	1.Disponibilidade dos rios; 2.Potencialidade dos reservatórios; 3.Disponibilidade dos reservatórios; 4.Potencial de expansão das reservas hídricas; 5.Fração das residências atendidas por poços subterrâneo; 6.Potencial de expansão dos poços subterrâneos; 7.Índice de qualidade da água dos poços subterrâneos; 8. Potencial de expansão das cisternas.
Demandas de água (11 indicadores)	9.Consumo <i>per capita</i> de água da população; 10.Consumo relativo de água da bovinocultura com relação ao consumo dos animais do município; 11.Consumo relativo de água da equinocultura; 12.Consumo de água relativo da caprinocultura; 13.Consumo de água da suinocultura; 14.Consumo de água relativo da ovinocultura; 15.Consumo relativo de água por hectares de lavoura permanente; 16.Consumo relativo de água por hectare de lavoura sazonal; 17.Existência de piscicultura no município; 18.Possibilidade de expansão da piscicultura no município; 19.Existência de produção e transmissão de energia hidrelétrica no município.
Gestão da água (6 indicadores)	20.Representante do município participando do comitê de bacia hidrográfica; 21.Fração da demanda de água outorgada para abastecimento humano; 22.Fração da demanda de água outorgada para irrigação; 23.Fração da demanda de água outorgada para abastecimento rural (exceto irrigação);
	24.Índice de atendimento urbano de água; 25.Fração de perdas na distribuição da água.
Gestão das cidades em relação a água (7 indicadores)	26.Percentual da coleta de esgoto no município; 27.Despesa <i>per capita</i> com saúde; 28.Transferências de recursos correntes por habitante; 29.Despesa <i>per capita</i> com saneamento; 30.Despesa <i>per capita</i> com gestão ambiental; 31.Existência de aterro sanitário no município ou fase de discussão/implementação; 32.Fração da população atendida pela coleta de lixo do município.
Impactos sociais, econômicos e ambientais (5 indicadores)	33. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; 34.Doenças transmitidas por veiculação hídrica; 35.PIB <i>per capita</i> ; 36.Susceptibilidade à desertificação; 37.Índice de aridez.
Preservação ambiental (3 indicadores)	38.IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - 4ª série / 5º ano; 39.Existência de matas ciliares; 40.Existência de reserva legal.

ANEXO D - Modelo construído por Vieira (2014)

Índice Final	Índices Gerados	Composição de Índices e Indicadores
ISHA Índice de Sustentabilidade Hidroambiental	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)	Índice de Urbanização
		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 Áreas de Preservação Permanente
	Índice Antrópico (IA)	Densidade Populacional Total
		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		

ANEXO E - Indicadores mais valorizados segundo Magalhães Júnior (2007)

DIMENSÕES	INDICADOR	PESO LOCAL	PESO NACIONAL
Pressão – estoque e qualidade hídrica	Densidade Populacional total, urbana e rural (hab/km ²)	3,58	3,47
	Índice de urbanização (%/ano)	2,43	2,24
Pressões relativas à poluição e a demanda hídrica	Índice de captação de água para abastecimento público urbano (m ³ /ha)	3,25	3,03
	Índice de captação de água para irrigação (m ³ /ha)	2,24	2,60
	Índice de lançamento de matéria orgânica nas águas (DBO/hab./dia)	2,36	2,00
Estado qualitativo da água	Índice de utilização de P na agricultura (kg/hab)	2,01	2,04
	Taxa de conformidade da água em relação à DBO (% de amostras)	2,97	2,72
Estado quantitativo dos estoques hídricos	Taxa de conformidade da água em relação ao OD (% de amostras)	2,80	2,63
	Índice de toxidade de águas superficiais (média anual e regra dos 90%)	2,70	2,58
	IQA – Índice de qualidade para águas superficiais (média anual e regra dos 90%)	2,63	2,70
	Vazões de estiagem com x dias consecutivos e x anos de recorrência (l/s/km ² ou m ³ /hab./ano)	2,44	2,44
Estado dos meios aquáticos	Coefficiente de escoamento superficial (precipitação/vazão)	2,04	1,86
	Índice de cobertura vegetal (%/ano)	3,61	3,43
Coleta, tratamento e disposição de efluentes líquidos e sólidos	Índice de tratamento de esgotos coletados (%)	3,18	2,65
	Índice de tratamento de esgotos em relação à água consumida (%)	2,34	2,20
	Índice de coleta de esgotos em relação à água consumida (%)	2,05	1,70
	Índice de atendimento urbano de coleta de esgotos (% da pop.)	2,29	1,97
	Índice de lixo corretamente disposto (% do volume coletado disposto em aterros sanitários)	2,93	2,75

ANEXO F - Indicadores utilizado por Carvalho (2013)

1. Potencialidade dos reservatórios
2. Disponibilidade dos reservatórios
3. Disponibilidade dos rios
4. Potencial de expansão das reservas hídricas
5. Residências atendidas por poços
6. Potencial de expansão dos poços
7. Índice de qualidade de água nos poços
8. Potencial de expansão das cisternas
9. Consumo de água para bovinocultura
10. Consumo de água para equinocultura
11. Consumo de água para suinocultura
12. Consumo de água para caprinocultura
13. Consumo de água para ovinocultura
14. Produção de energia hidroelétrica
15. Consumo de água por hectare lavoura permanente
16. Possibilidade de expansão da piscicultura
17. Existência de piscicultura no município
18. Consumo de água por hectare lavoura sazonal
19. Consumo per capita de água da população
20. Participação no comitê de bacia
21. Água outorgada para abastecimento humano
22. Demanda outorgada para irrigação
23. Demanda outorgada para abastecimento rural
24. Índice de atendimento urbano de água
25. Perdas na distribuição de água
26. Percentual da coleta de esgoto
27. Despesa per capita com saúde
28. Transferência de recursos por habitante
29. Despesa per capita com saneamento
30. Despesa por capita com gestão ambiental
31. Existência de aterro sanitário
32. População atendida com coleta de lixo
33. Índice de aridez
34. IDHM
35. Susceptibilidade a desertificação
36. Doenças por veiculação hídrica
37. PIB per capita
38. Existência de matas ciliares
39. Existência de reserva legal
40. IDEB

ANEXO G – Indicadores considerados por Vieira e Studart (2009)

1. Índice de aridez
2. Déficit de Evapotranspiração Potencial Relativo
3. Déficit Hídrico
4. Coeficiente de Escoamento Superficial
5. Vazão específica
6. Demanda hídrica
7. Disponibilidade de água per capita
8. Índice de utilização de disponibilidade
9. Taxa de erosão
10. Índice de urbanização
11. Índice de distribuição de chuvas
12. Declividade
13. Taxa de uso e ocupação do solo
14. Índice de áreas cultivadas
15. Índice de cobertura vegetal
16. Índice de áreas nativas
17. Índice de áreas de preservação permanente
18. Densidade populacional total
19. Taxa de crescimento anual da população
20. Taxa de mortalidade infantil
21. Longevidade
22. PIB per capita
23. Taxa de alfabetização
24. Porcentagem de bolsas família
25. Taxa de abastecimento de água tratada
26. Taxa de lixo coletado
27. Taxa de esgoto sanitário
28. Taxa de energia elétrica

ANEXO H – Indicadores utilizados por Sales e Cândido (2013)

1. % de pessoas que vivem abaixo da linha de pobreza
2. Taxa de alfabetização (15 anos ou mais)
3. Taxa de mortalidade infantil (menores que 1 ano)
4. Doenças por diarreia (menores de 2 anos)
5. Expectativa de vida ao nascer
6. Densidade populacional total (hab/km²)
7. Densidade populacional rural (%)
8. Grau de urbanização
9. Taxa média de crescimento anual
10. Taxa de fecundidade
11. Índice de atendimento da população com abastecimento de água
12. Índice de atendimento da população com cisternas
13. Índice de atendimento da população com esgotamento sanitário
14. PIB indústria
15. PIB agropecuário
16. PIB serviços
17. PIB per capita
18. Tarifa média de água (R\$/m³)
19. Quantidade de domicílios atendidos com coleta de lixo
20. Índice de esgoto tratado referido a água total consumida no município
21. Taxa de conformidade em relação ao DBO
22. Taxa de conformidade em relação ao OD
23. Taxa de conformidade em relação ao Fosforo total
24. Taxa de conformidade em relação aos coliformes termotolerantes
25. Índice de qualidade da água
26. Área ocupada por vegetação nativa
27. Disponibilidade de água superficial
28. Disponibilidade de água subterrânea
29. Demanda agregada de água por município
30. Índice de perdas na distribuição
31. Índice de capacidade institucional
32. Participação do município no comitê de bacia

ANEXO I – Indicadores avaliados por Carvalho et al. (2015)

1. Taxa de alfabetização
2. Taxa de mortalidade infantil
3. IDHM
4. Expectativa de vida ao nascer
5. Quantidade de estabelecimentos de saúde
6. Taxa de hospitalização por desidratação em menores de 5 anos
7. Taxa de mortalidade infantil por diarreia
8. População coberta pelo PSF
9. PIB per capita
10. Receitas de impostos e transferências de recursos
11. Despesa total com saúde
12. Despesa total com saúde por habitante
13. Transferência SUS por habitante
14. Densidade demográfica
15. População total
16. Precipitação média anual
17. Consumo médio per capita
18. Outorga para abastecimento humano
19. % de abastecimento por rede geral
20. % de abastecimento por poço ou nascente
21. % outra forma de abastecimento de água
22. Outorga para irrigação
23. Outorga para abastecimento rural
24. Outorga para lazer
25. Outorga para aquicultura
26. Número de bovinos
27. Número de equinos
28. Número de asininos
29. Número de muares
30. Número de suínos
31. Número de caprinos
32. % rede sanitária via esgoto
33. % rede sanitária via fossa séptica
34. % rede sanitária via fossa rudimentar
35. % rede sanitária via vala
36. % rede sanitária via rio ou lago
37. % que não dispõe de instalação sanitária
38. % lixo coletado
39. % lixo queimado
40. % lixo enterrado
41. % lixo jogado
42. Turbidez fora do padrão
43. Cloro residual fora do padrão
44. Turbidez
45. Coliformes totais
46. Coliformes totais fora do padrão

ANEXO J – Indicadores avaliados por Maranhão (2007)

1. Disponibilidade hídrica alocável
2. Potencial de vazão regularizável
3. Retiradas totais
4. Relação entre DBO rem e DBO assim
5. Área de cobertura vegetal nativa em relação a área total da bacia
6. Grau de destinação adequada de resíduos sólidos domiciliares produzidos
7. Suíte institucional I: OGE independente; CBH instituído; Plano de Bacia elaborado e aprovado; Cobrança aprovada; Agência instalada e cobrança operacionalizada.
8. Suíte instrumental: Plano; Outorga; Cobrança; Enquadramento; Sistema de Informações sobre a Bacia.

ANEXO K – Indicadores avaliados por Guimarães e Magrini (2008)

1. Taxa de crescimento da população
2. Índice de Gini
3. Rendimento per capita
4. Expectativa de vida ao nascer
5. Taxa de mortalidade infantil
6. Taxa de alfabetização
7. Escolaridade (anos)
8. Taxa de desemprego
9. Qualidade do ar
10. Fontes renováveis no fornecimento de energia
11. Uso de fertilizantes
12. Uso de pesticidas na agricultura
13. Terras usadas para agricultura, pecuária e manejo florestal
14. Área remanescente, desmatamento de madeira e espécies de vegetação costeira
15. Desertificação e transformação do solo em areia
16. Áreas protegidas
17. Acesso a coleta de lixo
18. Quantidade de lixo produzido
19. Quantidade de lixo coletado
20. Quantidade de lixo reciclado
21. Quantidade de lixo para aterro sanitário
22. Acesso ao sistema de distribuição de água
23. Acesso ao sistema de esgotamento sanitário
24. Tratamento de esgoto
25. Disponibilidade de água
26. Demanda de água
27. Qualidade da água
28. Intensidade de uso da água
29. Despesas públicas com proteção ambiental
30. Existência de um plano de bacia hidrográfica
31. Consumo per capita de energia
32. Intensidade energética

ANEXO L – Indicadores analisados por Francisco e Carvalho (2008)

1. Quantidade hídrica
2. Demanda hídrica
3. Capacidade de depuração
4. Capacidade de urbanização

ANEXO M – Indicadores avaliados por Pires et al (2017)

1. Índice de pobreza de água
2. Índice de vulnerabilidade climática
3. Escassez de água
4. Deficiência nutricional
5. Índice de reuso de água
6. Pegada hídrica
7. Incidência de vermes, diarreia, sarna, tracoma acima dos limites
8. Índice de desempenho de utilitários da água
9. Acesso a saneamento
10. Proporção da população vivendo em favelas
11. Impactos sociais e econômicos da seca
12. Incidência de cólera
13. Causas de emergência alimentares
14. Pegada ecológica
15. Progresso para alcançar o IWRM
16. Resiliência na provisão de água
17. Principais eventos de seca e suas consequências
18. Demanda relativa de água
19. Índice de uso não sustentável da água
20. Participação do setor da água no gasto público total
21. Taxa de dependência do país
22. Taxa de financiamento para alocar água aos pobres
23. Temas de água no currículo escolar
24. Armazenamento total de água

ANEXO N – Indicadores analisados por Maynard, Cruz e Gomes (2017)

	Pressão	Estado	Resposta
Indicadores	Parâmetros		
Hidrológicos	<p>Variação na Disponibilidade de água per capita na bacia no período (2005 e 2010)</p> <p>Variação do Índice de Qualidade de Água (IQA)* na bacia (2005 e 2010)</p>	<p>Disponibilidade de água Per capita na bacia (2010)</p> <p>Média anual do Índice de Qualidade de Água na bacia (2010)</p>	<p>Evolução na eficiência do uso da água (2005 e 2010)</p> <p>Evolução no tratamento de esgoto (2005 e 2010)</p>
Ambientais	Índice de Pressão Antrópica (EPI) na bacia no período estudado (2005 e 2010)	% da área da bacia com vegetação natural (2010)	Evolução áreas de conservação na bacia (Áreas Protegidas e Boas Práticas de Manejo-BMPs) 2005 e 2010
Sociais	Variação do Índice de Desenvolvimento Humano-Renda** per capita na bacia (2005 e 2010)	Índice de Desenvolvimento Humano na bacia (2010)	Evolução do IDH bacia (2005 e 2010).
Políticos	Variação do Índice de Desenvolvimento Humano-Educação na bacia (2005 e 2010)	Capacidade institucional e legal em Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos na bacia	Evolução dos gastos com Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos na bacia (2005 e 2010)

ANEXO O – Indicadores avaliados por Campos, Ribeiro e Vieira (2014)

Indicador	Índice de	Descrição
IPDD (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) ⁽¹⁾	Relação entre a disponibilidade (garantia de 90%) e a potencialidade
	Utilização das Potencialidades (IUP) ⁽¹⁾	Relação entre a demanda atual e a potencialidade
	Utilização das Disponibilidades (IUD) ⁽¹⁾	Relação entre a demanda atual e a disponibilidade (garantia de 90%)
IGRH (Indicador de Desempenho do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos)	Comitês de Bacia Hidrográfica (ICBH)	Existência e nível de atuação de comitê
	Outorga (IO)	Nível de implantação da outorga
	Cobrança (IC)	Nível de implantação da cobrança
IEUA (Indicador de Eficiência do Uso da Água)	Domicílios Atendidos por Poços (IDAP) ⁽²⁾	Percentual de domicílios atendidos por poços em relação ao número total de domicílios
	Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água (IDASA) ⁽²⁾	Percentual de domicílios atendidos por sistema de abastecimento em relação ao número total de domicílios
	Ligações de Esgoto (ILE) ⁽²⁾	Percentual de domicílios atendidos por rede de esgotos ou fossa séptica em relação ao número total de domicílios
	Tratamento de Esgoto (ITE) ⁽²⁾	Percentual de domicílios atendidos por tratamento de esgotos em relação ao número total de domicílios
	Tratamento de Resíduos Sólidos (ITRS) ⁽²⁾	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)